OCTUBRE
2026

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

S.A.E.
KANTENAH

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CONTENIDO

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 2

I.1 Datos generales del proyecto 2
I.1.1 Nombre del proyecto 2
I.1.2 Ubicación del proyecto 2
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.3 Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental 5
I.3.1 Nombre del responsable técnico del estudio 5
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes del responsable 5
I.3.3 Dirección del responsable técnico del estudio 5
I.4 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 5
I.4.1 Naturaleza del proyecto 5
I.4.2 Justificación 6
I.4.3 Ubicación del proyecto 7
I.4.4 Dimensiones del proyecto 11
I.4.5 Inversión requerida 12
I.4.6 Empleos generados 13
I.4.7 Urbanización del área 13
I.5 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA 14
I.5.1 Programa de trabajo 14
I.5.2 Representación gráfica regional 16
I.5.3 Representación gráfica local 17
I.5.4 Preparación del sitio y construcción 18
I.5.4.1 Preparación del sitio 18
I.5.4.2 Construcción 23
I.5.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto 31
I.5.6 Operación y mantenimiento 32
I.5.7 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones 33
I.5.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 34
I.5.9 Etapa de construcción 34
I.5.10 Etapa de operación 35
I.5.11 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos 36
I.5.12 Generación de gases de efecto invernadero 36

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 Nombre del proyecto

El proyecto se denomina "**SAE KANTENAH**". (en adelante el *proyecto*)

I.1.2 Ubicación del proyecto

El polígono donde se planea llevar a cabo el proyecto se localiza en el lote 003-029, Manzana 009, del predio denominado "*San Francisco*", municipio de Playa del Carmen, Estado de Quintana Roo, México.



Mapa 1. Ubicación del predio del proyecto

I.1.3 Duración del proyecto

El plazo para la construcción del proyecto es de 3 años, tiempo requerido para la preparación del sitio y construcción del proyecto. En cuanto a la operación, se considera que por los materiales con que serán construidas las obras, así como el programa de mantenimiento que se pretende aplicar, dicha etapa tenga una duración de 20 años.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 Nombre o razón social

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

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

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.3 DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.1 Nombre del responsable técnico del estudio

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes del responsable

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.3.3 Dirección del responsable técnico del estudio

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.4 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

I.4.1 Naturaleza del proyecto

Este proyecto se pretende ubicar en el lote 003-029, Manzana 009, del predio denominado "*San Francisco*", municipio de Playa del Carmen, Estado de Quintana Roo, México.

El presente proyecto consiste en la instalación de un sistema de almacenamiento de energía en sitio (BESS), con una capacidad de 20 MW / 72 MWh, destinado a la reducción de picos de demanda y a la optimización del consumo eléctrico en el punto de interconexión (POI) de 115 kV. Asimismo, contempla la instalación de una línea de transmisión subterránea.

El proyecto se desarrollará en dos polígonos, denominados Polígono 1 con una superficie total de 4,629.452 m^2 y Polígono 2 con una superficie total de 11,891.302 m^2; ambos suman en total una superficie de 16,520.754 m^2.

Los polígonos del proyecto cuentan con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

I.4.2 Justificación

El proyecto contempla la implementación de un sistema de almacenamiento de energía en sitio (BESS, por sus siglas en inglés), con una capacidad de 20 MW / 72 MWh, cuyo objetivo es reducir los picos de demanda eléctrica y optimizar el consumo de energía en el punto de interconexión (POI) de 115 kV.

La implementación del proyecto contribuirá a los siguientes objetivos:

- Reducir los costos asociados a la demanda máxima de energía eléctrica en el sitio de operación.
- Proporcionar mayor flexibilidad operativa al sistema eléctrico local.
- Favorecer la integración de fuentes de energía renovable.
- Contribuir a mejorar la calidad y continuidad del suministro eléctrico.

Si bien la ejecución del proyecto generará impactos ambientales inherentes a las actividades de construcción, se considera que, mediante la implementación de medidas preventivas y de mitigación adecuadas, dichos impactos podrán ser controlados y reducidos. Asimismo, con base en las características y dimensiones del proyecto, no se prevé la generación de impactos sinérgicos significativos a escala regional.

La selección del sitio estuvo condicionada principalmente por su proximidad a la infraestructura eléctrica existente, a partir de la cual se obtendrá la energía que será almacenada. No obstante, considerando las características del entorno y las dimensiones del proyecto, se estima que su implementación no ocasionará

afectaciones significativas, siempre que se adopten las medidas ambientales correspondientes.

Para la selección del sitio se consideraron criterios ambientales, técnicos y de disponibilidad del terreno, con el propósito de garantizar la viabilidad del proyecto y minimizar posibles afectaciones.

I.4.3 Ubicación del proyecto

Este proyecto se pretende ubicar en el lote 003-029, Manzana 009, del predio denominado "*San Francisco*", municipio de Playa del Carmen, Estado de Quintana Roo, México, y cuenta con una superficie total de 16,520.754 m^2. Las coordenadas de los polígonos que conforman el proyecto se presentan en coordenadas UTM, referidas al Datum WGS84 ZN16Q.

SAE KANTENAH		
POLÍGONO 1		
VÉRTICES	X	Y
1	479367.6017	2270473.2125
2	479466.1297	2270570.3316
3	479470.1416	2270565.1356
4	479427.7021	2270523.7772
5	479429.7532	2270521.3222
6	479401.0443	2270493.9141
7	479386.5300	2270480.6729
8	479389.7007	2270476.9103
9	479385.0893	2270472.8700
10	479587.1439	2270271.0228
11	479581.1567	2270259.8020
Subtotal	***4,629.452 m^2***	
POLÍGONO 2		
VÉRTICES	X	Y
1	479373.0676	2270721.1605

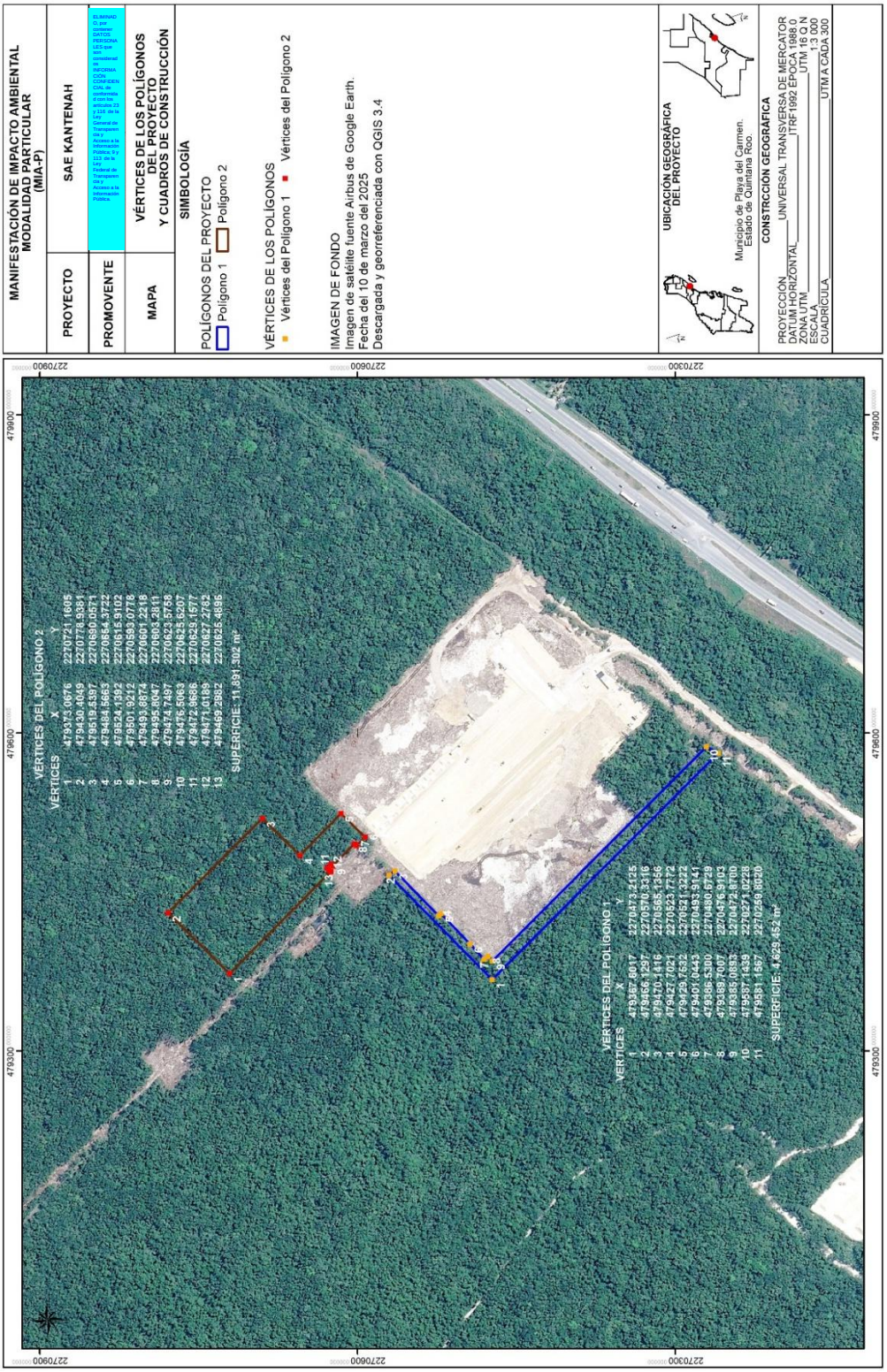
2	479430.4049	2270778.9381
3	479519.5397	2270690.0571
4	479484.5663	2270654.3722
5	479524.1392	2270615.9102
6	479501.9212	2270593.0778
7	479493.8874	2270601.2218
8	479495.8047	2270603.2811
9	479474.7497	2270623.5758
10	479476.5063	2270625.6207
11	479472.9686	2270629.1577
12	479471.0189	2270627.2782
13	479469.2982	2270625.4896
Subtotal	***11,891.302 m²***	
TOTAL		**16,520.754 m²**

Tabla 1. Coordenadas y superficies del predio del proyecto.

En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra la ubicación del predio del proyecto:



Mapa 2. Ubicación del predio del proyecto



Mapa 3. Coordenadas del proyecto

I.4.4 Dimensiones del proyecto

El presente proyecto denominado "**SAE KANTENAH**" consiste en la instalación de un sistema de almacenamiento de energía en sitio (BESS), con una capacidad de 20 MW / 72 MWh, destinado a la reducción de picos de demanda y a la optimización del consumo eléctrico en el punto de interconexión (POI) de 115 kV. Asimismo, contempla la instalación de una línea de transmisión subterránea.

El proyecto se desarrollará en dos polígonos, denominados Polígono 1 con una superficie total de 4,629.452 m^2 y Polígono 2 con una superficie total de 11,891.302 m^2; ambos suman en total una superficie de 16,520.754 m^2.

El polígono 1 corresponde a un camino de acceso, es decir, solo se removerá la vegetación sin construcción de obra, y en el polígono 2 se construirá el sistema de almacenamiento.

Las características técnicas del proyecto son:

SAE KANTENAH	
Característica	**Descripción**
Superficie total:	16,520.754 m^2
Capacidad nominal:	Relación de transformación 20 MW/72 MWh.
Transformador principal:	16/21/27 MVA, ONAN/ONAF/ONAF2. 115Y/34.5Y-13.2Δ kV
Power Conversión System (PCS) Skids	3 x 8 MVA (Sineng), 0.690 V/34.5 kV con 4 módulos de 2,000 kVA c/u.
Contenedores Battery Energy Storage System (BESS)	12 x CATL EnerS, 6,017 kWh c/u.
Capacidad de almacenamiento	72 MWh
Energía útil entregada en el punto de interconexión	20 MW
Tasa máxima de Carga/Descarga	0.33 C
Potencia auxiliar estimada	900 kW a 480 VAC
Sistemas de control y SCADA	Incluye RTAC, protecciones, comunicación Modbus TCP/Fiber

Tabla 2. Características del proyecto

Aunado a lo anterior, se tiene que los polígonos del proyecto cuentan con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

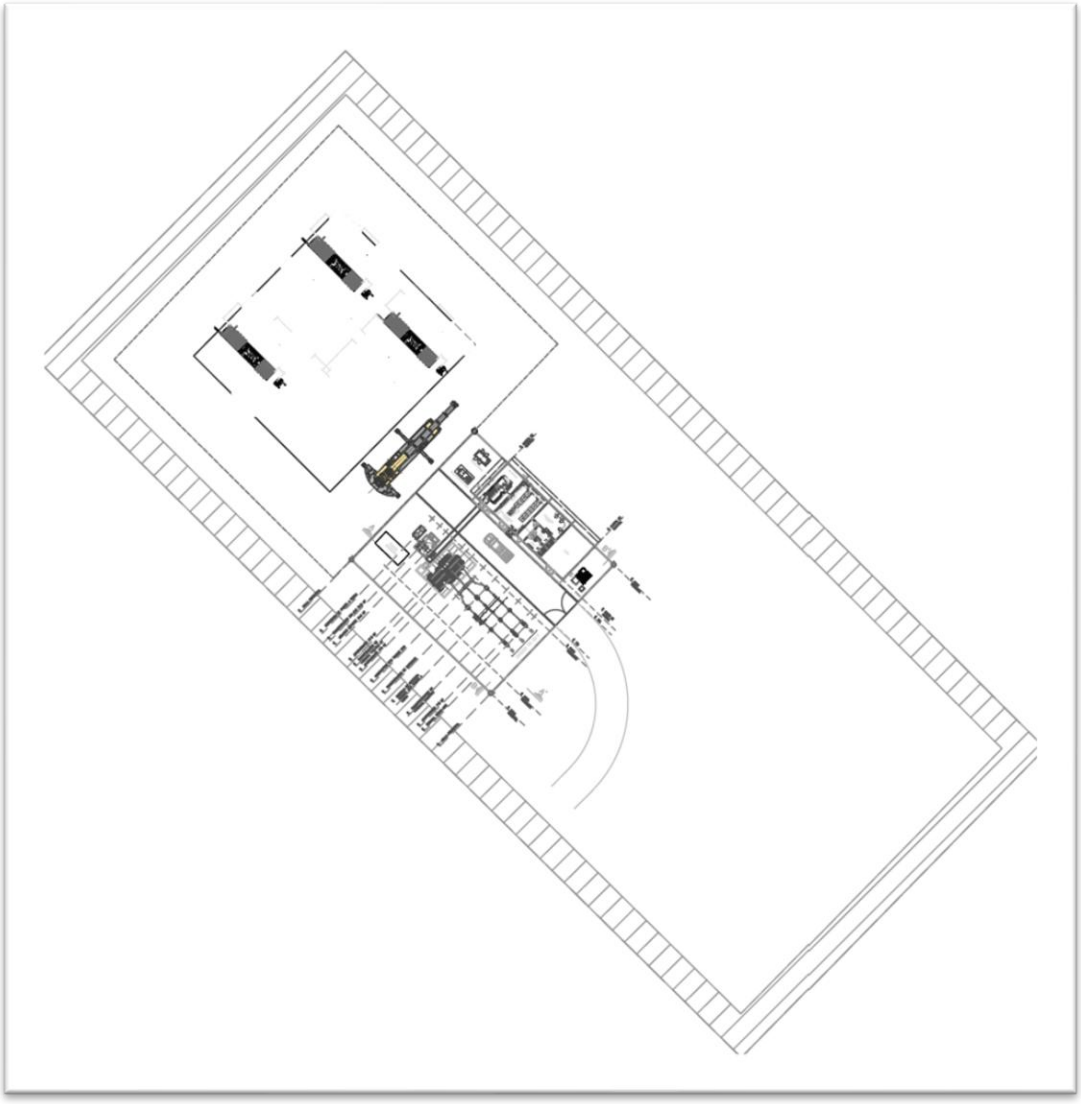


Imagen 1. Polígono 2 del proyecto donde se ubicará la obra constructiva del SAE

I.4.5 Inversión requerida

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.4.6 Empleos generados

El número de empleos que se estima generar durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto será de 200. Todos estos empleos serán de carácter temporal.

En la etapa operativa se estima generar un total de aproximadamente 50 empleos para el total de la operación. Todos estos empleos serán de carácter permanente.

I.4.7 Urbanización del área

Por la naturaleza del proyecto, no se requiere la construcción de obras de urbanización adicionales de gran escala. Los requerimientos de infraestructura y servicios se limitarán a aquellos necesarios para la preparación del sitio, construcción, instalación y operación del sistema de almacenamiento de energía en baterías (BESS), así como de la infraestructura eléctrica asociada.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se requerirá el acceso de vehículos, maquinaria y personal, así como el suministro de agua y energía eléctrica para el desarrollo de las actividades correspondientes. Asimismo, se contempla la generación de residuos sólidos urbanos y residuos derivados de las actividades constructivas, los cuales serán manejados conforme a la normativa aplicable.

En la etapa de operación, los requerimientos de servicios serán mínimos y estarán relacionados principalmente con las actividades de supervisión, mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos e instalaciones.

Las necesidades específicas de infraestructura y servicios se atenderán, en la medida de lo posible, mediante el aprovechamiento de los accesos y servicios

existentes en el área de influencia del proyecto, evitando la ejecución de obras adicionales que no resulten indispensables para su desarrollo.

I.5 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

I.5.1 Programa de trabajo

El plazo que se requiere para realizar las etapas de preparación del sitio y construcción es de 3 años, contado a partir de que se obtengan los permisos correspondientes por parte de las instancias federales, estatales y municipales. Posterior a dicho periodo se tendrá un plazo de 20 años durante los cuales se llevará a cabo la operación y mantenimiento de las obras que sean autorizadas.

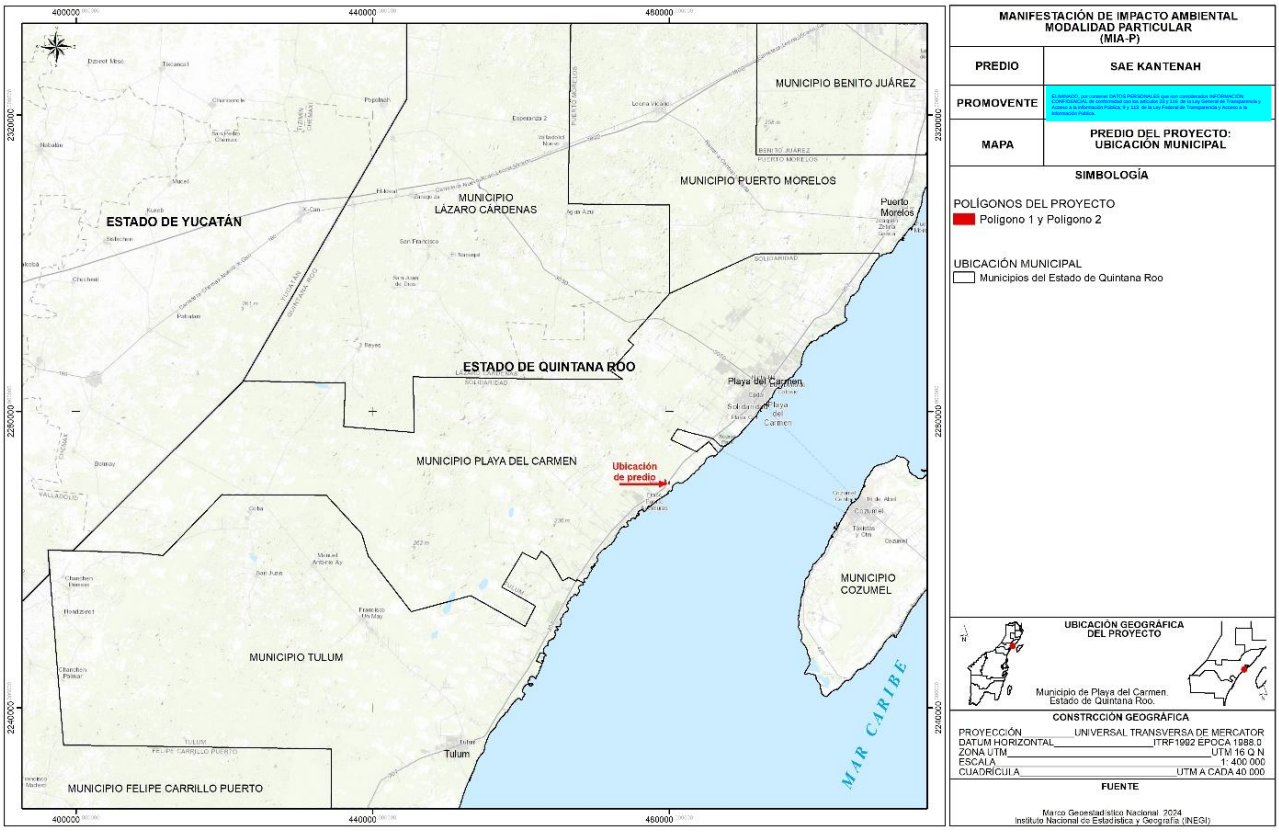
PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO "SAE KANTENAH"				
Actividades	**Preparación del sitio y construcción**			**Operación**
	(años)			**(años)**
	1	**2**	**3**	**1…20**
Ejecución Programa de Rescate de Fauna				
Ejecución Programa de Rescate y Reubicación de Vegetación				
Trazo y nivelación				
Delimitación del área sujeta a derribo y despalme.				
Desmonte y Despalme				
Recuperación de tierra fértil y revegetación natural.				
Obras provisionales				
Excavaciones				
Cimentación				
Construcción de la caseta de control				
Trincheras y ductos para cables				
Montaje de equipos eléctricos				
Acabados				
Operación				

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.5.2 Representación gráfica regional

El proyecto se ubica en la localidad de Kantenah, Quintana Roo, a aproximadamente 2.5 km de Puerto Aventuras, y a aproximadamente 13 km de la Ciudad de Playa del Carmen, Quintana Roo.

A nivel regional la ubicación del predio se muestra en el siguiente mapa:

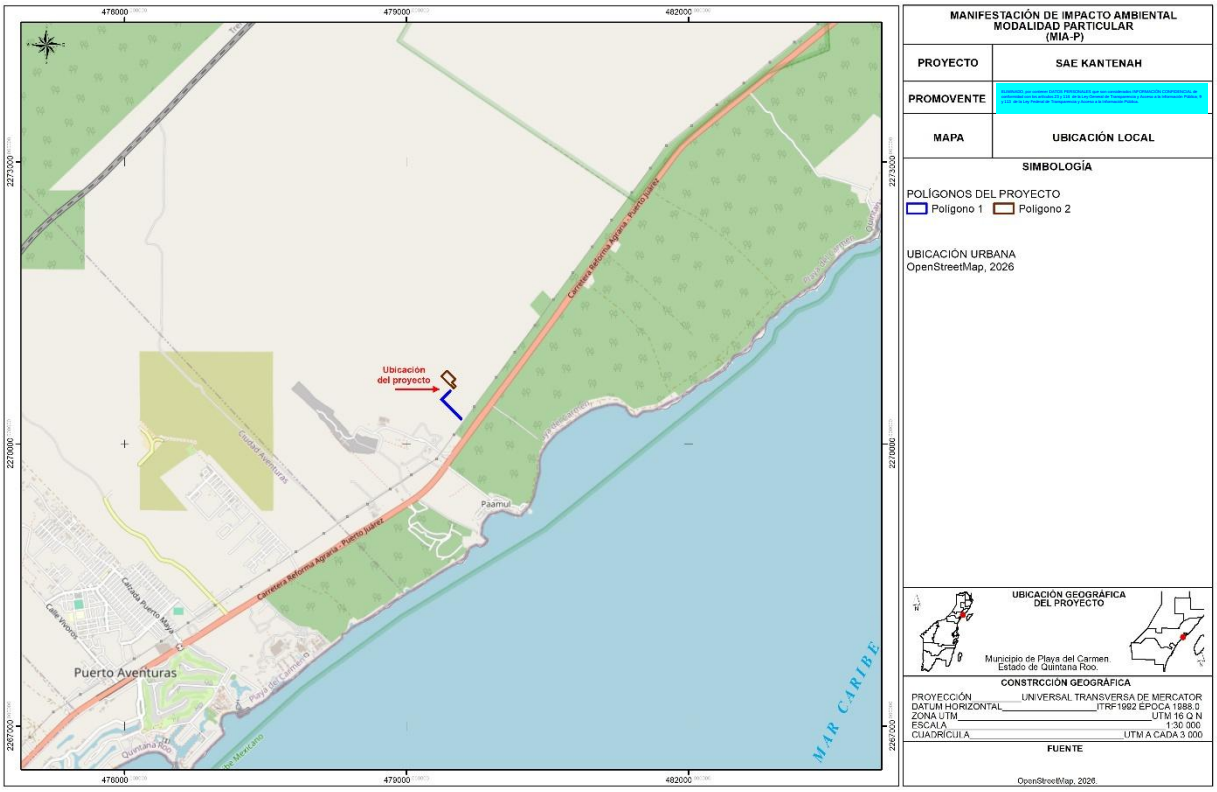


Mapa 4. Ubicación regional del predio

I.5.3 Representación gráfica local

Este proyecto se pretende ubicar en el lote 003-029, Manzana 009, del predio denominado "*San Francisco*", municipio de Playa del Carmen, Estado de Quintana Roo, México.

A continuación, se presenta un mapa en donde se muestra la microlocalización del predio de interés:



Mapa 5. Ubicación local del predio

I.5.4 Preparación del sitio y construcción

I.5.4.1 Preparación del sitio

Señalización del área.

A través de un levantamiento topográfico se realizarán los trazos para la delimitación y marcaje de las áreas donde se realizará la remoción de vegetación forestal, este procedimiento comprende una serie de medidas efectuadas en campo utilizando instrumentos de medición y equipo para georreferenciar, como teodolitos, estaciones totales y GPS, cuyo propósito final es determinar las coordenadas geográficas o geodésicas de puntos situados sobre la superficie terrestre.

Esta actividad implica la medición con apoyo en satélites, mediante un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y procedimientos tradicionales tales como: poligonación, triangulación, trilateración, radiación o la combinación de éstos con equipos de medición de alta precisión. El levantamiento topográfico se sujetará a las normas técnicas emitidas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para levantamientos geodésicos.

El método por aplicar para esta actividad consiste en “Topografía plana”, ya que esta se utiliza para abarcar superficies reducidas y se realiza despreciando la curvatura de la Tierra.



Imagen 2. Ejemplo de trazo topográfico para delimitación y señalización de áreas de aprovechamiento de cambio de uso de suelo.

Hay que considerar que el desmonte se realizará en forma gradual y por etapas además el derribo será direccionado, lo que permitirá ajustar el desplante para evitar afectaciones directas a la flora y fauna silvestre. Previo al desmonte, se delimitarán las áreas con cinta para que el operador de la maquinaria esté consciente de los límites en los que se tendrá que derribar el arbolado, asimismo, se identificarán los árboles que serán respetados y que no interfieran con el proyecto, tomando las previsiones necesarias para no dañarlos.



Imagen 3. Ejemplo de delimitación de las áreas de cambio de uso de suelo en terrenos forestales

Rescate y reubicación de Flora.

La presencia de vegetación secundaria indica que la comunidad vegetal ha experimentado modificaciones respecto de su condición original y que presenta una estructura y composición asociadas con procesos de regeneración. No obstante, estas superficies mantienen relevancia ambiental, ya que pueden proporcionar hábitat y recursos para la fauna silvestre, contribuir a la conservación del suelo y participar en los procesos ecológicos propios de los ecosistemas selváticos. Por ello, el grado de conservación y la importancia ecológica del predio deben valorarse a partir de la composición florística registrada, la estructura de los estratos vegetales y las características del entorno, sin considerar que la condición secundaria implica necesariamente un bajo valor ambiental.

Como actividad inicial antes de llevar a cabo las actividades de rescate de vegetación, será necesario llevar a cabo la conformación de un área que funcione como un vivero provisional en el que serán resguardados los individuos rescatados, el cual se localizará dentro de una pequeña superficie de las áreas de aprovechamiento que se considerará para mantener el vivero temporal, y deberá cumplir con las características que se describen en el programa de rescate con el fin de proporcionar las condiciones óptimas para el desarrollo de las plantas.

El vivero será temporal por lo cual se considera de construcción rústica y no contará con ningún tipo de infraestructura permanente. En caso necesario, se aprovechará el dosel de los árboles para proporcionar sombra a los ejemplares rescatados por lo que únicamente se realizará una limpieza de la zona retirando ramas y vegetación herbácea que impidan la colocación y formación de las platabandas donde serán colocadas las plantas rescatadas sobre el terreno. Se contará con un contenedor (Rotoplas) de 1,000 litros que será abastecido a través de una pipa de agua regularmente, para poder regar las plantas rescatadas.



Imagen 4. Ejemplo de instalación de un vivero temporal con materiales con mallasombra y palizada, así como un contenedor de agua para mantenimiento de los ejemplares rescatados.

Previo a las actividades de desmonte se realizará el rescate de toda la vegetación, plántulas y/o recolección de semillas y/o formas vegetativas que tenga un valor estético, ambiental, ecológico o que se encuentre protegida por la normatividad ambiental vigente, y se ubicará en el vivero temporal dentro del predio expresamente

destinado a la recepción y propagación de las especies rescatadas y su posterior uso en la reforestación en las áreas de conservación dentro del mismo predio.

Siguiendo lo planteado dentro del Programa de Rescate y Reubicación de Vegetación, se seleccionarán y aplicarán las técnicas adecuadas y más convenientes para el rescate de la misma, posteriormente se les dará el manejo establecido para sembrarla en bolsas plásticas y posteriormente llevar a cabo su traslado al sitio de acopio temporal. Después se les dará el mantenimiento y los cuidados establecidos hasta el momento de su reforestación.











Imagen 5. Ejemplo de actividades de rescate de flora

Rescate de fauna silvestre

En cuanto a la fauna silvestre, no se detectó la presencia de poblaciones en los lotes del proyecto; sin embargo, se registró la presencia ocasional de algunos ejemplares que utilizan el predio como área de refugio temporal. Por lo tanto, se aplicarán medidas preventivas de ahuyentamiento previo al desmonte y, de ser necesario, acciones de rescate y reubicación hacia sitios con condiciones ambientales similares y fuera del área de influencia directa del proyecto.

En general los procedimientos para la protección, conservación y rescate de la fauna silvestre que habita en el predio principalmente iguanas, estarán encaminados a la aplicación de técnicas no agresivas; cabe señalar que dentro del predio debido a su ubicación se observaron pocos ejemplares de fauna, y los que se observaron en su mayoría fueron aves y algunas iguanas.

Un aspecto importante antes de realizar las actividades de desmonte y despalme es implementar el Programa de Rescate y Ahuyentamiento de Fauna en el cual se describen todas las actividades y metodologías a utilizar para llevarlo a cabo. Durante todo el periodo en el que se realice esta actividad, personal especializado en el manejo de fauna y compañía recorrerán las áreas previas al desmonte, con la finalidad de efectuar el rescate de la fauna silvestre de poca movilidad la cual podrá ser trasladada a las áreas que aún conserven vegetación en los alrededores del predio o zonas aledañas.

Considerando las condiciones del predio, no se espera que exista un número significativo de organismos a ser reubicados. Esta aseveración se basa en el hecho de que las aves son el grupo más frecuente en la zona, las cuales por sus hábitos voladores pueden alejarse prontamente de los espacios por afectar. Así, se prevé que las acciones del rescate de especies animales se concentrarán en aquellos organismos de poca movilidad, además se prevé previamente el ahuyentamiento de la fauna hacia los predios aledaños con vegetación de selva.



Imagen 6. Ejemplo de actividades de rescate y ahuyentamiento de fauna con jaulas tipo Tomahawk, ganchos herpetológicos y cámaras trampa.

I.5.4.2 Construcción

Excavación a cielo abierto.

La excavación a cielo abierto en cualquier tipo de material es la que se efectúa para formar la sección de desplante de las cimentaciones de las estructuras, equipos,

edificios, muros divisorios, transformador, caminos, cimentaciones y cualquier otra subestructura que sea requerida. La excavación se puede realizar en forma manual con pico y pala o, preferentemente, con maquinaria como perforadoras, retroexcavadoras, rompedoras hidráulicas, neumáticas, entre otras.

Durante el proceso de excavación, el material producto de esta podrá depositarse alrededor, dejando cuando menos 1 metro libre entre los límites de excavación y el pie de talud del borde formado, con el fin de evitar el derrumbe del material al interior de la excavación. Para suelos inestables, tales como arenas sueltas o suelos con nivel de aguas freáticas se deberán utilizar ademes como protección de las paredes y/o bombeo de achique. Una vez alcanzado el nivel de desplante se limpiará el fondo de la excavación con la herramienta apropiada evitando siempre sobreexcavación. Asimismo, se realiza el afine, corrección y acabado de las laderas de las excavaciones, además, de ser requerido, puede realizarse su estabilización, por ejemplo, entibándolas.

Terracerías.

Son trabajos que consisten en la realización de cortes y/o rellenos, conformación y revestimiento de taludes y muros de contención, plataformas y terraplenes compactados donde se construirá la instalación, de acuerdo con cotas de nivel y dimensiones establecidas en los planos de proyecto. Su construcción puede realizarse en cualquier tipo de material, dependiendo de la topografía y de las condiciones ambientales de cada sitio en particular.

Antes de iniciar las terracerías, se removerán todos los materiales inestables, frágiles o inadecuados que existan en la zona y se saneará el terreno, mediante drenaje o estabilización de suelos, según se requiera. Con la finalidad de verificar el grado de compactación de las terracerías, se practican pruebas efectuadas por un laboratorio acreditado.

Cimentaciones.

En primer lugar, se realiza localización puntual del área donde está proyectada la construcción, para luego trazar las zonas donde se excavarán las cimentaciones para

los equipos eléctricos, y demás las instalaciones requeridas. Generalmente, el trazo y nivelación se realiza encima de la terracería realizada con antelación.

En sí, esta actividad agrupa una serie de subactividades necesarias para la construcción de la infraestructura que recibirá las cargas muertas y vivas de los elementos que conformarán la instalación:

Plantilla. Se trata de la implementación de una capa de concreto resultante de la mezcla de materiales pétreos inertes, cemento, agua y aditivos en las proporciones adecuadas, que al endurecerse adquiere una resistencia mecánica y características especificadas para uniformar la superficie de desplante de las cimentaciones (también se le conoce como losa de cimentación). Se instala por debajo de las cimentaciones con el objetivo de dividir el suelo del acero o cimiento. La plantilla protege a la zapata para que su resistencia no sea afectada por las reacciones que se producen en el suelo, como la sedimentación, erosión, etc. Generalmente, tiene un espesor aproximado de 5 a 7 cm, según sea el tipo de cimentación.

Cimbra. Son los moldes prefabricados o hechos en sitio, ya sean metálicos o de madera, que dan forma al elemento de concreto de acuerdo con el diseño y que, entre otros aspectos, deben cumplir con los requisitos de apariencia, resistencia y hermeticidad para garantizar la calidad del elemento de concreto.

Acero. Son las varillas de acero corrugado que quedarán ahogadas en los elementos estructurales de concreto para resistir los esfuerzos de tensión cuyo habilitado e instalación debe cumplir con los planos de proyecto, las cuales son cortadas y dobladas de acuerdo con las especificaciones de diseño.

Anclajes para cimentaciones en roca. Son los elementos que se construirán, donde lo requiera el proyecto, con objeto de dar a las cimentaciones de concreto reforzado la fijación requerida al suelo rocoso. Los anclajes en roca se efectúan, de ser necesario, en sitios en los que no sea posible efectuar una excavación y servirá para desplantar una cimentación, zapata, dado, etc.

Concreto. Es la mezcla de materiales pétreos inertes, cemento, agua y aditivos necesarios que, de acuerdo con el diseño de la mezcla, proporcionan al concreto las

características mecánicas, físicas y químicas indicadas en los planos de proyecto con el cual se realiza el colado de las cimbras.

Caseta de control.

Este concepto se refiere a la construcción de las estructuras que tienen la finalidad de proteger de agentes ambientales y aislar a los equipos electromecánicos, electrónicos y de comunicaciones que forman parte de la instalación. Esta estructura debe garantizar la estabilidad e integridad ante fuerzas mecánicas.

De manera similar a lo descrito en el apartado de cimentaciones, para la construcción de la infraestructura de la caseta de control se requerirá de las siguientes subactividades:

Plantilla. Se trata de la implementación de una capa de concreto resultante de la mezcla de materiales pétreos inertes, cemento, agua y aditivos en las proporciones adecuadas, que al endurecerse adquiere una resistencia mecánica y características especificadas para uniformar la superficie de desplante de las cimentaciones (también se le conoce como losa de cimentación). Se instala por debajo de las cimentaciones con el objetivo de dividir el suelo del acero o cimiento. La plantilla protege a la zapata para que su resistencia no sea afectada por las reacciones que se producen en el suelo, como la sedimentación, erosión, etc. Generalmente, tiene un espesor aproximado de 5 a 7 cm, según sea el tipo de cimentación.

Cimbra. Son los moldes prefabricados o hechos en sitio, ya sean metálicos o de madera, que dan forma al elemento de concreto de acuerdo con el diseño y que, entre otros aspectos, deben cumplir con los requisitos de apariencia, resistencia y hermeticidad para garantizar la calidad del elemento de concreto.

Acero. Son las varillas de acero corrugado que quedarán ahogadas en los elementos estructurales de concreto para resistir los esfuerzos de tensión cuyo habilitado e instalación debe cumplir con los planos de proyecto, las cuales son cortadas y dobladas de acuerdo con las especificaciones de diseño.

Concreto. Se refiere al vertido in situ de una mezcla de materiales pétreos inertes, cemento, agua y aditivos necesarios, que, de acuerdo con el diseño de la mezcla,

proporcionan al concreto las características mecánicas, físicas y químicas indicadas en los planos de proyecto con el cual se realiza el colado de las cimbras.

Asimismo, se complementará con lo siguiente:

Losa de vigueta y bovedilla. Consiste en la colocación de elementos prefabricados (vigueta pretensada y bovedillas) de concreto hidráulico con una capa de compresión armada con malla electrosoldada para la construcción de la losa de azotea, de acuerdo con las dimensiones, niveles, detalles en apoyos y de volados indicados en el diseño.

De manera posterior a la construcción de los elementos estructurales que sirven de apoyo a la losa de azotea se procede a la construcción de esta de acuerdo con el siguiente procedimiento: el primer paso consiste en el cimbrado de los elementos que quedarán embebidos en la losa de azotea (trabes, castillos, etc.). Posteriormente se procede a la colocación de las viguetas de acuerdo con la dirección indicada en los planos de proyecto con la separación necesaria para recibir las bovedillas. Antes de proceder al colado de la capa de concreto debe instalarse la malla de acero como se indica en los planos de proyecto, así como los ductos de la instalación eléctrica que quedarán embebidos en la losa. La capa de compresión de concreto debe contar con el espesor indicado en los planos de proyecto y debe ser colada de forma continua, acomodando, con la ayuda de vibradores, el concreto en las calles que forman las viguetas y en los elementos estructurales embebidos en la losa. Por último, la parte superior e inferior de la losa recibirán los acabados que indiquen los planos y especificaciones del proyecto.

Muro de block. Es aquel que se construye con bloques vibrocomprimidos huecos, macizos o vitroblock, con las características indicadas en el diseño y sirve para soportar cargas, dividir o delimitar una zona de otra impidiendo el tránsito y la visibilidad.

Los bloques se asentarán y juntearán a plomo y nivel con mortero fresco y se acomodarán sin dar tiempo a que el mortero endurezca. A menos que sea inevitable, no se permitirá el uso de fragmentos de block.

El espesor de las juntas de mortero entre bloques deberá ser de mínimo un centímetro y se ajustará de acuerdo con la altura del muro requerida, recortando el mortero sobrante. Las juntas de asiento en los bloques deberán formar hiladas horizontales y las juntas verticales quedarán cuatrapeadas y a plomo.

Por último, la parte interior y exterior de los muros de block recibirán los acabados que indiquen los planos y especificaciones del proyecto.

Acabados. Esta actividad se refiere a los trabajos para la instalación de los elementos finales de la edificación de la caseta de control, entre los que se encuentran pisos, pintura, carpintería, herrería y cancelería, entre otros, para lo cual se utilizarán materiales prefabricados que serán dispuestos según lo indicado en los planos y especificaciones del proyecto.

Instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y aire acondicionado. Éstas se realizarán con materiales prefabricados y en función de las memorias de cálculo e ingeniería requeridos para la edificación. Las instalaciones hidrosanitarias estarán ocultas en los elementos de concreto y/o muros de block mientras que las eléctricas y de aire acondicionado están izadas a través de charolas de aluminio por la parte interna y superior de la losa de azotea y los compresores de los equipos de aire acondicionado en la parte superior de la losa, respectivamente. Todo lo anterior deberá apegarse a lo indicado en los planos y especificaciones del proyecto.

Trincheras y ductos para cables.

Son canalizaciones que son recubiertas con losas y muros de concreto, las cuales albergarán los ductos, consistentes en tuberías de PVC dieléctrico que son finalmente encofrados en concreto simple. Estos sirven para alojar los cables eléctricos de control y fuerza. Los ductos unirán a las trincheras con los registros eléctricos. Las trincheras y ductos pueden ser dispuestos en las orillas de los caminos interiores, para albergar cableado subterráneo de los equipos a instalar.

El proceso constructivo de los ductos, en términos generales, se constituye por la excavación de las canalizaciones con el ancho, longitud y profundidad que se indique en los planos y especificaciones del proyecto y la instalación de la tubería de PVC

dieléctrico, la cual va inserta en estas; su número, diámetro y longitud se indican en los planos de proyecto. A la tubería de PVC se le colocará un encofrado de concreto simple de f'c = 9.81 MPa (100 kg/cm^2). El trazo y excavación para las trincheras se hace de acuerdo con lo establecido en los planos de proyecto.

Se construirá una plantilla de 5.0 cm de espesor a base de concreto simple f'c = 100 kg/cm^2, teniendo en consideración lo indicado en el proyecto y las especificaciones correspondientes. La losa inferior y muros laterales de las trincheras deberán construirse con concreto armado f'c = 200 kg/cm^2 o lo que indique el proyecto, las tapas serán fabricadas a base de un marco de ángulo de acero estructural galvanizado y de concreto armado, de acuerdo con lo establecido en los planos del proyecto.

Obra electromecánica.

Montaje de equipos eléctricos.

Esta actividad se refiere al montaje de los elementos que permiten propiamente el almacenamiento de energía, así como la entrada y salida de esta desde y hacia la Red Nacional de Transmisión y la que proveerá a los servicios propios.

Prácticamente, estos serán colocados sobre las cimentaciones conformadas durante las actividades de obra civil. A saber, se considera lo siguiente:

Sistema BESS

- Instalación y montaje de 4 skids PCS (Power Conversion System) de 1.5 MW cada uno, los cuales permiten la conversión de la energía de corriente directa a corriente alterna y a la inversa, funcionando como inversor.
- Instalación y montaje de 12 contenedores BESS (Battery Energy Storage System) CATL EnerS, que son en los que se realiza como tal el almacenamiento de energía, cada uno con 6,017 kWh de capacidad nominal. Estas baterías están integradas dentro de un contenedor robusto.
- Instalación y montaje de celda principal de media tensión del sistema BESS. Este equipo se trata de una Subestación de Media Tensión para servicio interior (de la propia instalación) modelo XTRAN XGN-80 aislada en hexafluoruro de azufre (SF6), con una operación a voltaje nominal de 34.5 kV, corriente nominal

de 630 A y capacidad de interrupción de fallas de cortocircuito de 20 kA; esto último es mediado por un relevador que monitorea los parámetros eléctricos y, ante una falla (sobrecorriente o sobretensión), activa un disyuntor para aislar el equipo o la sección del sistema afectada. Su función es garantizar la seguridad, estabilidad y continuidad del suministro eléctrico al detectar y aislar fallas rápidamente.

- Instalación y montaje de transformador de servicios propios, para la provisión de energía a la propia instalación.
- Instalación y montaje de gabinete de distribución de servicios propios.
- Instalación y construcción de red de media tensión.
- Montaje del sistema de control y comunicaciones (SCADA, BMS, RTAC, medidores ISO/QSE).

Subestación de alta tensión BESS

- Instalación y montaje de la subestación elevadora con transformador principal de 16/21/27 MVA, 115 kV/34.5 kV-13.2Δ.
- Instalación y montaje de equipos secundarios de alta tensión.
- Construcción de red de alta tensión desde sistema de almacenamiento a subestación de alta tensión (maniobras, montaje, etc.).

Línea subterránea de transmisión

Las principales características consideradas son las siguientes:

- La instalación se realizará mediante banco de ductos (aprox. de 0.8 a 1.2 m de ancho y de 1.5 a 2.0 m de profundidad) de polietileno de alta densidad (PEAD), en donde cada cable de potencia se alojará en un ducto independiente. Adicionalmente, se dispondrán ductos para el cable de fibra óptica y para el conductor equipotencial de acompañamiento.
- Los cables de potencia serán con conductor de aluminio, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), pantalla metálica de cobre y barreras contra humedad, diseñados para cumplir con la IEC 60840 o norma equivalente.

- Se instalará un cable equipotencial de cobre con aislamiento XLPE a lo largo de toda la canalización, además del sistema de puesta a tierra de las pantallas del cable mediante configuración *single point*.
- La excavación considera una cama de arena, relleno con material seleccionado y compactación mecánica hasta alcanzar al menos el 95 % Proctor, además de la instalación de cinta de advertencia para infraestructura eléctrica subterránea.
- A lo largo del recorrido se contemplan registros de transición y, cuando sea necesario, registros de deflexión, los cuales permitirán realizar cambios de dirección, facilitar el tendido de los cables y proporcionar acceso para inspección, operación y mantenimiento.
- Durante el tendido se controlarán las tensiones de jalado, radios mínimos de curvatura y esfuerzos mecánicos del cable, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las especificaciones técnicas aplicables.

I.5.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

El proyecto no requiere de obras y servicios de apoyo de importancia, por ello únicamente se contempla:

- Área de almacenamiento y control de suministro de materiales, insumos y personal involucrado, misma que se ubicará dentro del mismo predio y se construirá a base de madera, con techo de lámina de cartón y contará con vigilancia las 24 horas del día. Esta bodega tendrá una superficie de 50 m^2 (5 x 10 m) y se ubicará en el área que posteriormente se empleará como aprovechamiento. Esta obra se desmantelará al final de la etapa de construcción.

- Adecuación de espacios para la instalación de módulos de baños portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores de obra. Estos sanitarios se colocarán en el área que se destinará para aprovechamiento y serán retirados al final de la etapa de construcción.

- Comedor. Se habilitará un área para comedor de obra para dar servicio de alimentos y bebidas. Se colocará en el área que se destinará como aprovechamiento y será retirado al final de la etapa de construcción.
- Caseta. Se tendrá una caseta de control de acceso por la cual se llevará el registro de todo personal, equipo y material que ingrese al predio.
- Oficinas (campers). Se colocarán dos campers que serán utilizados como oficinas, durante la etapa de construcción. Serán ubicados en la misma zona de las obras antes descritas.

I.5.6 Operación y mantenimiento

Al inicio de la operación del proyecto, se realizarán pruebas que aseguren que la instalación entrará en condiciones de operación óptimas, consistiendo en:

- Revisión de equipos.
- Configuración de equipos.
- Puesta en funcionamiento de comunicaciones.
- Plan de mantenimiento preventivo y correctivo para PCS y BESS.

Posteriormente, con la finalidad de garantizar la continuidad de la instalación y la conservación adecuada de los elementos que la conforman, se ejecutan acciones de mantenimiento, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

No.	Actividad	Periodicidad
1	Inspección mayor. Esta revisión se realizará detalladamente en cada elemento componente de la parte electromecánica de las instalaciones, poniendo especial atención a aquella infraestructura que se considere puede estar expuesta a factores externos capaces de ocasionar fallas como zonas de contaminación, vandalismo y áreas de incendio.	Cada 6 meses
2	Inspección menor. Podrán realizarse hasta dos inspecciones de este tipo a las instalaciones por año.	Cada 6 meses
3	Medición de resistencia de tierras. Esta actividad se realiza antes de la puesta en servicio de una instalación eléctrica (se hace durante las pruebas preoperativas) y, posteriormente, cada 4 años a partir de la entrada en operación. Se realiza para corroborar que los sistemas de tierras físicas funcionen adecuadamente, de manera	Cada 4 años

No.	Actividad	Periodicidad
	que se evite la salida de operación de la instalación por la pérdida de corriente. El equipo más recomendable para medir resistencia de tierras es el de alta frecuencia, el cual no requiere de conexión. La medición de tierra se ejecuta preferentemente en las épocas del año en el que el terreno permanece seco.	
4	Medición de corrosión. Esta actividad consiste en la inspección visual de estructuras y otros elementos para evaluar su afectación por corrosión debida a factores ambientales como el viento, la humedad o la salinidad. La medición de la corrosión en cimentaciones incluye la obtención de la resistividad del terreno y del potencial a piso.	Cada 6 meses
5	Reapriete de herrajes. Incluye la corrección de conexiones deficientes por tornillería floja en estructura en general.	Cada 6 meses
6	Sustitución de conectores. Se efectúa cuando se observan conectores dañados, lo cual es detectado mediante inspección visual durante el recorrido a las instalaciones, razón por la que no tienen una periodicidad definida.	Según sea requerido
7	Corrección de sistema de tierras. Esta actividad se efectúa cuando las mediciones realizadas a los sistemas de tierra de las instalaciones arrojan valores de resistencia altos, mayores a 10 ohms; se utilizan principalmente electrodos para ello.	Cada 4 años
8	Corrección de corrosión. En caso de que durante la actividad de medición de la corrosión se encuentre afectación importante por efecto de la corrosión, se realiza la sustitución de elementos estructurales; de otra forma, se efectúa la aplicación de recubrimientos a las piezas que lo requieran, como parte del mantenimiento. Se aplicará el criterio del manual CFE MMAOO-01. Para efectos de esta actividad, previa preparación de superficies, tanto para la parte aérea, interfaz y enterrada.	Cada 6 meses
9	Mantenimiento de equipo y herramientas. Esta actividad se programará para efectuarse dos veces al año, debiéndose incluir equipo, personal de maniobra y de seguridad.	Cada 2 años

I.5.7 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

De manera periódica se dará mantenimiento a las instalaciones del proyecto, con lo que se espera que al menos duren un periodo de 20 años en funcionamiento. De requerirse sustituir algún componente se tramitará de manera oportuna el aviso de no requerimiento correspondiente ante la SEMARNAT.

I.5.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

I.5.9 Etapa de construcción

En cuanto a los ***residuos sólidos urbanos*** se tiene lo siguiente:

- Residuos orgánicos. Los residuos vegetales generados por el retiro de la vegetación serán triturados con una trituradora. Los residuos orgánicos derivados del consumo de alimentos por parte de los trabajadores serán colectados en un contenedor debidamente etiquetado para su posterior traslado al relleno sanitario.
- Residuos inorgánicos. Los residuos sólidos como empaque de cartón, pedacería de PVC, sobrantes de madera, pedacería de metal, susceptibles de reutilización, serán canalizados hacia las compañías dedicadas a su reciclaje. Los residuos inorgánicos que no sean susceptibles de reciclaje serán colectados en un contenedor debidamente etiquetado para su posterior traslado al relleno sanitario.

En cuanto al destino final de los residuos sólidos, estos se separarán de acuerdo con su tipo en orgánicos e inorgánicos en recipientes debidamente etiquetados. Los residuos que sean susceptibles de reciclaje (cartón, vidrio y plástico) deberán separarse y entregarse a una empresa que se encarga de su reciclaje o al Municipio, mientras los que no lo sean se trasladarán al relleno sanitario.

En cuanto a los ***residuos de manejo especial*** se tiene lo siguiente:

- Escombro y pedacería: Durante la construcción de las obras, el escombro y pedacería que se generen serán trasladados al sitio de disposición final que indique la autoridad municipal.
- Sanitarios: Durante la construcción de las obras se emplearán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores. Los sanitarios deberán estar debidamente señalizados y se deberá promover su uso adecuado.

- Limpieza de los sanitarios: Los sanitarios recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora, que extraerá y trasladará el agua residual a la planta de tratamiento más cercana.

Durante la construcción de las obras se espera emplear maquinaria, la cual emite contaminantes y ruido; sin embargo, se utilizará maquinaria en buenas condiciones mecánicas y de afinación, que recibirá su mantenimiento periódico, con lo cual se espera que las emisiones de contaminantes sean mínimas.

Las emisiones atmosféricas serán mínimas y se tendrán en la etapa de construcción del proyecto, producidas por la maquinaria y vehículos necesarios para los trabajos de construcción de las obras del proyecto. Para minimizar la generación de emisiones se verificará que los equipos estén en condiciones mecánicas adecuadas y que solamente sean encendidos el tiempo indispensable para su función, evitando que se mantengan en funcionamiento por un periodo mayor del estrictamente necesario.

I.5.10 Etapa de operación

Durante la etapa de operación, la administración a cargo de las obras del proyecto implementará las medidas y estrategias para asegurar un adecuado manejo y disposición de los residuos que se generen.

Se contará con contenedores en todas las áreas, para colectar los residuos generados por los usuarios. Dichos residuos serán almacenados temporalmente y serán manejados de la siguiente forma:

Los residuos inorgánicos que no son susceptibles de reciclaje serán entregados al servicio de limpia del municipio, quien se encargará de su traslado al relleno sanitario.

Los residuos susceptibles de reciclaje como cartón, papel, plásticos, aluminio, PET, metales y vidrio serán separados en un sitio de acuerdo con su tipo, y periódicamente serán entregados a una empresa encargada de su reciclaje.

Los proyectos de almacenamiento de energía eléctrica como el que se pretende no son considerados generadores de aguas residuales, siendo que una vez iniciada su operación estas podrían considerarse nulas; durante la etapa de construcción las

únicas aguas residuales que se generarían serían aquellas correspondientes a la utilización de servicios sanitarios.

I.5.11 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

En el caso de los residuos sólidos se tendrán en las áreas de servicio sitios de almacenamiento temporal, donde se mantendrán resguardados los residuos generados para su entrega a los servicios de limpia municipal. En el caso de los residuos líquidos Durante la etapa de operación, el proyecto no contempla la generación de aguas residuales.

I.5.12 Generación de gases de efecto invernadero

De manera directa los únicos gases de efecto invernadero que se generarán serán producto de la maquinaria empleada para el corte de madera y otros materiales, como pueden ser motosierras. De igual forma es posible que se requiera de maquinaria menor para mover los volúmenes de suelo que resulten del proceso de trazado y nivelación.

Los principales gases de efecto invernadero que se generan por el uso de combustibles en maquinaria y vehículos corresponden a dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. Las emisiones de dióxido de carbono proceden de la oxidación del carbono de los combustibles durante la combustión. En condiciones de combustión óptimas, el contenido total de carbono de los combustibles debería convertirse en CO_2. Sin embargo, los procesos de combustión reales no son perfectos y la consecuencia de ello es que se producen pequeñas cantidades de carbono parcialmente oxidado y no oxidado. El metano se produce en pequeñas cantidades en la quema de combustibles debido a la combustión incompleta de los hidrocarburos del mismo. Las emisiones de metano indican en general una ineficiencia en el proceso de combustión. El óxido nitroso se produce directamente a partir de la quema de combustible. Se ha determinado que, en general, las temperaturas de combustión más bajas producen

mayores emisiones de N_2O. Si bien se conocen con relativa exactitud los mecanismos químicos del N_2O, los datos experimentales disponibles son limitados.

Dado que se requiere utilizar maquinaria que funcione con combustibles, se estima que el desarrollo del proyecto consumirá un máximo de 3,000 litros de diesel para la preparación del sitio y construcción. Tomando un factor de emisión de 2.7 kg CO_2/litro, podemos estimar que en estas etapas se emitan hasta 8.1 toneladas de este GEI.

Ahora, durante la operación los proyectos de transformación de energía eléctrica como el que se pretende no son considerados generadores de emisiones (LGCC, Art. 3, XVI), puesto que una vez operando, estas se consideran nulas, toda vez que no se consumen combustibles fósiles para el funcionamiento de la instalación, como ocurre con aquellas dedicadas a la generación de energía eléctrica, siendo que durante el proceso constructivo estas sólo serán generadas por la utilización de vehículos y maquinaria que utiliza combustibles fósiles, es decir, durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Las emisiones inherentes a la obra pretendida serán producidas por la operación de maquinaria, vehículos y equipo que se empleará, ya que funcionan mediante motores de combustión interna, usando principalmente diésel como combustible.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CONTENIDO

CAPITULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO..... 1

II.1 Leyes Federales 1

II.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 1

II.1.2 Ley General de Vida Silvestre 2

II.2 Reglamentos Federales 7

II.2.1 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental 7

II.3 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio 9

II.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe 9

II.3.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad 13

II.4 Programas de desarrollo urbano 34

II.4.1 Programa de municipio de solidaridad, Quintana Roo (PDU Solidaridad), publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el día 20 de diciembre de 2010. 34

II.5 Áreas naturales protegidas 37

II.6 Normas Oficiales Mexicanas 38

II.6.1 Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 38

II.6.2 Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 39

II.7 Regiones prioritarias 39

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

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

II.1 LEYES FEDERALES

II.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, última reforma publicada DOF 01-04-2024, establece:

Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a las que se sujetará la realización de obras y actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites o condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría (…)

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;

VII.- de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

El proyecto se pretende realizar corresponde al sector eléctrico, al pretender la instalación de un sistema de almacenamiento de energía en sitio (BESS), con una capacidad de 20 MW / 60 MWh, así como la instalación de una línea de transmisión subterránea. Y toda vez que se requiere la remoción de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia presente en los lotes del proyecto, por lo que se ajusta a los supuestos en los establecidos en las fracciones II y VII.

Es así como, a través del presente estudio, que corresponde a la Manifestación de Impacto Ambiental, se pone a consideración de la Secretaría de Medio Ambiente y

Recursos Naturales con el objetivo de obtener la autorización a que se refiere el artículo 30 de la LGEEPA.

> *Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.*

De tal forma que a través del presente estudio se cumple con el contenido requerido.

II.1.2 Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, última reforma publicada el 3 de julio de 2000, establece:

"*Artículo 60 TER.- Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.*

Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar."

De la lectura del primer párrafo del citado precepto legal se advierte que la prohibición de remoción, relleno, trasplante, poda o cualquier otra actividad sólo es aplicable en los casos en los que se afecte:

1. La integralidad del flujo hidrológico del manglar;
2. La integralidad del ecosistema y su zona de influencia;
3. La integralidad de su productividad natural;
4. La integralidad de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos;

5. La integralidad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;
6. La integralidad de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales;
7. Se provoquen cambios en las características y servicios ecológicos;

En general se entiende que la prohibición referida se excluirá cuando las conductas de remoción, poda, relleno, trasplante u otras sean desplegadas de forma tal que no se afecte la integralidad de los elementos señalados para la comunidad de manglar en cuestión.

Para efectos del presente análisis, se considera que las actividades contempladas en el proyecto no se encuentran dentro de los supuestos de prohibición establecidos en el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, toda vez que, de acuerdo con la caracterización ambiental realizada, en ninguno de los lotes que integran el área del proyecto se identificó la presencia de vegetación de manglar.

Si bien en la zona existe un ecosistema de manglar, éste se localiza fuera de los límites del predio, específicamente hacia la colindancia sur, a una distancia aproximada de 1 km del proyecto, conforme a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (s. f.). *Geoportal de la CONABIO*. http://geoportal.conabio.gob.mx/



Imagen 1. Distancia del predio del proyecto a la zona de manglar más cercano.

En este sentido, las obras y actividades se desarrollarán exclusivamente dentro de superficies con presencia de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, por lo que no implicarán su remoción, relleno, trasplante, poda, tala ni cualquier otra actividad prohibida por el citado ordenamiento.

En consecuencia, se concluye que el proyecto no contraviene las disposiciones contenidas en el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, al no incidir de manera directa sobre ejemplares de manglar ni sobre las superficies donde se desarrolla este ecosistema.

Derivado de lo anterior se advierte que el presente proyecto no pretende la remoción de vegetación de manglar, manteniéndose en conservación, y por lo tanto no se afectará la integralidad de los siete aspectos señalados por dicho instrumento normativo con relación al manglar.

En este sentido se procede a vincular el proyecto con lo que señala el artículo citado:

- **Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar, del ecosistema y su zona de influencia.**

Como se mencionó dentro del predio la vegetación presente corresponde a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. Por tanto, para la ejecución de este proyecto no se requiere remover, rellenar, trasplantar, podar o realizar cualquier otra actividad que afecte el manglar o la integralidad de su flujo hidrológico.

- **De su productividad natural.**

La productividad se define en términos biológicos como la producción de biomasa por unidad de tiempo y área. A su vez, la producción de biomasa está determinada por tres factores, la disponibilidad de agua, la disponibilidad de nutrientes y la disponibilidad de luz. El proyecto no extraerá o aprovechará agua del ecosistema, ni tampoco contempla tomar agua de otra cuenca para transferirla a la del proyecto, por tanto, no se contempla que se altere el balance hídrico del ecosistema y su área de influencia. En cuanto a los nutrientes, el proyecto no contempla utilizar fertilizantes u abonos de ningún tipo, ni disponer aguas con nutrientes, como pudiera ser las aguas residuales, con esto se tiene que no se modifica el balance de nutrientes con el desarrollo del proyecto. Finalmente se tiene que la disponibilidad de luz solar no será afectada de manera significativa, pues si bien las obras que se pretenden construir pueden generar sombra dependiendo del ángulo del sol, esta no es suficiente como para interrumpir el proceso fotosintético y disminuir la producción de biomasa.

Con esto queda demostrado que no se afecta la productividad natural del manglar, el ecosistema o su zona de influencia.

- **De la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos.**

El concepto de capacidad de carga se define como el número máximo de visitantes que puede contener un determinado espacio / recurso / destino turístico; en otras

palabras, el límite más allá del cual la explotación turística de un recurso / destino es insostenible por perjudicial[1]. Como puede advertirse de la anterior definición, este parámetro está relacionado con la cantidad de visitantes que hacen uso de un espacio, recurso o destino turístico. Por lo que, considerando que el manglar existente en el área de influencia del proyecto se mantendrá como sitio de conservación y que las obras no se ubicarán dentro de esta zona, se considera que la capacidad de carga de este ecosistema no será afectada por el proyecto, pues dentro de este ecosistema no se recibirán visitantes.

- **De las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje.**

En cuanto a la afectación de estos servicios del ecosistema, podemos considerar que su permanencia depende de factores como la permanencia de la vegetación, la extensión y calidad del ecosistema y su conectividad.

En cuanto a la permanencia de la vegetación, como se ha explicado, el proyecto no contempla realizar la remoción del ejemplar de manglar, por lo que este aspecto permanecerá inalterado. En cuanto a la extensión y calidad del ecosistema, se advierte que en el sitio el manglar está conformado por individuos dispersos de mangle. Con esto se concluye que el ecosistema de manglar es de poca extensión y baja calidad.

En conclusión, el manglar del sitio y en general el ecosistema, no presenta condiciones para ser empleado como sitio de anidación, reproducción, refugio, alimentación y mucho menos alevinaje, ya que sus dimensiones son menores en relación con otras áreas de manglar cercanas, y debido a las características del proyecto, se tiene que el proyecto no afectará ninguna de estas capacidades.

- **O bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.**

[1] https://www.ucm.es/capacidadcargaturistica/estado-del-arte

Como se ha mencionado, el proyecto no se construirá en la zona de vegetación de manglar cercana al predio, lo cual permitirá que exista continuidad en las interacciones hidrológicas que existen entre el manglar, así como con la duna, la zona marítima y el mar. Tampoco existen ríos en la zona.

Con todo lo anterior queda claro que el proyecto no provocará cambios en las características y servicios ecológicos del manglar y su zona de influencia, ya que este ecosistema se encuentra fragmentado y con algunas afectaciones por la presencia humana en la zona.

II.2 REGLAMENTOS FEDERALES

II.2.1 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El Reglamento en análisis fue publicado el 30 de mayo del año 2000 en el Diario Oficial de la Federación, última reforma publicada DOF 31-10-2014 el cual establece:

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

K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:

I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;

II. Construcción de estaciones o subestaciones eléctricas de potencia o distribución;

III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y

IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW.

Las obras a que se refieren las fracciones II a III anteriores no requerirán autorización en materia de impacto ambiental cuando pretendan ubicarse en áreas urbanas, suburbanas, de equipamiento urbano o de servicios, rurales, agropecuarias, industriales o turísticas.

O) CAMBIOS DE USOS DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

Del análisis previamente expuesto se concluye que las actividades objeto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular (MIA-P), se ubican dentro de los supuestos establecidos en el artículo 5, incisos K) y Q), del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Lo anterior, debido a que el proyecto contempla la remoción de vegetación asociada al cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como la instalación de un sistema de almacenamiento de energía en sitio (BESS), con una capacidad de 20 MW / 60 MWh, así como la instalación de una línea de transmisión subterránea. En virtud de lo anterior, las obras y actividades proyectadas son de competencia federal y, por tanto, requieren obtener previamente la autorización en materia de impacto ambiental que emite la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en términos de la legislación ambiental aplicable.

Se presenta en su Modalidad Particular dado que no se encuentra dentro de los supuestos establecidos por el Artículo 11 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que se cita a continuación:

ARTÍCULO 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;

II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;
III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y
IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.

Así mismo, la integración de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular se basa en lo establecido en el Artículo 12 del citado Reglamento, el cual establece la información que deberán contener las manifestaciones de impacto ambiental modalidad particular y que a la letra dice:

ARTÍCULO 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:
I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
II. Descripción del proyecto;
III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;
IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;
V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;
VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;
VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

II.3 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO

II.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

El 24 de noviembre de 2012, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Acuerdo por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte Regional del propio programa. El objetivo de ese instrumento de política ambiental es regular o

inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las regiones costeras y marinas del país.

De manera general el Área Sujeta a Ordenamiento (ASO) que se encuentra regulada mediante este instrumento, considera para su estudio la regionalización de esta misma en dos componentes: el área marina, y el área regional, las cuales se definen a continuación:

Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina.

Área Regional, abarca una región ubicada en 142 municipios con influencia costera, de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En esta área se incluyen 3 Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales únicamente son aplicables los decretos y los programas de manejo correspondientes.

El POEMyRGMyMC consideró en su modelo la división del ASO en 203 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) clasificadas en marinas, terrestres y Áreas Naturales Protegidas (ANP). Cada UGA cuenta con una ficha que incluye su toponimia, ubicación y características, así como los criterios y acciones aplicables a cada una.

Respecto a las consideraciones tomadas para el diseño o modelaje del Programa de Ordenamiento Ecológico en mención, se tomaron como base los siguientes puntos:

1. Lineamientos ecológicos

Los componen 27 enunciados que reflejan el estado deseable de la UGA, con los cuales se pretende atender las tendencias ambientales identificadas durante la etapa de diagnóstico y pronósticos descritos en el Programa.

2. Estrategias ecológicas

Se tratan de 26 enunciados que integran los objetivos específicos, las acciones, proyecto, programas y responsables orientados al logro de los lineamientos aplicables.

3. Acciones y criterios

Son las asignadas a cada una de las UGA como se menciona en párrafos anteriores y tienen por objeto hacer efectivo el cumplimiento de las estrategias ecológicas, por lo que se les consideran los elementos más finos y directos, mediante los cuales se podrá inducir y lograr el estado deseable de cada UGA.

De esta manera, tales acciones y criterios son clasificados por el referido instrumento en dos clases:

- Acciones y criterios generales (G)

Son los aplicables a todas las UGA del ASO y que de manera general consisten en la implementación de actividades orientada a la regulación de las actividades productivas de la zona para un uso eficiente y sustentable de los recursos naturales, así como la colaboración intersectorial para el cuidado del medio ambiente.

- Acciones y criterios específicos (A)

Son los asignados a cada UGA de acuerdo con sus diferentes características, así como en respuesta a las estrategias ecológicas planteadas en un principio.

El artículo primero del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, establece:

Artículo Primero. - Se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, que corresponde a las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo las zonas federales adyacentes, en términos del documento adjunto al presente Acuerdo.

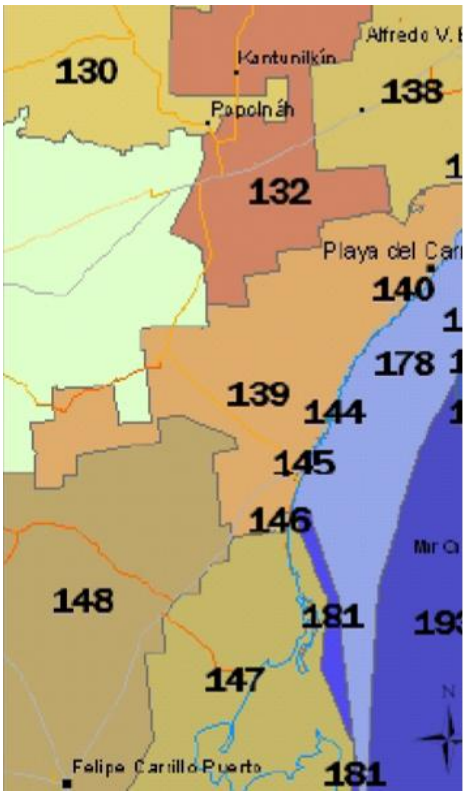
Artículo Segundo. - Se da a conocer la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, en términos del documento adjunto al presente Acuerdo, para que surta los efectos legales a que haya lugar.

Artículo Tercero.- Conforme a los términos del "Convenio Marco de Coordinación para la instrumentación de un proceso de planeación conjunto para la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe", los Gobiernos de los Estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco,

Tamaulipas, Veracruz y Yucatán expedirán, mediante sus órganos de difusión oficial, la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

El sitio del proyecto está regulado por el **Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe**, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012, y se ubica dentro de la Unidad de gestión Ambiental número 139 denominada "**Solidaridad**", el cual establece lo siguiente:

Tipo de UGA	Regional
Nombre:	Solidaridad
Municipio:	Solidaridad
Estado:	Quintana Roo
Población:	135,237 habitantes
Superficie:	327,229.174 ha
Subregión	Presente: Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata



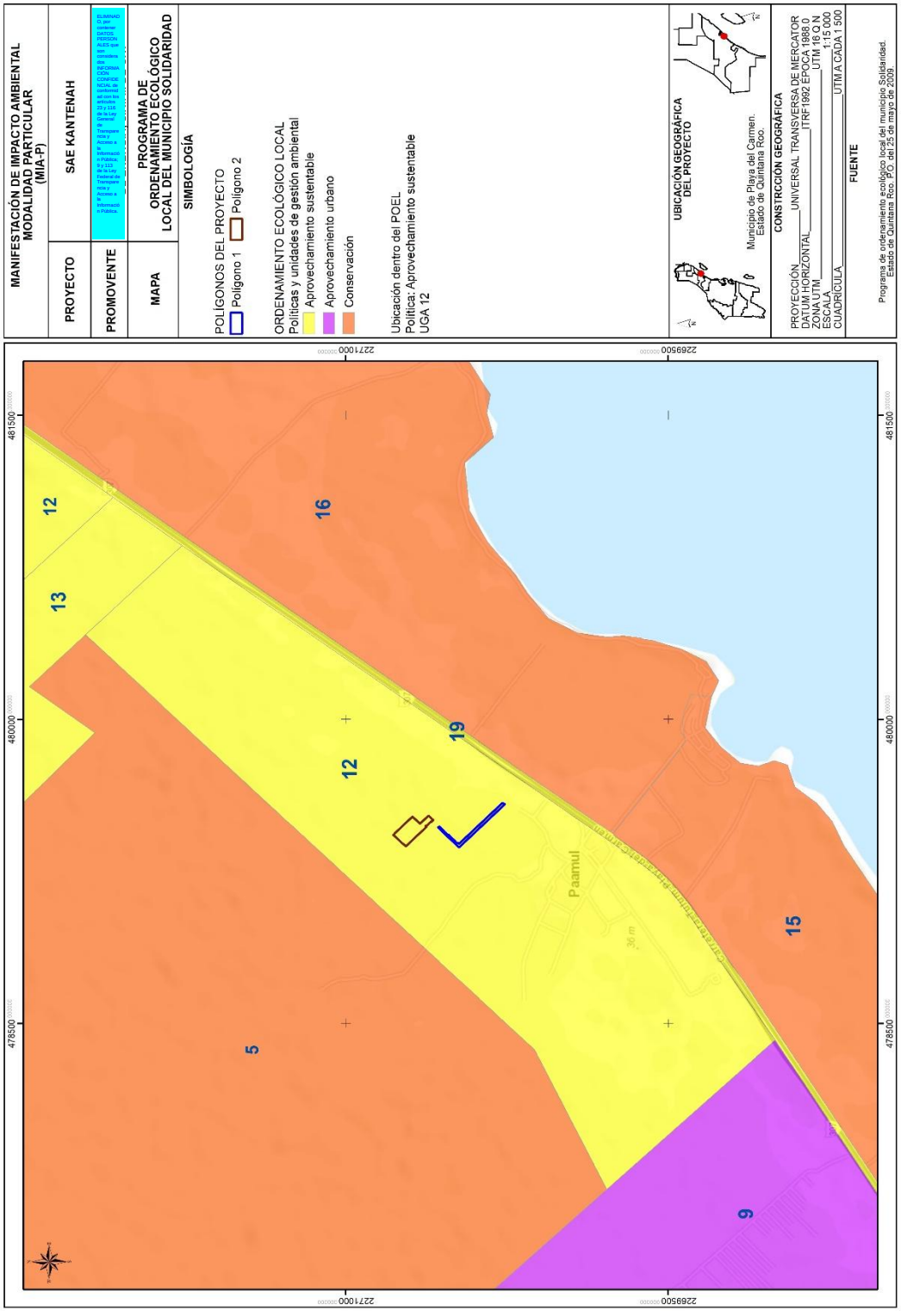
El área del proyecto se encuentra ubicada en la Unidad de Gestión Ambiental número 139 denominada Solidaridad; como puede advertirse, la **UGA 139** corresponde a una **Unidad de tipo regional**. Por tanto, De acuerdo con el artículo Segundo del Acuerdo de expedición, esta solamente fue dada a conocer y no se encuentra Decretada, ya que conforme señala el artículo Tercero, tal situación ocurrirá cuando, en este caso, el Gobierno del Estado de Quintana Roo publique a través de su órgano oficial de difusión, la ficha de las UGA correspondientes.

Por tal motivo no se realiza la vinculación del proyecto con los lineamientos, acciones y criterios aplicables a esta Unidad de Gestión Ambiental, dado que no resulta vinculante.

II.3.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad

El proyecto se encuentra regulado por el **Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Solidaridad** publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 25 de mayo de 2009.

Dentro de este ordenamiento se tienen delimitadas diferentes Unidades de Gestión Ambiental, de las cuales el proyecto incide únicamente en la UGA 12 denominada "**CORREDOR CALICA AKUMAL**", como se observa en el Mapa 1:



Mapa 1. Ubicación del proyecto respecto al POEL SOL

La ficha técnica de esta UGA se presenta a continuación:

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL		**12**	
NOMBRE	**CORREDOR CALICA AKUMAL**		
POLÍTICA AMBIENTAL	**Aprovechamiento sustentable**		
SUPERFICIE	1,864.60 hectáreas	**PORCENTAJE MUNICIPAL**	0.94 %
ESCENARIO INICIAL	El terreno que ocupa esta unidad se ubica sobre una amplia formación geológica con altas posibilidades de extracción de materiales para construcción. En esta zona se encuentra distribuida la mayor parte de los bancos de material existentes en el municipio.		
TENDENCIAS	Derivado del crecimiento turístico esperado será necesaria la apertura de más bancos, por lo que es importante poder regular esta actividad permitiendo el aprovechamiento en zonas donde existe el recurso.		
LINEAMIENTO AMBIENTAL	Se realizará un seguimiento preciso de los diferentes bancos de material que se autoricen en la zona, además de que los bancos deberán establecer un uso alternativo para la zona de aprovechamiento, con la finalidad de evitar la proliferación de bancos abandonados en los que no se aplique ningún programa de restauración o rehabilitación mediante otro uso.		
ESTRATEGIAS AMBIENTALES	Se establece un capítulo en la bitácora ambiental para el seguimiento del cambio de uso del suelo en la unidad. Se verifica el cumplimiento de la aplicación de los proyectos alternativos. Se realizan medidas preventivas para la contención de incendios forestales Se verifica que no se genere contaminación al manto freático Se mantiene el 70 % de la vegetación en la zona.		
VOCACIÓN DE USO DEL SUELO	Minería.		
USOS CONDICIONADOS	Agroindustrial, ecoturístico, suburbano, minero, UMA's, industrial, comercial, deportivo, parque recreativo, equipamiento, reserva natural.		
USOS INCOMPATIBLES	Forestal, agroforestal, agropecuario, urbano, turístico, marina.		
CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	**USO**	**CRITERIOS ESPECÍFICOS**	
	Agroindustrial	03, 05, 07, 12, 16, 28, 34, 46, 47, 48, 51, 52, 54, 76, 78, 86.	
	Ecoturístico	07, 08, 09, 18, 29, 31, 52, 54, 57, 59, 60, 77, 80, 81, 86, 95, 100.	
	Suburbano	22, 26, 52, 54, 80, 81, 85, 86, 95, 100.	
	Minero	10, 28, 39, 42, 43, 44, 52, 54, 58, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 78, 95, 110, 111, 112.	
	UMA's	04, 07, 09, 16, 29, 46, 50, 51, 52, 54, 77, 80, 82, 86, 100.	
	Industrial	28, 53, 54, 70, 72, 73, 74, 75, 78, 80, 95, 100, 102, 110.	
	Comercial	28, 53, 54, 63, 70, 71, 72, 73, 75, 80, 95, 102, 109.	

	Deportivo	06, 09, 13, 22, 25, 37, 49, 50, 53, 54, 59, 61, 68, 75, 80, 81, 85, 86, 94, 95, 100.
	Parque recreativo	06, 08, 09, 11, 28, 31, 49, 53, 54, 57, 58, 59, 64, 68, 69, 80, 81, 85, 86, 95, 100, 102, 108.
	Reserva Natural	07, 16, 30, 80, 86, 100.
	Equipamiento	32, 53, 54, 78, 85, 86.

En este sentido, se tiene que la Política Ambiental de la UGA señalada es de **Aprovechamiento sustentable**, la cual es definida como "*La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por períodos indefinidos*".

En el mismo sentido, la vocación del suelo es Minería y dentro de los Usos de suelo condicionados se cuenta con el de **Equipamiento** en donde se indica que *"Aprovechamiento del territorio fuera de los centros de población para el establecimiento de obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público, tanto de inversión pública como privada, que apruebe el H. Cabildo de Solidaridad y/u otras autoridades competentes, con apego a la reglamentación aplicable*".

Considerando que el proyecto pretende la instalación de un sistema de almacenamiento de energía en sitio (BESS), con una capacidad de 20 MW / 60 MWh, así como la instalación de una línea de transmisión subterránea, se considera una obra de infraestructura o equipamiento y por lo tanto resulta compatible con la UGA y sus lineamientos.

Los criterios de regulación ecológica, entendidos como:

Los criterios de regulación ecológica establecidos para el Programa Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Solidaridad han sido organizados en tres grupos:

- *Los criterios de regulación ecológica de aplicación general (CG), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.*

- *Los criterios de regulación ecológica aplicables a las áreas urbanas (CU), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado dentro de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.*
- *Los criterios de regulación ecológica de carácter específico (CE), son aplicables a la totalidad del territorio ordenado fuera de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio Solidaridad, cuya aplicación está en función del tipo de uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.*

Conforme a lo anterior y toda vez que los lotes que conforman el proyecto se ubican fuera de los centros de población legalmente constituido en el Municipio de Solidaridad (actualmente Playa del Carmen) le resultan aplicables únicamente los criterios los CG y los CE.

Se presenta el análisis de cumplimiento del proyecto a los criterios ambientales:

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
CG-01	Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.	Se obtendrán todas la autorizaciones y permisos que sean requeridos para el desarrollo del proyecto, antes las autoridades correspondientes.
CG-02	Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa, se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de	Se implementará un Programa de Rescate de Vegetación que incluirá a las especies que están enlistadas en la norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. En donde se pondrá énfasis en las especies que se consideren relevantes ya sea por su función ecológico.

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	
CG-03	Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	Se implementarán medidas para la protección y conservación de la fauna silvestre, entre las que se incluyen la ejecución de un programa de rescate y reubicación de fauna que contemple a las especies de los distintos grupos faunísticos que pudieran encontrarse dentro del derecho de vía del proyecto, con especial atención a aquellas de poca movilidad o lento desplazamiento, así como a las especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, se realizará el ahuyentamiento de fauna previo a la remoción de la vegetación, se impartirán pláticas de concientización dirigidas al personal sobre la importancia de la protección y conservación de la flora y la fauna silvestres, y se mantendrá una supervisión ambiental estricta durante todas las etapas del proyecto, a fin de verificar el cumplimiento de las medidas establecidas.
CG-04	Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.	Por la naturaleza del proyecto, consistente en la instalación de un sistema de almacenamiento de energía eléctrica, no se contempla la habilitación de áreas verdes dentro del sitio. No obstante, como parte de las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, se llevará a cabo el rescate de flora silvestre y la reforestación de una superficie con especies nativas propias del ecosistema de la región, contribuyendo a la conservación de la vegetación local y a la recuperación de la cobertura vegetal.
CG-05	Con la finalidad de evitar el fraccionamiento de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	Por la naturaleza del proyecto, consistente en la instalación de un sistema de almacenamiento de energía eléctrica, no se contempla la habilitación de áreas verdes como parte de la infraestructura operativa. No obstante, la ubicación y distribución de sus componentes deberán considerar las características ambientales del sitio y procurar, en la medida de lo posible, la

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
		conservación de la vegetación natural existente. La infraestructura del proyecto estará delimitada por una cerca perimetral; sin embargo, dadas sus características y dimensiones, se prevé que su presencia no constituya necesariamente una barrera infranqueable para la fauna silvestre, particularmente para aquellas especies con capacidad de desplazamiento suficiente para rodear las instalaciones. No obstante, la posible incidencia sobre la conectividad ecológica dependerá de las características de la cerca, de las especies presentes y de las condiciones de la vegetación circundante, por lo que deberán considerarse las medidas de prevención y mitigación que resulten pertinentes.
CG-06	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.	La tierra vegetal recuperada durante las actividades de desmonte y despalme será aprovechada mediante su reincorporación en áreas deterioradas aledañas al sitio del proyecto, con la finalidad de favorecer la regeneración natural de la vegetación herbácea y arbustiva, contribuir a la recuperación de la cobertura vegetal y promover el aprovechamiento integral de los recursos naturales del predio. Asimismo, los residuos vegetales derivados del desmonte serán triturados y sometidos a un proceso de compostaje para su posterior aprovechamiento en el mejoramiento de las áreas que se destinen a restauración, conforme a las condiciones del sitio y a las autorizaciones aplicables. Estos materiales no serán comercializados, salvo que se cuente con la autorización expresa de la autoridad competente.
CG-07	Los proyectos que generen aguas residuales (grises, negras, azules o jabonosas) deberán disponerlas a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales propio que cumpla con la normatividad vigente aplicable. La descripción del sistema de tratamiento deberá incorporarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Sólo se permitirá la reutilización de las aguas residuales tratadas cuándo éstas cumplan con la normatividad ambiental vigente.	El proyecto consiste en la instalación de infraestructura para el almacenamiento de energía eléctrica, por lo que, durante su etapa de operación, no se prevé la generación de aguas residuales asociadas a procesos productivos. No obstante, durante la etapa de preparación del sitio y construcción se generarán aguas residuales de tipo sanitario derivadas del uso de los servicios por parte del personal. Para su manejo, se contratará el servicio de sanitarios portátiles con un prestador

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
		debidamente autorizado, los cuales se instalarán en los frentes de trabajo en cantidad suficiente, de acuerdo con el número de trabajadores. El prestador del servicio será responsable de realizar la limpieza y el mantenimiento de las unidades, así como de la recolección, transporte y disposición final de las aguas residuales en instalaciones autorizadas, conforme a la normatividad aplicable. En virtud de lo anterior, el manejo de las aguas residuales sanitarias generadas durante la construcción se realizará mediante un prestador de servicios especializado, a fin de evitar su descarga directa al suelo o a cuerpos de agua. Asimismo, no se contempla la reutilización de aguas residuales en el desarrollo del proyecto.
CG-08	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	Por la naturaleza del proyecto, consistente en la instalación de un sistema de almacenamiento de energía eléctrica, no se contempla la construcción de una red de drenaje sanitario, debido a que las únicas aguas residuales previstas durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán las generadas por el uso de los servicios sanitarios del personal. Para su manejo, se contratará el servicio de sanitarios portátiles con un prestador de servicios autorizado, los cuales se instalarán en los frentes de trabajo en cantidad suficiente, de acuerdo con el número de trabajadores. El prestador será responsable de la limpieza y el mantenimiento de las unidades, así como de la recolección, el transporte y la disposición final de las aguas residuales en sitios autorizados, conforme a la normatividad aplicable. En virtud de que no se contempla la instalación de una red de drenaje sanitario, no se prevé la necesidad de establecer una canalización independiente para este tipo de aguas residuales. Su manejo se realizará mediante el servicio de sanitarios portátiles, evitando descargas directas al suelo o al entorno.
CG-09	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de	No se contempla la construcción de drenajes pluviales ni pozos de absorción

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).	como parte del proyecto, dada su naturaleza.
CG-10	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.	Todos los derivados pétreos que se utilicen durante la construcción del proyecto serán obtenidos de casa comerciales autorizadas.
CG-11	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	No se contempla la realización de actividades de manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos como parte del proyecto.
CG-12	Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, deberán llevar a cabo un monitoreo del desempeño ambiental del proyecto, el cual deberá sustentarse en un estudio técnico o programa en el que se establezcan los indicadores de calidad ambiental que permitan identificar la eficacia de las medidas sobre los principales componentes de la biota, así como los métodos, técnicas que permitan medir tales indicadores y los tiempos y mecanismos para la interpretación de los resultados. Este estudio deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. El promovente deberá entregar copia de los reportes a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.	Para el seguimiento de las medidas que se propongan para la prevención y mitigación de los impactos identificados, se implementará un Programa de Vigilancia Ambiental, mediante el cual se presentarán informes a la autoridad, con la finalidad de evidenciar su cumplimiento.
CG-13	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se implementarán medidas para el manejo integral de los residuos generados, de conformidad con la legislación y normativa aplicables. Como medida preventiva, se evitará la acumulación o disposición de residuos sobre la vegetación remanente dentro del predio y en las áreas de vegetación circundantes, para prevenir su deterioro y la contaminación del suelo. Los residuos sólidos urbanos se separarán y almacenarán temporalmente en sitios destinados para tal fin, para posteriormente trasladarlos a los sitios de disposición final autorizados que correspondan. En el caso de los residuos de manejo especial, se verificará ante las autoridades competentes

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
		cuáles son los sitios de recepción y disposición autorizados, y se contratarán prestadores de servicios autorizados cuando así lo establezca la normativa aplicable. Asimismo, se conservará la documentación que permita acreditar su manejo y destino final. Por su parte, los residuos peligrosos que, en su caso, se generen durante las obras se manejarán de manera diferenciada y se almacenarán temporalmente en un área que cumpla con las condiciones y requisitos establecidos en la legislación aplicable. Su transporte y envío a tratamiento o disposición final se realizarán mediante prestadores de servicios autorizados, de conformidad con las disposiciones correspondientes. El almacenamiento temporal no excederá los plazos máximos permitidos por la normativa vigente. Con estas medidas se busca asegurar el manejo y la disposición adecuados de los residuos derivados de las obras, evitando su abandono o disposición sobre la vegetación remanente y circundante, así como reducir los posibles impactos ambientales asociados.
CG-14	Está prohibida la introducción de especies de flora o fauna exóticas o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO, en áreas naturales, cavernas y cuerpos de agua superficiales o subterráneos. La introducción y manejo de especies exóticas sólo se permite en áreas modificadas previa autorización de la SEMARNAT o la SAGARPA. Se excluye de esta restricción las especies de plantas ornamentales tropicalizadas de uso común en la zona Norte de Quintana Roo que se destinen a la conformación de áreas verdes o jardines.	No se contempla la introducción de especies exóticas como parte del proyecto.
CG-15	Los promoventes que pretendan llevar a cabo obras o actividades en zonas que se constituyan como sitios de anidación o reproducción de una o más especies de fauna incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, deberán implementar acciones que aseguren la disponibilidad de sitios de anidación y reproducción de tales especies. Estas acciones deberán estar sustentadas en un plan de manejo de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre, que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al	Como parte de las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, que considere los diferentes grupos faunísticos que pudieran encontrarse en el área de intervención del proyecto, con especial atención en las especies de poca movilidad o lento desplazamiento, así como en aquellas incluidas en alguna categoría de

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	informe preventivo aplicable al proyecto. Las acciones deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	riesgo conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Previo al inicio de las actividades de desmonte y despalme, se realizarán recorridos de inspección para identificar la presencia de ejemplares, nidos, madrigueras y otros sitios que pudieran ser utilizados como áreas de anidación, reproducción o refugio. Cuando resulte necesario, se llevarán a cabo acciones de ahuyentamiento y rescate de fauna por personal capacitado, procurando evitar lesiones a los ejemplares y favorecer su permanencia en hábitats adecuados fuera de las áreas de intervención. Asimismo, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se impartirán pláticas de sensibilización ambiental al personal sobre la importancia de la conservación de la flora y fauna silvestres, y se mantendrá supervisión ambiental para verificar la aplicación de las medidas establecidas y prevenir afectaciones innecesarias a la fauna. En caso de identificarse sitios de anidación o reproducción de especies incluidas en la norma antes citada, se evaluarán las medidas específicas necesarias para asegurar la disponibilidad y conservación de dichos sitios. Cuando corresponda conforme al criterio y a la legislación aplicable, estas acciones deberán sustentarse en el plan de manejo respectivo y contar con las autorizaciones requeridas antes de su ejecución. De esta manera, las medidas de manejo de fauna se orientarán tanto a reducir los impactos derivados de las obras como a proteger los sitios indispensables para la reproducción y permanencia de las especies presentes.
CG-16	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.	Para la ejecución del proyecto no se contempla la construcción de campamentos para los trabajadores dentro del predio ni en sus inmediaciones. En caso de requerirse espacios para el alojamiento del personal durante la etapa de construcción, se recurrirá al arrendamiento de viviendas o edificaciones existentes en los centros de población cercanos, evitando

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
		así la habilitación de instalaciones habitacionales temporales en el área del proyecto. En caso de que los inmuebles arrendados se destinen al alojamiento de los trabajadores, se verificará que cuenten con condiciones adecuadas de habitabilidad, acceso a agua potable, servicios sanitarios suficientes y un manejo apropiado de los residuos sólidos. Asimismo, se deberán considerar medidas de protección civil para la atención de emergencias y alertas por fenómenos hidrometeorológicos, de acuerdo con las características del inmueble y la normativa aplicable. La disponibilidad de servicios sanitarios deberá ajustarse a la proporción mínima de uno por cada 25 trabajadores. De esta manera, se buscará garantizar condiciones adecuadas de alojamiento, higiene y seguridad para el personal, sin requerir la construcción de campamentos adicionales asociados al proyecto.
CG-17	El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAP/SAGAR-1997.	No se empleará fuego durante ninguna actividad en las diferentes etapas del proyecto.
CG-18	Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, deberán presentar de manera semestral a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental, un plano georreferenciado (UTM, Datum WGS-84, Zona 16Q) de las áreas aprovechadas dentro del predio, en donde se especifiquen los tipos de vegetación afectados y su superficie.	Este criterio no resulta aplicable al proyecto pretendido, puesto que la superficie del proyecto corresponde a 1.65 has.
CG-19	Para la apertura de caminos de acceso y vialidades de cualquier tipo fuera de los centros de población se requiere contar con la autorización en materia de impacto ambiental, así como de la autorización de cambio de uso del suelo que por excepción emite la autoridad federal correspondiente.	Para el acceso al área del proyecto se utilizará la superficie de la infraestructura eléctrica existente que forma parte de la Red Nacional de Transmisión, a saber, de la SE Kantenah de la CFE, obra autorizada tanto en materia ambiental como forestal, la cual cuenta con un camino desde la carretera federal hacia la subestación y caminos perimetrales dentro de la propia instalación, desde la cual puede accederse al área del proyecto pretendido.

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
CG-20	El establecimiento de viviendas o unidades de hospedaje de cualquier tipo, deberá ubicarse a una distancia mayor a 1,000 metros medidos a partir del pozo de extracción de agua potable de la red pública para abasto urbano más cercano.	No se contempla la construcción de viviendas ni unidades de hospedaje de ningún tipo como parte del proyecto.
CG-21	En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes. En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, corrección, que aplicará en cada etapa. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias o sus residuos se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se implementarán medidas preventivas para evitar derrames de combustibles, lubricantes, grasas, aceites y otras sustancias potencialmente contaminantes que pudieran emplearse en las actividades de obra o estar presentes en la maquinaria, los vehículos y los equipos utilizados. Como medida preventiva, se verificará que la maquinaria y los vehículos utilizados se encuentren en buenas condiciones mecánicas y reciban el mantenimiento correspondiente, a fin de reducir el riesgo de fugas. Asimismo, se evitará realizar cambios de aceite, abastecimiento de combustible y otras actividades que impliquen el manejo de sustancias potencialmente contaminantes directamente sobre el suelo natural, salvo que se cuente con un área acondicionada y con las medidas de contención necesarias. En caso de presentarse algún derrame, se procederá a contenerlo, recuperar el material contaminado y manejar los residuos resultantes conforme a la normativa aplicable. Los residuos peligrosos que pudieran generarse, incluidos los materiales impregnados con aceites, grasas o combustibles, así como sus recipientes contaminados, se recolectarán y almacenarán temporalmente en un área destinada para tal fin, que cumpla con las especificaciones establecidas en la legislación aplicable. Se evitará su abandono o disposición junto con los residuos sólidos urbanos. Además, se llevará una bitácora de control de los residuos y materiales almacenados, en la que se registren las entradas, salidas y movimientos correspondientes, según resulte aplicable. En cuanto a la etapa de operación, se determinarán las sustancias

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
		potencialmente contaminantes asociadas al funcionamiento y mantenimiento del sistema de almacenamiento de energía y sus equipos auxiliares. Su manejo, almacenamiento y disposición se efectuarán bajo medidas preventivas que eviten su liberación al suelo o a cuerpos de agua, de acuerdo con las características de cada sustancia y los requisitos normativos aplicables. Estas medidas tienen como finalidad prevenir la contaminación del suelo y del agua, así como garantizar el manejo adecuado de las sustancias potencialmente contaminantes y de los residuos derivados de su utilización.
CG-22	El uso de explosivos, estará regulado por los lineamientos de la Secretaría de Defensa Nacional y la normatividad aplicable. Previamente a la utilización de explosivos deberá entregarse a la autoridad competente en materia de protección civil, el cronograma de detonaciones y el programa de protección civil correspondiente que deberá estar disponible al público en general.	No se contempla el uso de explosivos como parte del proyecto.
CG-23	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.	Como parte de las medidas preventivas y de mitigación que se proponen, se realizará un manejo integral de los residuos generados y, en el caso de los residuos peligrosos, se contratarán los servicios de un prestador de servicios autorizado en la materia para su manejo y disposición final, en general, se seguirán las disposiciones incluidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y demás normativa aplicable.
CG-24	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad fuera de los centros de población está delimitada entre la zona federal marítimo terrestre y la carretera federal 307. El territorio localizado al poniente de la carretera federal 307 se considera zona continental.	El proyecto no afectará zonas costeras, puesto que se ubica a más de 2 km de la costa más cercana.
CG-25	La superficie que se permite ocupar en un predio será el área de aprovechamiento máxima permitida para el desplante de las obras provisionales o definitivas proyectadas, incluyendo obras de urbanización (red de abasto de agua potable, red	El criterio resulta aplicable al proyecto, toda vez que establece disposiciones para regular la superficie de aprovechamiento del predio y la ocupación del suelo por las obras provisionales y definitivas. En este

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales o fosas sépticas, red de electrificación y alumbrado, obras viales interiores, estacionamientos y las que se requieran para la incorporación del proyecto a la red vial), las obras o edificaciones de que conste el proyecto, así como los jardines, áreas públicas, albercas y áreas verdes. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales siendo responsabilidad del propietario su preservación y protección. No se contabilizan los senderos, brechas o andadores peatonales al interior de las áreas naturales que se conserven dentro del predio y que sirvan para intercomunicar las diferentes áreas de instalaciones o servicios dentro del proyecto. Las áreas previamente desmontadas o sin vegetación dentro del predio podrán formar parte del área de aprovechamiento permitida y deben considerarse en primer lugar para el desplante de las obras que se proyecten. Cuando por motivo del diseño y funcionalidad de un proyecto no resulte conveniente el uso de las áreas previamente desmontadas, podrá solicitarse el aprovechamiento de otras áreas siempre que el promovente se obligue a reforestar las áreas afectadas que no utilizará, situación que deberá realizar de manera previa a la etapa de operación del proyecto. Cuando el área afectada dentro del predio sea mayor al área de aprovechamiento máxima permitida en el mismo, el propietario deberá implementar medidas tendientes a la restauración ambiental de la superficie excedente de manera previa a la conclusión de la etapa de construcción. Dichas medidas deberán sustentarse en un estudio técnico o programa de restauración que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las actividades de restauración ambiental deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	sentido, el área de aprovechamiento del proyecto comprenderá la superficie requerida para la instalación del sistema de almacenamiento de energía eléctrica (BESS), sus equipos auxiliares, las obras de interconexión eléctrica, las áreas de circulación y maniobra, así como las demás instalaciones necesarias para su construcción y operación. La delimitación de dicha superficie deberá considerar las características y requerimientos técnicos del proyecto, procurando aprovechar, en primer término, las áreas previamente desmontadas o carentes de vegetación, cuando existan y sean compatibles con el diseño y la funcionalidad de las instalaciones. La superficie del predio que no sea requerida para las obras deberá conservarse en condiciones naturales, evitando afectaciones innecesarias a la vegetación y al suelo. Asimismo, previo al inicio de las obras, se deberán determinar la superficie total del predio, el área de aprovechamiento proyectada y la superficie que permanecerá en condiciones naturales, a fin de verificar que la ocupación del suelo se ajuste a los parámetros aplicables. En caso de que las actividades ocasionen afectaciones que excedan el área de aprovechamiento permitida, deberán definirse e implementarse las medidas de restauración ambiental que correspondan, de conformidad con las disposiciones aplicables y las autorizaciones requeridas.
CG-26	Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.	No se identificaron vestigios arqueológicos en el sitio del proyecto.

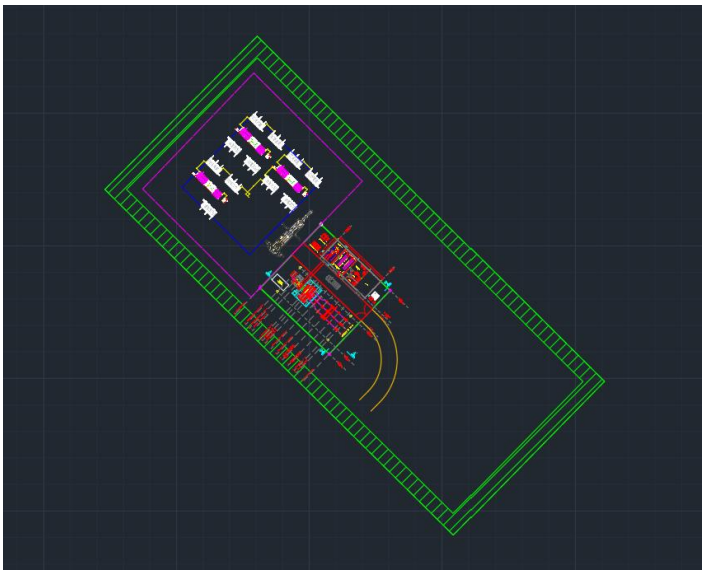
Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
CG-27	Las obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público sólo se permiten con la aprobación del H. Cabildo de Solidaridad y/u otras autoridades competentes, previa autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo de terrenos forestales.	Debido a que la ejecución del proyecto contempla la remoción de vegetación natural, se gestionarán ante las autoridades competentes las autorizaciones que resulten aplicables en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Para tal efecto, se prevé presentar la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) y el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) de manera simultánea, a fin de someter a evaluación los impactos ambientales del proyecto y justificar, en su caso, la procedencia del cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Asimismo, previo al inicio de las obras que lo requieran, se deberá contar con las autorizaciones correspondientes.
CG-28	Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que éstos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.	No se contempla el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas como parte del proyecto.
CG-29	Con la finalidad de garantizar la estabilidad de las edificaciones, así como evitar el desplome o alumbramiento innecesario del acuífero o la afectación de estructuras y sistemas cársticos, los promoventes deberán realizar de manera previa al inicio de obras un estudio de mecánica de suelos avalado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación.	Como parte del proyecto, se realizarán de manera previa a su construcción los estudios pertinentes que permitan garantizar su seguridad, incluyendo estudios de mecánica de suelos.
CG-30	Los promoventes deberán implementar un programa de información y capacitación ambiental para los trabajadores que viven en los campamentos de construcción, que los ilustre sobre las especies de flora y fauna que cuentan con protección especial, para evitar su depredación.	Se realizará la concienciación del personal tanto de campo como administrativo, mediante la impartición de pláticas sobre la importancia de la conservación de la flora y fauna silvestre a todo el personal que labore en obra, las cuales serán obligatorias. Además, se realizará la supervisión durante todo el proceso constructivo del proyecto, a fin de prevenir o evitar que los trabajadores incurran en la captura o extracción de ejemplares de fauna silvestre en áreas aledañas.
CG-31	En caso que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse programa de monitoreo de la misma, el cual deberá acompañar al manifiesto de	No se identificaron cavernas de ningún tipo en el predio del proyecto.

Criterio	Descripción	Vinculación con el proyecto
	impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación.	
CG-32	En predios en los que existan manglares deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	El sitio del proyecto no cuenta con vegetación de manglar. El proyecto no se ubica próximo a zonas con este tipo de vegetación.
CG-33	Para la práctica de actividades autorizadas al interior de cavernas o cenotes, únicamente se permite el uso de luz amarilla o roja, la cual solamente se encenderá durante la estancia de los usuarios.	No se identificaron cenotes o cavernas en el predio del proyecto.
CG-34	Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.	Las únicas aguas residuales que se generarían por la ejecución del proyecto serían aquellas correspondientes a la utilización de servicios sanitarios. Como medida de prevención se dispondrá en el sitio de la obra, sanitarios portátiles para el uso de los trabajadores (en una proporción no menor de 1:25), a los cuales se les realizará mantenimiento y limpieza periódica, evitándose que los residuos sanitarios por infiltración al suelo lleguen al manto freático y lo contaminen, adicional se prohibirá el fecalismo o el orinar al aire libre. Se contratará a un prestador de servicios autorizado en la materia para la realización del mantenimiento y disposición final de estos residuos. Se establecerán pláticas de concienciación relativas a los efectos negativos del fecalismo al aire libre, siendo impartidas a todo el personal que labore en la construcción de la obra.
CG-35	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	Se realizará el manejo integral de los residuos que sean generados en todos los frentes de trabajo y como parte del proyecto, de acuerdo con la Ley general para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), su Reglamento y demás normas aplicables (dependiendo el tipo de residuo: Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial o Residuos Peligrosos).
CG-36	En el caso de fraccionamientos que se desarrollen fuera de los centros urbanos, el área de aprovechamiento máxima del predio o lote será la que establece la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. La superficie remanente deberá mantenerse en condiciones naturales.	No se contempla la construcción de fraccionamientos como parte del proyecto.

Se analizan los Criterios Específicos aplicables a la naturaleza de **Equipamiento** del proyecto:

Criterio	Descripción	Vinculación del proyecto
CE-32	El porcentaje de desmonte para proyectos de infraestructura y equipamiento de obra pública federal, estatal o municipal se determinará de acuerdo con la naturaleza misma de cada proyecto.	Considerando que el proyecto consiste en la instalación de un Sistema de Almacenamiento de Energía mediante baterías (SAE o BESS, por sus siglas en inglés), con una capacidad de 20 MW / 60 MWh, así como la construcción de una línea de transmisión eléctrica subterránea, se considera que corresponde a una obra de infraestructura y equipamiento destinada al almacenamiento y suministro de energía eléctrica. Es importante mencionar que el proyecto tiene como finalidad gestionar y suministrar energía eléctrica en el punto de interconexión asociado a la Subestación Eléctrica Kantenah, perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad (CFE), empresa pública del Estado mexicano sectorizada a la Secretaría de Energía (SENER), ubicada en el predio colindante. En este sentido, el porcentaje de desmonte requerido para la ejecución del proyecto deberá determinarse en función de sus características particulares, las obras y actividades previstas, así como de las superficies necesarias para su construcción y operación, de conformidad con lo establecido en el criterio ecológico. Ahora bien, de la revisión de los criterios ecológicos específicos aplicables al proyecto, no se identificó alguno que establezca expresamente un porcentaje máximo de desmonte para este tipo de infraestructura.
CE-53	Es obligatoria la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad suficiente para el manejo de las aguas residuales del proyecto a máxima capacidad de ocupación. El proceso de tratamiento y disposición final del efluente y	Las únicas aguas residuales que se generarían por la ejecución del proyecto serían aquellas correspondientes a la utilización de servicios sanitarios. Como medida de prevención se dispondrá en el sitio de la obra, sanitarios portátiles para el

Criterio	Descripción	Vinculación del proyecto
	subproductos deberá cumplir con lo establecido en la normatividad aplicable.	uso de los trabajadores (en una proporción no menor de 1:25), a los cuales se les realizará mantenimiento y limpieza periódica, evitándose que los residuos sanitarios por infiltración al suelo lleguen al manto freático y lo contaminen, adicional se prohibirá el fecalismo o el orinar al aire libre. Se contratará a un prestador de servicios autorizado en la materia para la realización del mantenimiento y disposición final de estos residuos. Se establecerán pláticas de concienciación relativas a los efectos negativos del fecalismo al aire libre, siendo impartidas a todo el personal que labore en la construcción de la obra.
CE-54	El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.	
CE-78	Con objeto de minimizar la fragmentación de los ecosistemas y mantener corredores biológicos, se deberá establecer una franja verde perimetral en los predios o parcelas, cuya superficie mínima será equivalente a 20 % del área del predio. Esta franja se establecerá del límite de la propiedad o parcela hacia el interior de la misma y deberá conservar la vegetación natural de manera permanente. En esta franja se permite la conformación de accesos al predio. Se exceptúa este criterio para vías de comunicación federal y estatal.	En el polígono 2 del proyecto, donde se instalará el Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE), se conservará una franja verde perimetral con vegetación natural, cuya superficie será equivalente, como mínimo, al 20 % del área del polígono. Esta franja se ubicará desde los límites del predio hacia su interior y permitirá contribuir a la conservación de la cobertura vegetal, así como a la reducción de la fragmentación del ecosistema y al mantenimiento de la conectividad biológica en el área del proyecto. La ubicación y delimitación de dicha franja se presentan en los planos del proyecto y en la imagen siguiente. La vegetación comprendida en esta superficie se conservará de manera permanente, de conformidad con lo establecido en el criterio ecológico.

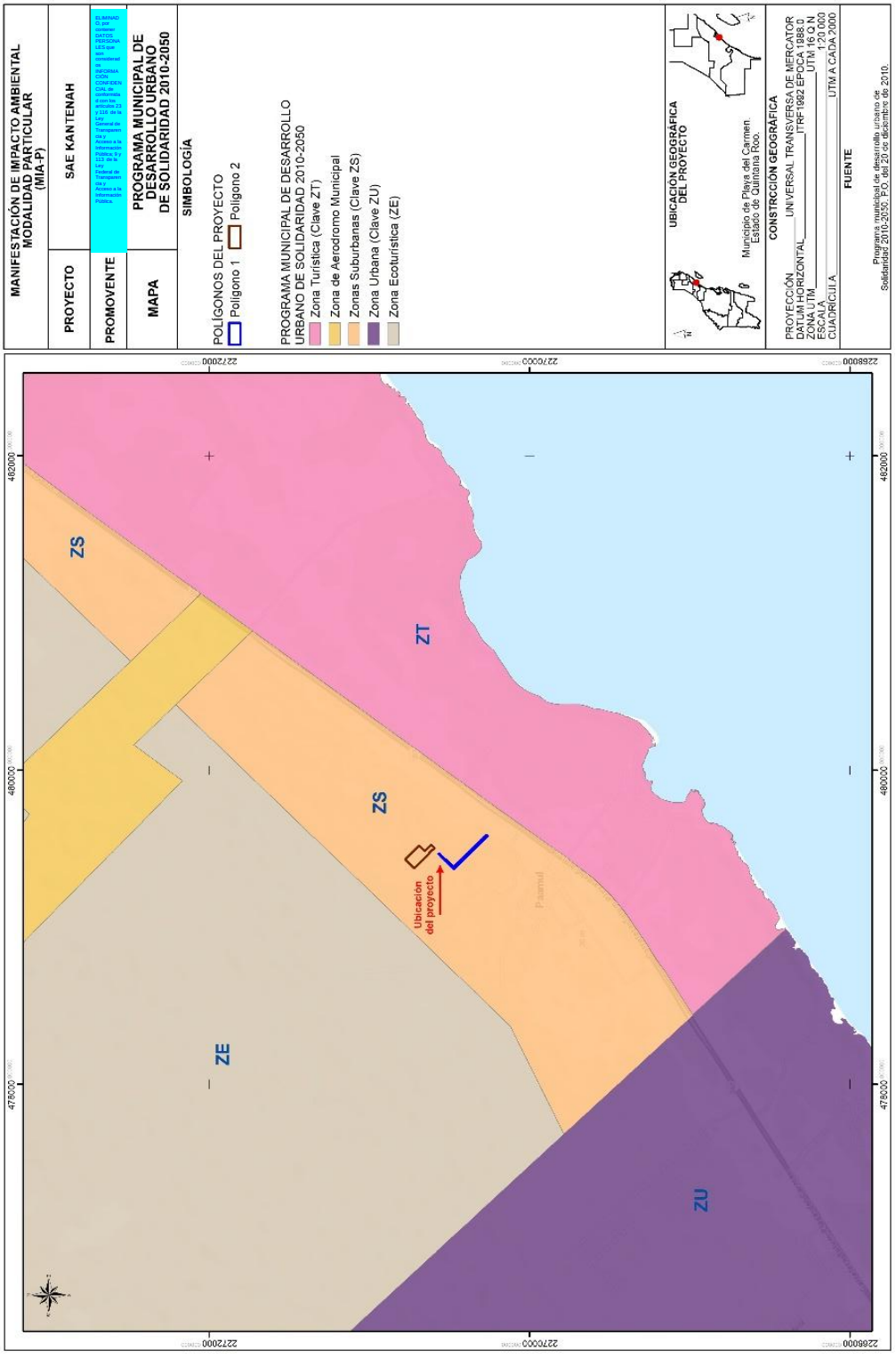
Criterio	Descripción	Vinculación del proyecto
		
CE-85	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	El proyecto no contempla la construcción de camellones, parques, jardines, áreas de donación ni otras áreas destinadas a equipamiento urbano que correspondan a los supuestos específicos señalados en el presente criterio. Por lo tanto, no se prevé la integración de vegetación arbórea y palmas a este tipo de espacios. No obstante, como parte de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, se implementará el Programa de rescate y reubicación de flora, que priorizará los ejemplares de especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus modificaciones aplicables, así como aquellos individuos que, por su función ecológica, valor ornamental o económico, escasa representación en el área o dificultad de crecimiento, se consideren relevantes para su conservación. Los ejemplares rescatados que presenten condiciones adecuadas serán reubicados en áreas destinadas para tal fin, conforme a los alcances y procedimientos establecidos en el programa correspondiente.
CE-86	Cuando en las áreas que se mantendrán con cubierta vegetal original dentro de los predios, existan áreas afectadas o con vegetación escasa o dominada por estratos herbáceo o	Los dos polígonos que conforman el proyecto presentan vegetación de selva mediana subperennifolia, con presencia de vegetación secundaria lo cual indica que la

Criterio	Descripción	Vinculación del proyecto
	arbustivo, se deberá realizar un programa de reforestación con especies nativas que considere por lo menos 1,500 árboles o palmas por hectárea. Se deberá establecer un monitoreo permanente de las áreas reforestadas para valorar la eficiencia de las acciones emprendidas. La selección de las especies y el número de individuos por especie a reforestar se determinará con base en un programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto.	comunidad vegetal ha experimentado modificaciones respecto de su condición original y que presenta una estructura y composición asociadas con procesos de regeneración. No obstante, estas superficies mantienen relevancia ambiental, ya que pueden proporcionar hábitat y recursos para la fauna silvestre, contribuir a la conservación del suelo y participar en los procesos ecológicos propios de los ecosistemas selváticos. Por lo anterior, no se contempla la implementación de acciones de reforestación en las áreas que conservarán la cubierta vegetal original. No obstante, como parte de las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, en el que se priorizarán los ejemplares de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus modificaciones aplicables, así como aquellos individuos que, por su función ecológica, valor ornamental o económico, escasa representación en el área o dificultad de crecimiento, se consideren relevantes para su conservación. En este sentido, el proyecto no prevé acciones de reforestación, al no identificarse, con base en las condiciones actuales de la vegetación, áreas que requieran este tipo de intervención.

II.4 PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO

II.4.1 PROGRAMA DE MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO (PDU SOLIDARIDAD), PUBLICADO EN EL PERIÓDICO OFICIAL DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO EL DÍA 20 DE DICIEMBRE DE 2010.

El sitio del proyecto se encuentra regulado por el **Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo (PDU Solidaridad)**, de conformidad con lo establecido en dicho programa, el sitio del proyecto le es aplicable el uso de suelo denominado Zona Suburbana, con clave ZS.



Mapa 2.- Ubicación del proyecto respecto a los Programa de Desarrollo Urbano

Al respecto, el numeral 3.6 dominado *Zonificación del Desarrollo*, específicamente en el apartado 3.6.7 establece lo siguiente:

"3.6.7 Zona Suburbana. (UGA's 12 y 18)

Ubicada sobre la carretera federal 307, Chetumal – Puerto Juárez. ***Estas zonas estarán sujetas a un programa de desarrollo turístico sustentable*** *para garantizar su crecimiento ordenado, es importante evitar la continuidad urbana y propiciar que estas zonas sean turísticas complementando así las zonas turísticas costeras y evitando los desarrollos urbanos (…)".*

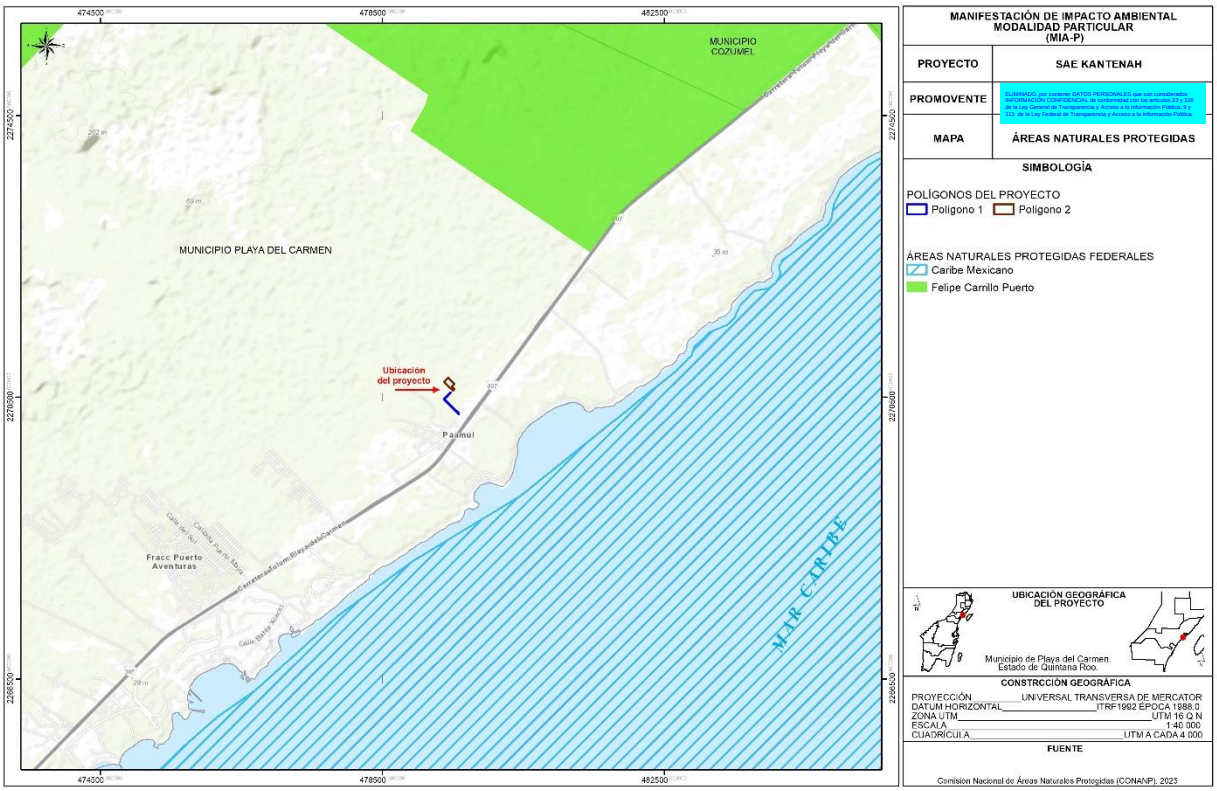
De lo anterior se desprende que el instrumento de planeación reconoce el área como una zona suburbana cuyo desarrollo se encuentra condicionado a la implementación de un programa de desarrollo turístico sustentable, con el propósito de orientar su crecimiento ordenado, evitar la continuidad de la mancha urbana y favorecer la complementariedad con las zonas turísticas costeras.

No obstante, para efectos del análisis de compatibilidad urbanística del proyecto, es importante señalar que, con base en la información documental consultada, no se identificó la publicación del programa de desarrollo turístico sustentable referido en el apartado citado. En consecuencia, el **PDU Solidaridad** no permite determinar, a partir de dicho apartado, parámetros específicos de aprovechamiento urbano ni criterios particulares de compatibilidad aplicables al proyecto.

En el mismo sentido, el sitio del proyecto no se localiza dentro del ámbito territorial de aplicación de un programa de desarrollo urbano correspondiente a un centro de población constituido. Los instrumentos de esta naturaleza identificados como más próximos son el **Programa de Desarrollo Urbano de Ciudad Aventuras**, ubicado aproximadamente a 2 km del sitio, y el **Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen**, localizado a aproximadamente 5 km.

II.5 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

De acuerdo con la cartografía oficial de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) decretadas, el predio donde se pretende desarrollar el proyecto se localiza fuera de los polígonos oficialmente establecidos para dichas áreas. Por lo tanto, el sitio no se encuentra dentro de los límites territoriales de un ANP decretada, por lo que no le resultan aplicables las disposiciones específicas derivadas de un decreto de ANP por razón de su ubicación.



Mapa 3.- Ubicación del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas.

II.6 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

II.6.1 Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

El 30 de diciembre de 2010 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

Esta Norma tiene como objeto y campo de aplicación el identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.

Dentro de los registros de flora y fauna que se realizaron dentro del predio del proyecto se identificaron especies que se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010:

ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010				
REGISTRO	**FAMILIA**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS**
1	Arecaceae	*Thrinax radiata*	Palma chit	Amenazada
2	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	Amenazada
3	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pechi sucio	Protección Esp

La propuesta de las medidas de prevención y mitigación realizada en el capítulo correspondiente están dirigidas principalmente a estas especies, con el objetivo de garantizar que no se comprometa su presencia en el sistema ambiental y que mitiguen las posibles afectaciones durante las actividades de cambio de uso de suelo.

II.6.2 Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003

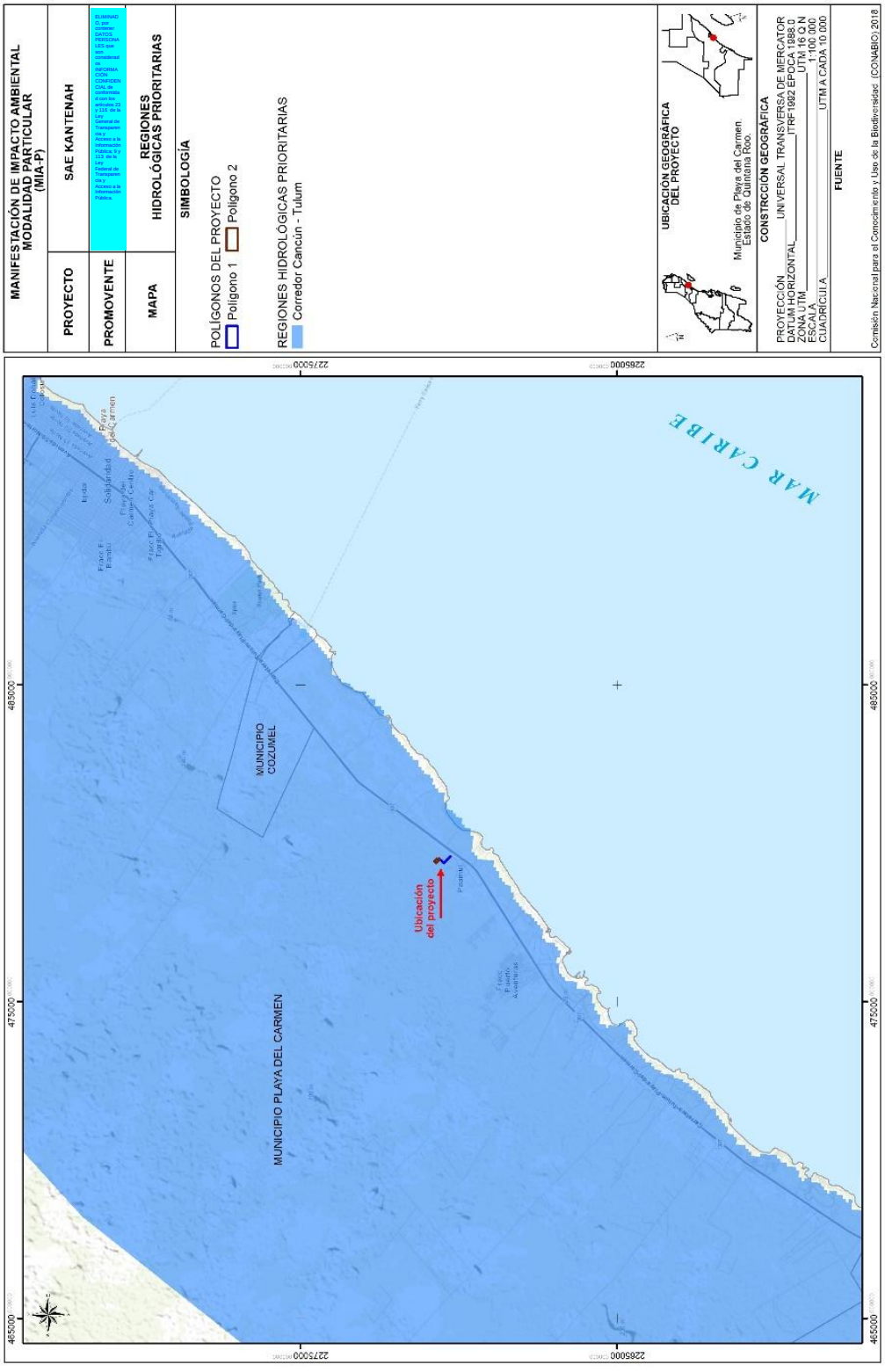
El 10 de abril de 2003 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Así mismo el 7 de mayo de 2004 se publicó el acuerdo mediante el cual se adicionó la especificación 4.43 a la misma Norma.

El objeto y campo de aplicación de esta norma es establecer las especificaciones que regulen el aprovechamiento sustentable en humedales costeros para prevenir su deterior, fomentando su conservación y, en su caso, su restauración. Las disposiciones de esta Norma Oficial Mexicana son de observancia obligatoria para los responsables de la realización de obras y actividades que se pretendan ubicar en humedales costeros o que, por sus características, puedan influir negativamente en éstos.

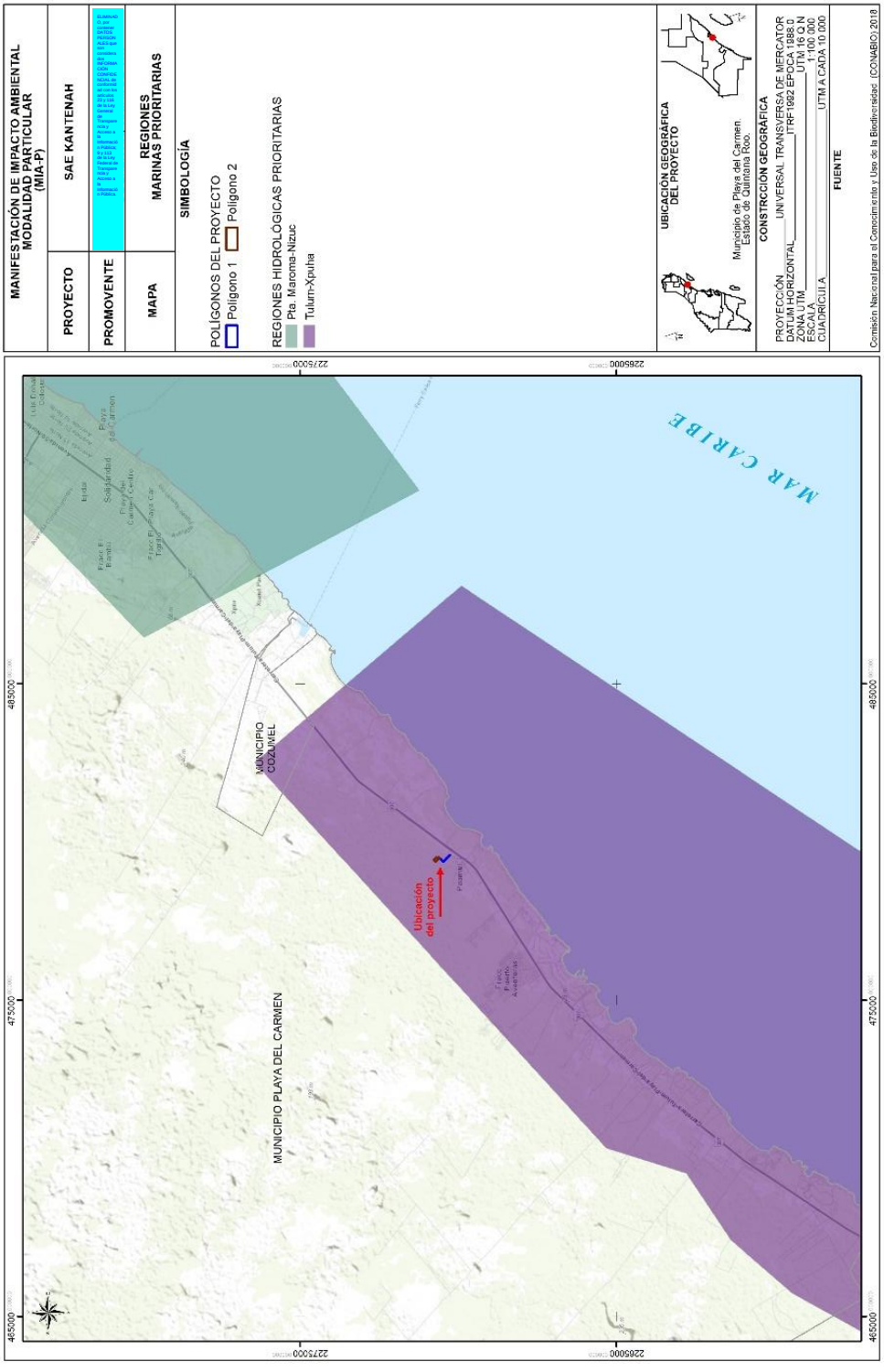
De acuerdo con los resultados de la caracterización ambiental del sitio, no se registró la presencia de vegetación de manglar dentro del polígono del proyecto. No obstante, en el entorno se identifica un ecosistema de manglar localizado hacia el oeste del predio, al otro lado de la vialidad existente, a una distancia aproximada de 1 km.

II.7 REGIONES PRIORITARIAS

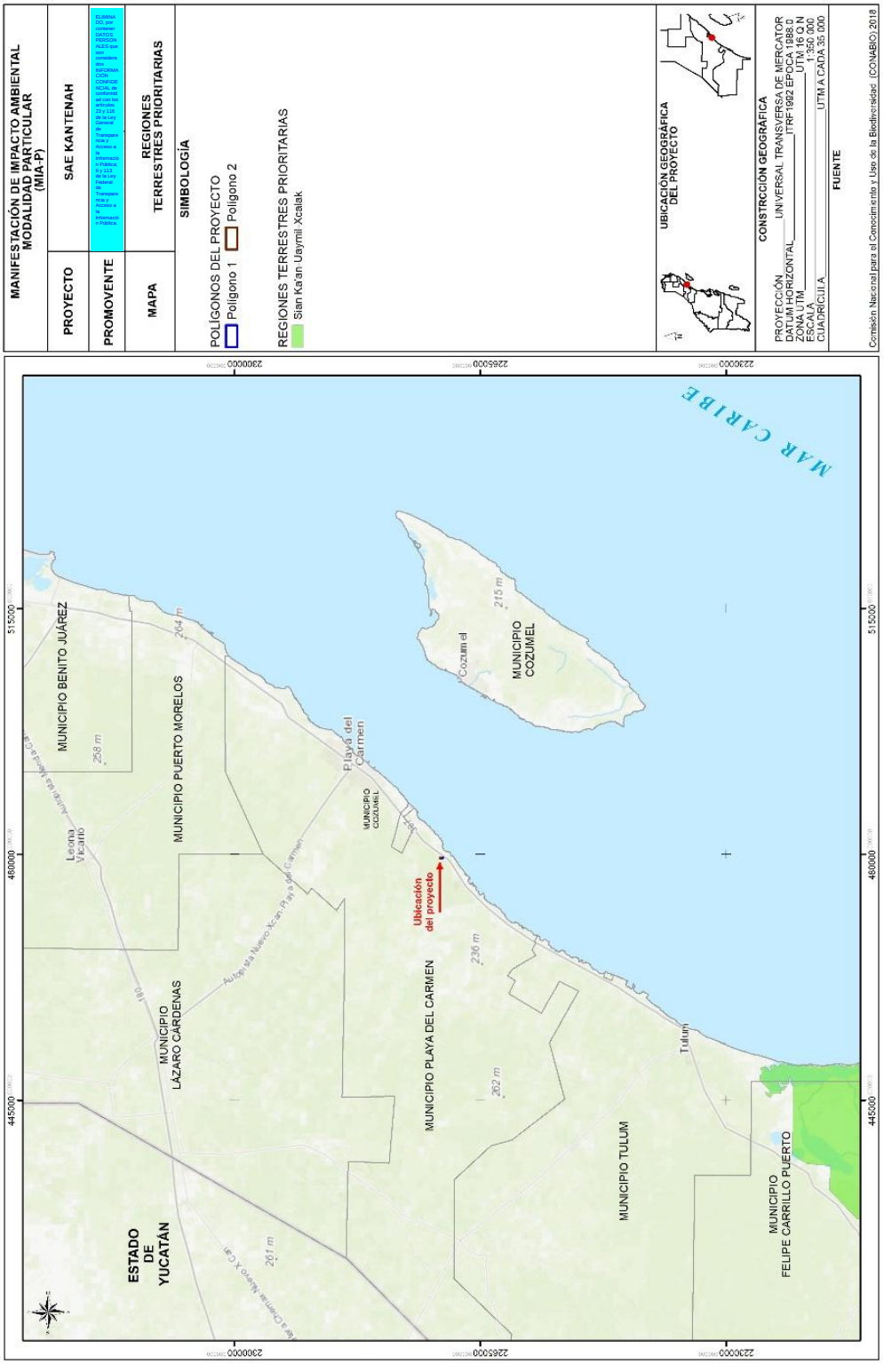
Conforme a la cartografía oficial de las Regiones Prioritarias oficialmente decretadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, se advierte que el predio del proyecto se ubica fuera de los polígonos regulados por dichos instrumentos de referencia.



Mapa 4.- Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias



Mapa 5.- Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Hidrológicas Marinas



Mapa 6.- Ubicación del proyecto respecto a las Regiones Terrestres Marinas

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CONTENIDO

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 1

III.1 Delimitación de la región ecológica determinada 1

III.1.1 Medio abiótico 7

III.1.2 Medio biótico de la región ecológica 27

III.1.3 Medio Socioeconómico 43

III.2 Diagnóstico ambiental 48

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

III.1 DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA DETERMINADA

Conforme a lo establecido en el Artículo 3 de la LGEEPA, la Región Ecológica se define como:

XXXI.- Región ecológica: *La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes;*

Considerando lo antes mencionado, se optó por definir la **Región Ecológica (RE)** del proyecto conforme a la superficie que ocupa la Unidad de Gestión Ambiental Regional número 12 denominada "**CORREDOR CALICA AKUMAL**", conforme a lo establecido en el Decreto mediante el cual se expide el **Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Solidaridad** publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 25 de mayo de 2009.

De acuerdo con la ficha técnica de dicha unidad de gestión ambiental, la superficie considerada para la delimitación de la **RE** es de 320.72 hectáreas. La adopción de este ámbito territorial como unidad de referencia permite vincular la caracterización ambiental del proyecto con un instrumento de ordenamiento ecológico y establecer un marco espacial para analizar las condiciones ambientales del entorno, las presiones derivadas de las actividades humanas y las posibles tendencias de cambio en la región.

La **RE** se delimitó tomando en consideración dos grupos de criterios que permitieron incrementar la certidumbre jurídica y técnica de esta circunscripción geográfica: 1) de planeación y 2) ambientales; a partir de ambos grupos de criterios se desarrolló la caracterización de la región, la cual constituye un insumo para elaborar el diagnóstico ambiental, identificar las principales tendencias de desarrollo y deterioro del entorno, y establecer los elementos de referencia necesarios para analizar los posibles

escenarios ambientales asociados con las distintas etapas de implementación del proyecto. Los criterios considerados para delimitar la RE se describen a continuación.

1) Criterios de planeación

La selección de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) Regional 12, denominada "**Corredor Calica-Akumal**", como referencia para delimitar la Región Ecológica (**RE**), responde a la necesidad de establecer un ámbito territorial congruente con la ubicación del proyecto, así como con el marco de planeación ambiental aplicable al municipio de Solidaridad, Quintana Roo. En este sentido, la **RE** propuesta se circunscribe a la superficie de dicha UGA, que comprende aproximadamente 320.72 hectáreas, de acuerdo con la ficha técnica del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POEL-SOL).

La elección de esta unidad territorial permite establecer un marco espacial de referencia para caracterizar las condiciones ambientales del entorno en el que se inserta el proyecto y analizar las posibles interacciones entre sus actividades y los componentes del medio natural. Asimismo, facilita la identificación de las presiones antropogénicas asociadas con el desarrollo de infraestructura y las actividades productivas presentes en la región, así como de las tendencias de transformación del territorio que pudieran incidir en sus condiciones ambientales.

Los programas de ordenamiento ecológico constituyen instrumentos de política ambiental orientados a regular o inducir los usos del suelo y las actividades productivas, con el propósito de promover la protección del ambiente, la preservación de los recursos naturales y su aprovechamiento sustentable, considerando las características del territorio, sus potencialidades y las tendencias de deterioro ambiental. En consecuencia, el POEL-SOL proporciona un referente de planeación territorial pertinente para contextualizar el proyecto y analizar su relación con las condiciones ambientales de la zona.

Desde esta perspectiva, la delimitación de la RE con base en la UGA 12 permite vincular la caracterización y el diagnóstico ambiental del proyecto con una unidad

territorial reconocida en el instrumento de ordenamiento ecológico municipal. No obstante, la selección de esta unidad como RE corresponde a un criterio metodológico para la evaluación ambiental y no implica, por sí misma, que la totalidad de su superficie presente condiciones ecológicas homogéneas o que sus límites coincidan necesariamente con los de los procesos ambientales relevantes para el proyecto.

Por ello, la caracterización de la RE deberá considerar tanto las características físicas y bióticas del territorio como las modificaciones derivadas de las actividades humanas, a fin de reconocer los elementos que determinan su funcionamiento ambiental y su relación con el proyecto. Este análisis constituye una base para identificar las interacciones potenciales entre las obras y actividades del Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE) y los componentes ambientales presentes en su entorno, así como para sustentar la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), en la medida en que esta se encuentre respaldada por criterios de funcionalidad y continuidad ambiental.

2) Criterios ambientales

En este rubro se identifican una serie de criterios que se relacionan con los diferentes componentes ambientales de la RE, particularmente están relacionados con los diferentes ecosistemas presentes, así como la interacción que estos tienen con la zona delimitada; además de las zonas impactadas por usos previos y que han ocasionado la fragmentación del medio o propiciado sus tendencias de deterioro.

Como primer punto se consideró la cartografía digital disponible en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), particularmente la Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII (escala 1:250000) la cual establece que en la **RE** delimitada, existen tres tipos de vegetación o ecosistemas a saber: predominante Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y Sin vegetación aparente.

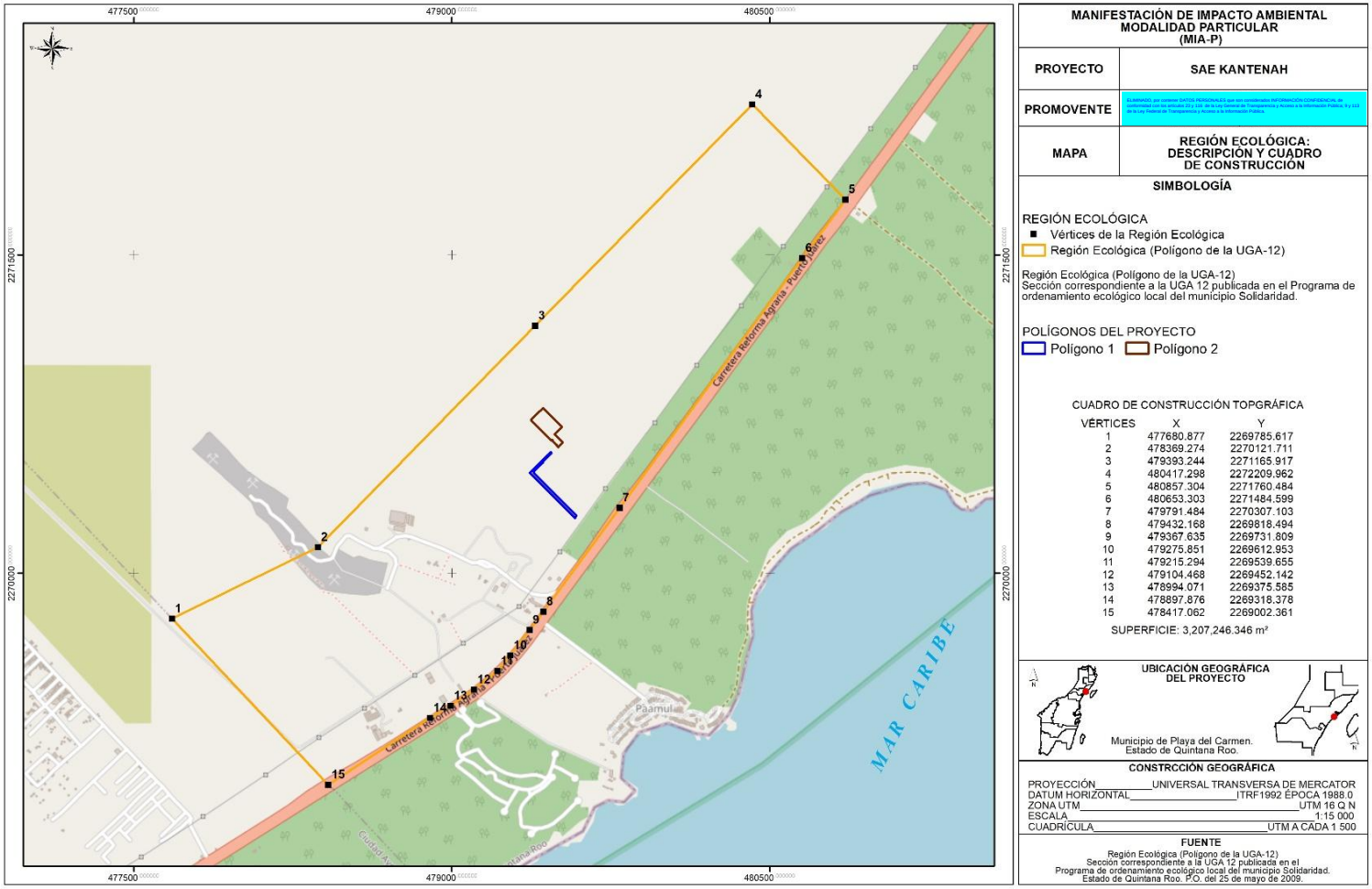
A una escala más fina y detallada, observamos que, en la **RE** delimitada existen algunos usos de suelo entre los que se incluyen, vialidades, caminos de acceso, viviendas y sascaberas, etc., que se constituyen como fuentes de deterioro o elementos de cambio en el ambiente.

En este sentido, la distribución espacial de la vegetación y de las superficies transformadas constituye un criterio para analizar la estructura del paisaje y su relación con las actividades humanas. La presencia de coberturas vegetales continuas, fragmentos aislados o áreas previamente modificadas permite reconocer patrones de conservación y deterioro ambiental, así como identificar posibles conexiones entre los componentes naturales de la región. La interpretación de estos patrones deberá sustentarse en la cartografía temática disponible y en la verificación de las condiciones observadas en campo, evitando extrapolar al conjunto de la **RE** características que únicamente se hayan identificado en el predio del proyecto.

De manera complementaria, se considera la ubicación de la **RE** respecto de las regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad identificadas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), entre ellas las Regiones Terrestres Prioritarias, las Regiones Marinas Prioritarias y las Regiones Hidrológicas Prioritarias, cuando corresponda por su localización geográfica. La superposición cartográfica con estas áreas permite contextualizar el proyecto respecto de espacios reconocidos por su importancia biológica, ecológica o hidrológica; sin embargo, su inclusión no implica necesariamente que constituyan áreas naturales protegidas ni que presenten condiciones ambientales homogéneas.

En conjunto, los criterios descritos permiten caracterizar la estructura ambiental de la **RE** delimitada a partir de la UGA Regional 12, “**Corredor Calica-Akumal**”, del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad. La consideración conjunta de la cobertura vegetal, los usos del suelo, las áreas transformadas y el contexto regional de conservación proporciona elementos para elaborar el diagnóstico ambiental e identificar las principales tendencias de cambio del territorio. Asimismo, constituye una base para evaluar la relación del Sistema de

Almacenamiento de Energía (SAE) con los componentes ambientales presentes en su entorno y para sustentar, mediante criterios de continuidad y funcionalidad ecológica, la delimitación de la **RE**.



Mapa 1.Delimitación de la Región Ecológica del proyecto

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

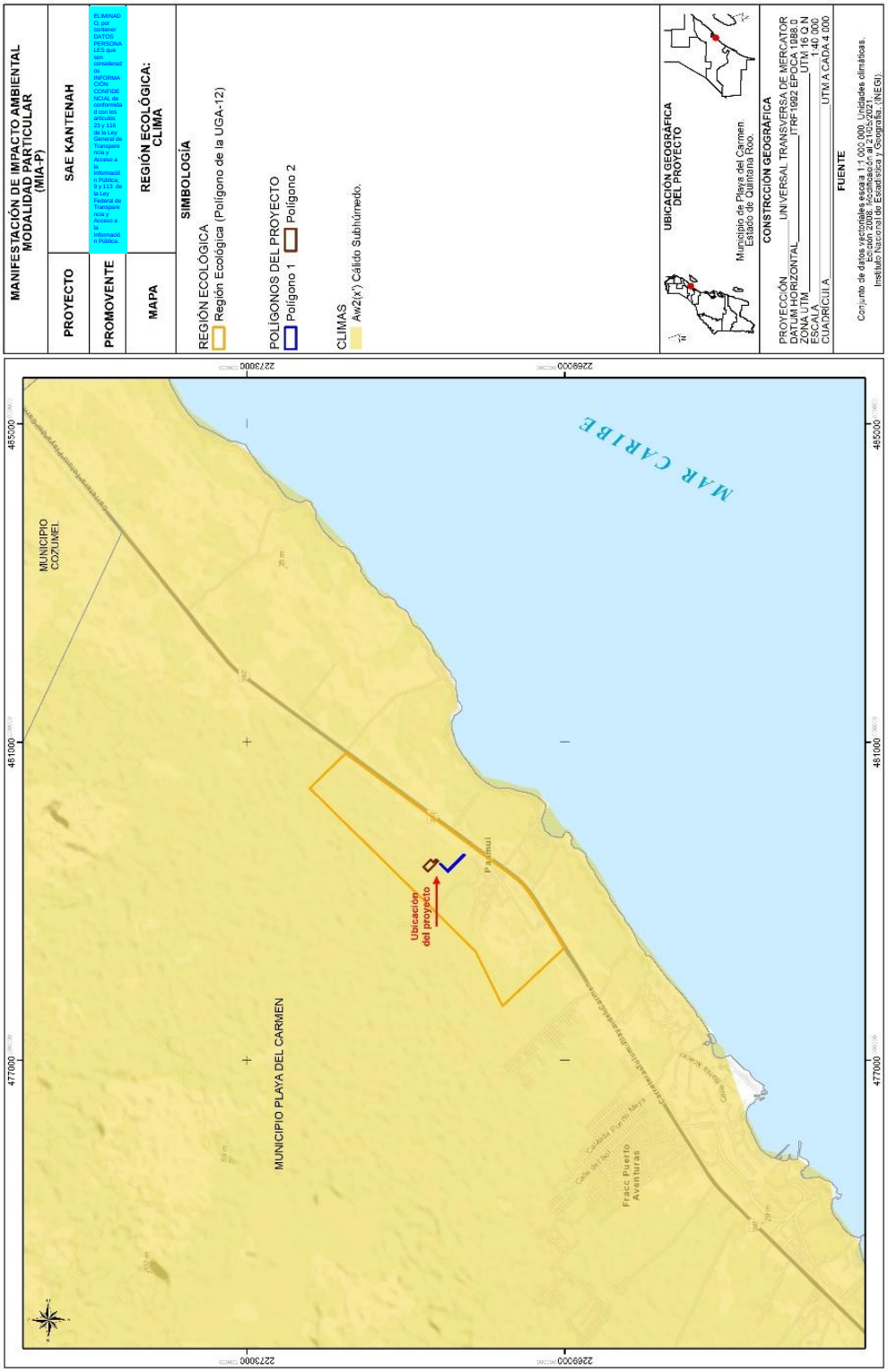
III.1.1 Medio abiótico

Una vez delimitada la Región Ecológica en la que se ubica el proyecto, la correspondiente descripción, caracterización y análisis se hicieron con base en la superposición del polígono del proyecto con los temas de la cartografía del INEGI.

a) Clima

Clima Región Ecológica

En la RE se presenta el clima Aw2(x´) correspondiente al Cálido subhúmedo, más húmedo con lluvia invernal entre 5 y 10.2 mm, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1983).

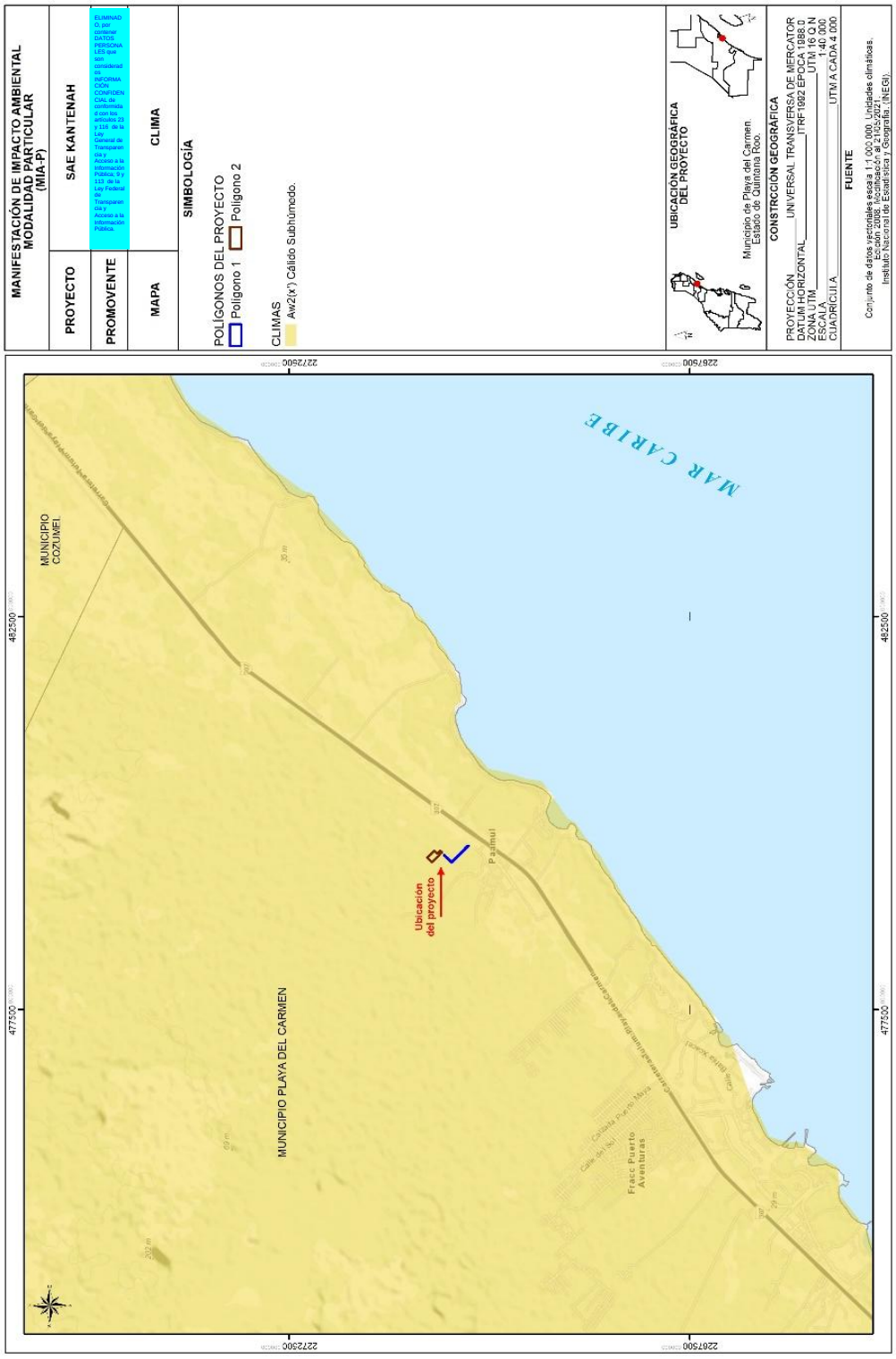


Mapa 2. Clima en la Región Ecológica

Clima en el predio

Toda la Región Ecológica se ubica dentro de la clasificación Aw2(x´) correspondiente al Cálido subhúmedo y por ende el predio del proyecto también presenta ese tipo climático.

El clima correspondiente a Cálido subhúmedo, con temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual. Esta zona es de humedad mayor (de 1300 a más de 1500 mm). Comprende la parte central de la franja costera Este de Quintana Roo, desde Kantunilkin, Tulum y Playa del Carmen, continuará a lo largo del litoral hacia el sur, hasta el límite oriental y suroriental de la Bahía de Chetumal, así como en el sur del Estado, en el límite con Belice y Guatemala y el triángulo formado por La Unión, entre el Río Hondo y el río Azul. A lo largo de la línea de costa la humedad es mayor, ya que la precipitación anual es de 1,300 a 1,500 mm.



Mapa 3. Clima en el predio

b) Temperatura

Temperatura Región Ecológica

La temperatura media histórica (1951-2010) para la RE, de acuerdo con la estación climatológica, ubicada en la Ciudad de Playa del Carmen, ha presentado una tendencia cambiante a lo largo del tiempo, registrando un valor promedio mínimo de 17.9°C en 2001, máximo de 32.9°C en 2004 y un promedio general de 25.8°C. Los valores extremos absolutos encontrados varían aproximadamente en 15 grados.

Analizando las temperaturas medias promedio, es notable que históricamente (1951-2010) los meses más calientes son julio y agosto en donde se registra un promedio de temperaturas medias de 28.0°C y el mes más frío es enero con un valor mínimo de 22.8°C. Enero, febrero y diciembre son los meses en que se presentan las temperaturas medias más bajas, y julio y agosto cuando se registran las más altas.

Temperatura en el predio

En el predio se presenta una temperatura media anual de 27.1°C, siendo el mes de agosto el más caluroso con 31 °C, y diciembre el mes menos caluroso con 21.2 °C.

c) Precipitación media anual

Precipitación media anual en la Región Ecológica

De 1951 al 2010, el promedio anual de precipitación para la RE fue de 1,500 mm, siendo junio de 2004, el mes y año que mayor cantidad de precipitación se ha tenido con 556.0 mm.

En cuanto a la precipitación mensual se tiene que históricamente (1951-2010) marzo es el mes en que menos llueve y octubre cuando frecuentemente se registra mayor precipitación.

Al analizar los datos de la precipitación y la temperatura se puede decir que, en el sistema ambiental, se presentan dos meses secos, correspondiente a marzo y abril.

De acuerdo con el índice de Gaussen, un mes se considera seco cuando la precipitación mensual es inferior al doble de la temperatura media mensual. Para el caso de la región ecológica del proyecto, los meses secos, corresponden a marzo y abril. Lo anterior se concluye debido a que la temperatura media mensual en marzo es 24.3ºC, por lo que el doble de esta equivale a 48.6 mm, mientras que la precipitación registrada es de 28.1 mm. Ahora bien, para el mes de abril la temperatura media mensual es de 26.1 °C, cuyo doble corresponde a 52.2 mm, mientras que la precipitación es de 51.2 mm. Por lo tanto, ambos meses, marzo y abril se clasifican como secos.

Precipitación media anual en el Predio: Con base en la carta de precipitación media anual del INEGI, los predios del proyecto se ubican en una zona que presenta una precipitación media anual de 1,100 mm.

d) Vientos

Vientos en la Región Ecológica

En la RE, los vientos alisios predominan durante todo el año, debido a la influencia de las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial, manifestando cambios en su dirección y velocidad en el transcurso del año. En los primeros meses del año (enero-mayo), los vientos tienen una dirección Este-Sureste y mantienen velocidad promedio de 3.2 m/seg. Para el lapso de junio a septiembre, los vientos circulan en dirección Este, incrementando su velocidad promedio hasta 3.5 m/seg. Finalizando el año, en noviembre y diciembre, la dirección del viento cambia hacia el Norte y presenta velocidades de 2 m/seg., lo que coincide con el inicio de la temporada de “Nortes”.

Vientos en el Predio

En el predio, los vientos alisios predominan durante todo el año, debido a la influencia de las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial, manifestando cambios en su dirección y velocidad en el transcurso del año.

e) Intemperismos severos

Intemperismos severos en la Región Ecológica

El sistema ambiental, por su ubicación geográfica, se encuentra en una zona de elevado riesgo a los efectos de eventos hidrometeorológicos de gran intensidad ya que se localiza en la ruta de ciclones cuyo origen son las zonas ciclogenéticas del Caribe (alrededor de los 13 grados latitud norte y 65 grados longitud oeste) y sur de las islas Cabo Verde (cerca de los 12 grados latitud norte y 57 grados longitud oeste).

En los últimos 25 años en el Atlántico se han generado 497 eventos ciclónicos (depresiones, tormentas y huracanes) de los cuales 13 han afectado directamente la zona norte de Quintana Roo, y por ende, el sistema ambiental, y dos de ellos han sido considerados de grandes magnitudes y devastadores para la zona de estudio; dichos eventos corresponden a Gilberto en 1988 y Wilma en 2005.

Intemperismos severos en el Predio.

El predio por su ubicación geográfica se encuentra en una zona de elevado riesgo a los efectos de eventos hidrometeorológicos de gran intensidad ya que se localiza en la ruta de ciclones cuyo origen son las zonas ciclogenéticas del Caribe (alrededor de los 13 grados latitud norte y 65 grados longitud oeste) y sur de las islas Cabo Verde (cerca de los 12 grados latitud norte y 57 grados longitud oeste).

f) Intemperismos no severos

Intemperismos no severos en la Región Ecológica

Los nortes, otros fenómenos atmosféricos de ocurrencia en la región ecológica son masas de aire polar que resultan durante el otoño y el invierno, provocando el descenso de la temperatura, precipitaciones intensas y fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 90 kilómetros por hora. Su intensidad es capaz de provocar cambios en la fisiografía de la playa, así como derribar árboles tierra adentro.

Intemperismos no severos en el Predio

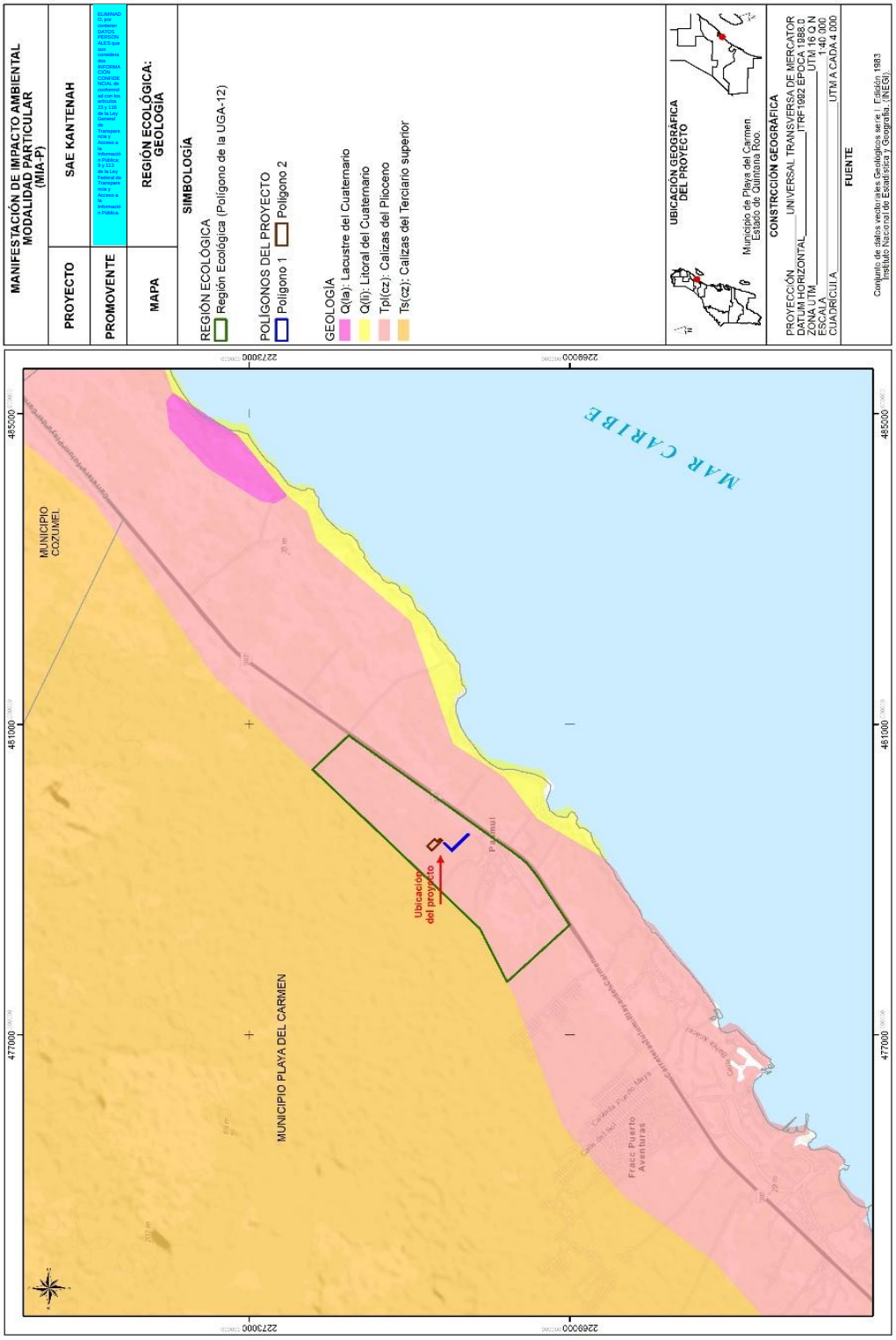
Los nortes, otros fenómenos atmosféricos de ocurrencia en el predio son masas de aire polar que resultan durante el otoño y el invierno, provocando el descenso de la temperatura, precipitaciones intensas y fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 90 kilómetros por hora.

g) Geología

Geología en la Región Ecológica

El sistema ambiental por sus características geológicas se define como una estructura relativamente joven, de origen sedimentario con formaciones rocosas sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una losa caliza consolidada con fracciones en proceso de consolidación.

Las unidades litológicas del sistema ambiental están compuestas por rocas sedimentarias originadas en el Cuaternario (Q) y Terciario (T), encontrándose que las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas, de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y yeso. El lecho rocoso calizo es de la Era Terciaria (Plioceno, Mioceno) (Tpl); debido a la estructura calcárea de la plataforma no existen corrientes acuáticas superficiales, filtrándose el agua formando un manto freático de poca profundidad, lo que provoca un paisaje subterráneo característico del ambiente kárstico (Weidie 1985). El predio del proyecto se encuentra dentro de la unidad geológica Tpl (cz).

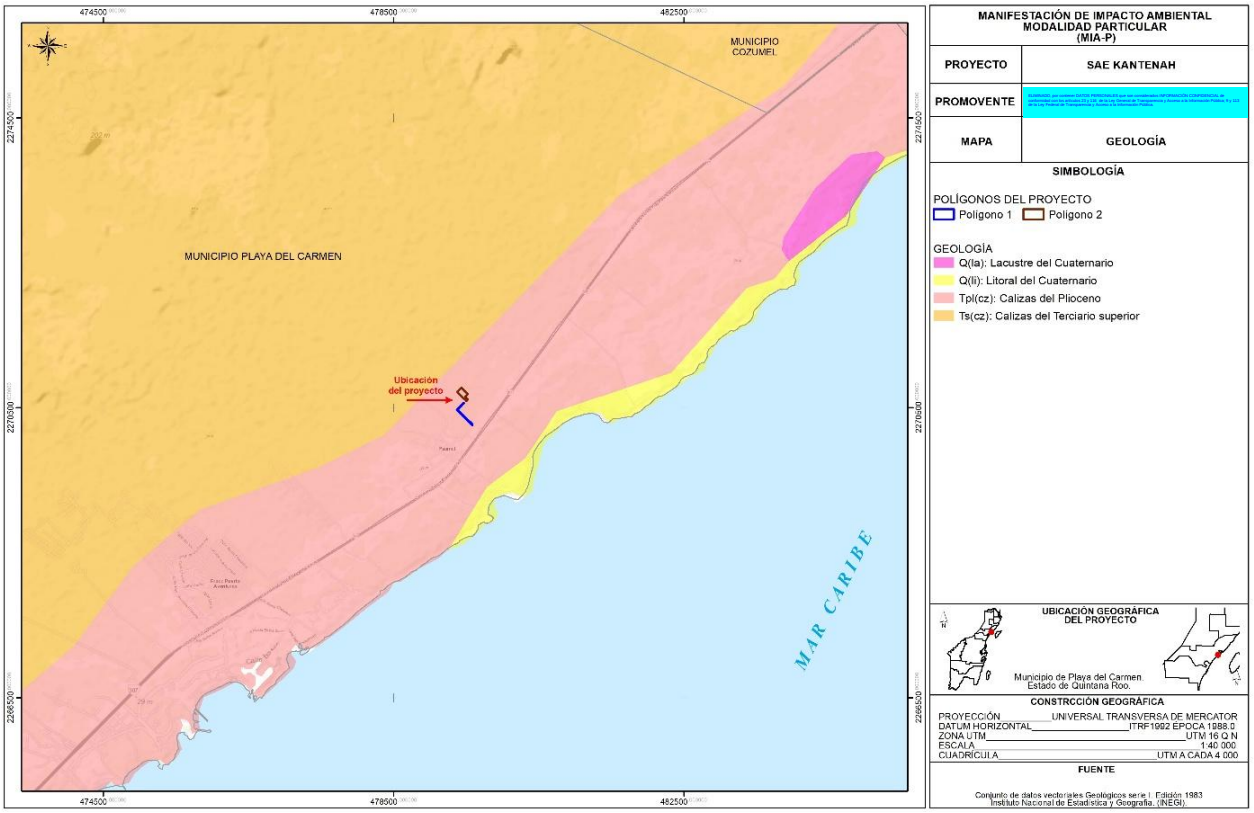


Mapa 4. Geología en la Región Ecológica

Geología en el predio

El predio se ubica dentro del sistema geológico Suelo litoral del cuaternario: Tpl (cz)[1]. La parte inferior de lo expuesto está formada por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada que presenta dos buzamientos diferentes con ángulos distintos de inclinación. Estas calizas de texturas ooespatíticas, bioespatíticas y bioesparrudíticas, están formadas por fragmentos de conchas de pelecípodos y gasterópodos y por algunos restos de corales y esponjas.

La parte superior de esta unidad está conformada por calizas de textura ooespatita, bioespatita y biomicrita, dispuestas en capas delgadas y medianas, de color blanco, con un echado horizontal. Contienen foramin íferos de los géneros *Archaias* sp., y *Globigerínoides* aff., G. *Trilobus,* algas verdes, dacycladaceas del género *Halimeda,* gasterópodos de varias especies, pelecípodos, ostrácodos, hexacorales e icnofósiles.



Mapa 5. Geología del predio

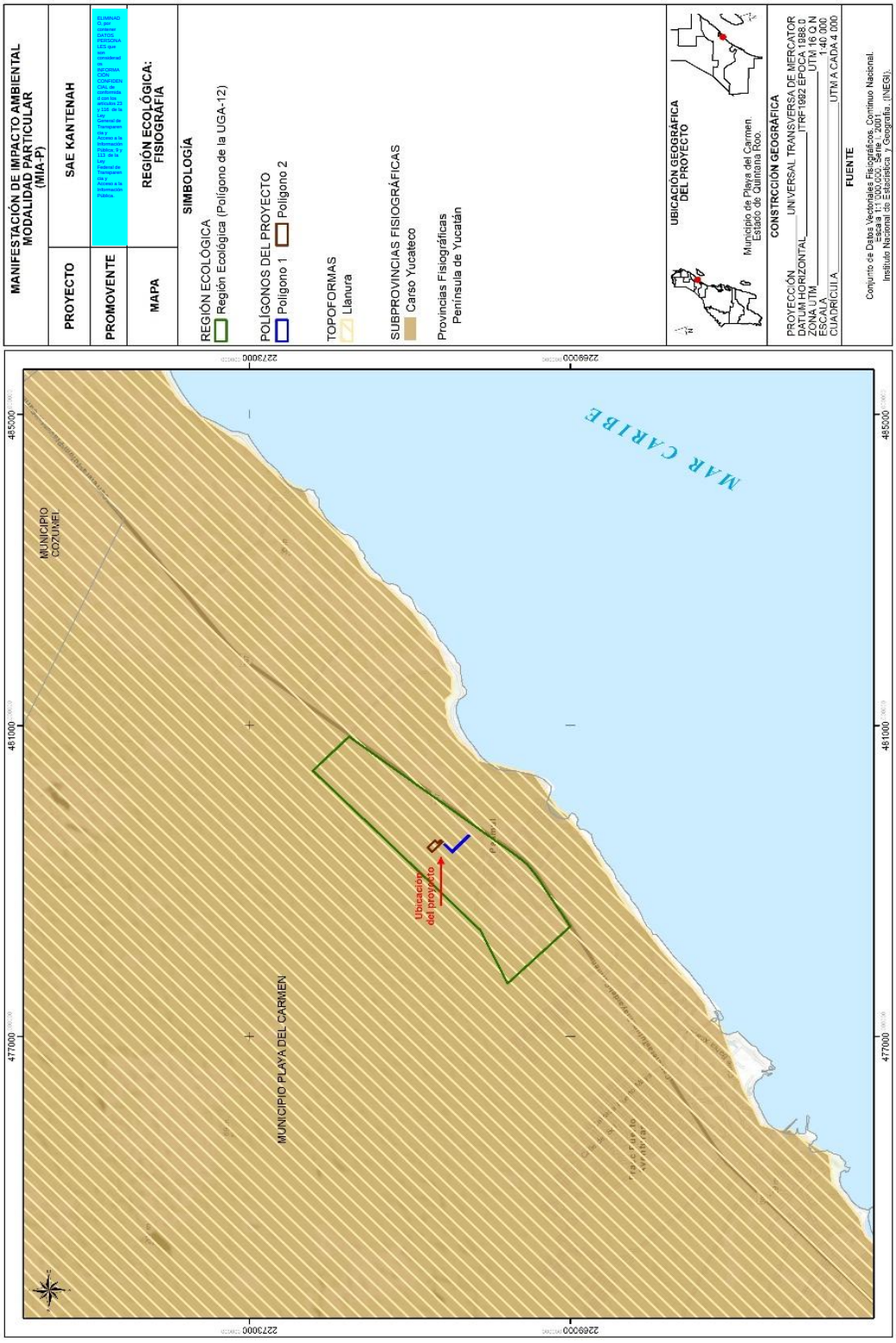
[1] INEGI. Estudio hidrológico del estado de Quintana Roo. 2002

h) Fisiografía

Fisiografía en la Región Ecológica

La RE se alberga dentro de una gran provincia fisiográfica denominada Península de Yucatán. La mayor parte de esta provincia está constituida por estratos calizos más o menos horizontales que hacen de ella una región relativamente plana, cuyas mayores alturas se acercan a los 300 msnm hacia el centro de la península cerca del límite con Campeche y en la parte suroeste del estado extendiéndose esta zona con dirección aproximada Norte-Sur.

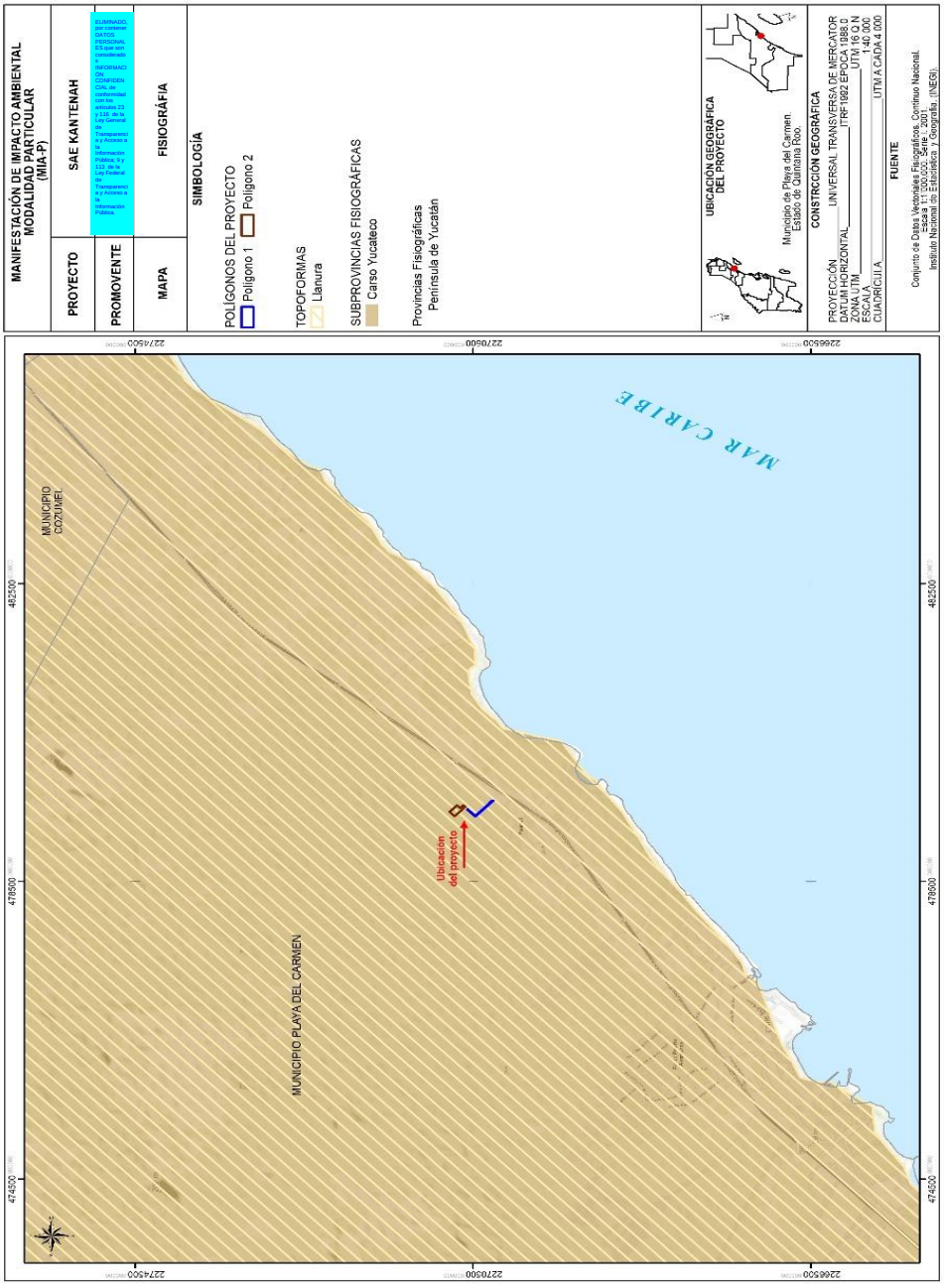
En términos de subprovincias fisiográficas; el área de estudio se localiza en la subprovincia denominada Carso Yucateco que abarca las porciones Centro y Norte del estado. Dentro de sus características, podemos mencionar que dicha subprovincia está formada en una losa calcárea cuya topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el Este y hacia el Norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte Suroeste.



Mapa 6. Fisiografía de la Región Ecológica

Fisiografía en el predio

La región ecológica se ubica dentro de la provincia fisiográfica Península de Yucatán y en la subprovincia fisiográfica Carso Yucateco y, por ende, el predio del proyecto se alberga en ambos sistemas fisiográficos.



Mapa 7. Fisiografía del predio

i) Edafología

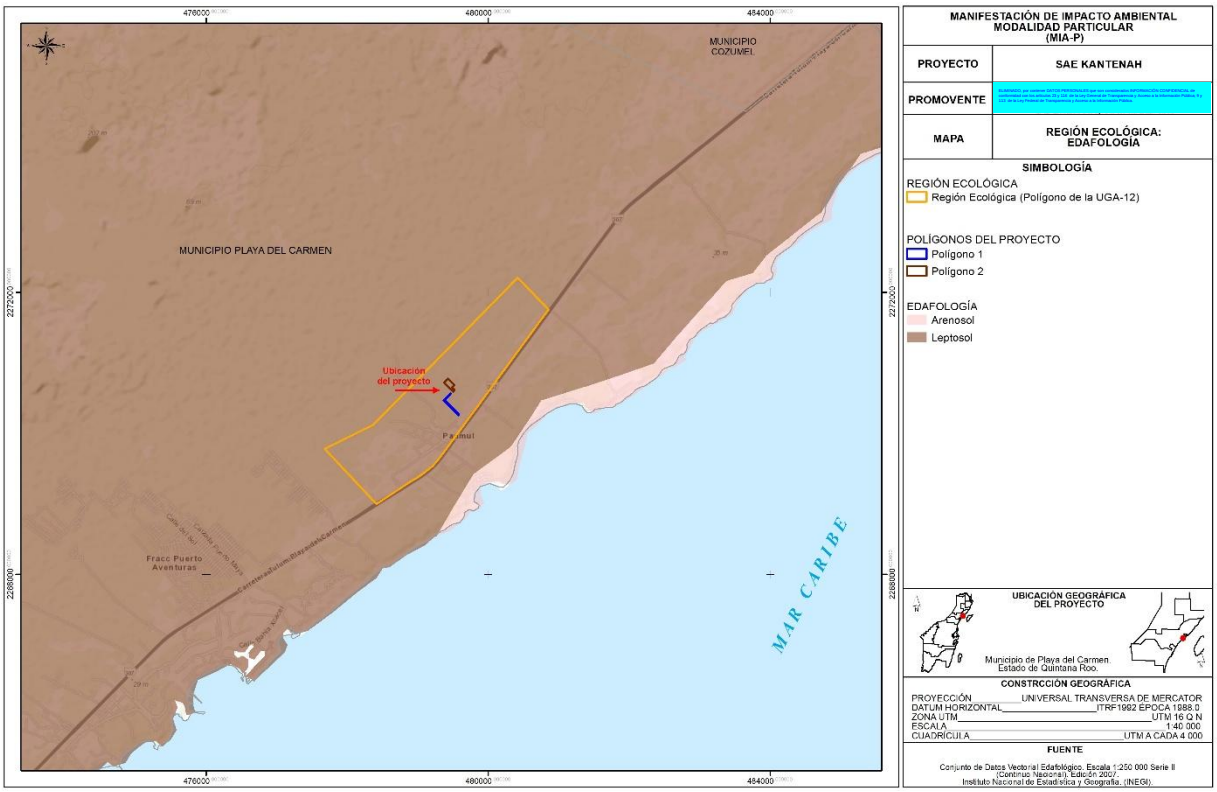
Edafología en la Región Ecológica

En el estado de Quintana Roo los suelos siguen denominándose de acuerdo con la clasificación maya. Ceballos (1993) indica que este sistema de clasificación utiliza términos, cuyas raíces explican algunas propiedades del suelo como topografía, pedregosidad, color, cantidad de materia orgánica, presencia de óxidos de hierro, drenaje y fertilidad los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Tipo de suelos para Quintana Roo según la clasificación		
Tipo de suelo	**Tipo de Suelo (FAO/UNESCO)**	**Características**
Ak'alche	Gleysol móllico y eútrico	Tierra en bajos que se inundan
Chac-Lu'um	Cambisol crómico	Tierra roja
Huntunich	Regosol calcárico	Tierra que proviene de piedras
K'ankab	Luvisol crómico	Tierra roja miel
Pus-Lu'um	Leptosol rénsico	Tierra suelta con piedras
Tzek'el	Leptosol lítico	Pedregoso
Yax-Hoom	Vertisol eútrico y dístrico	Tierra fértil con vegetación verde

De acuerdo con la carta edafológica del INEGI (escala 1:250000), la unidad de suelo presente en la región ecológica es el Leptosol, derivado del vocablo griego "leptos" que significa delgado, haciendo alusión a su espesor reducido. De igual manera, en el sitio del proyecto se encuentra el suelo denominado Leptosol: su nombre proviene del griego leptos, (delgado) se caracterizan por su escasa profundidad (menor a 25 cm). Una proporción importante de estos suelos se clasifica como leptosoles líticos, con una profundidad de 10 centímetros o menos. Otro componente destacado de este grupo es los leptosoles réndzicos, que se desarrollan sobre rocas calizas y son muy ricos en materia orgánica. En algunos casos son excelentes para la producción agrícola, pero en otros pueden resultar muy poco útiles ya que su escasa profundidad los vuelve muy áridos y el calcio que contienen puede llegar a inmovilizar los nutrientes minerales. Los leptosoles son comunes en la Sierra Madre Oriental, la Occidental y la del Sur, así

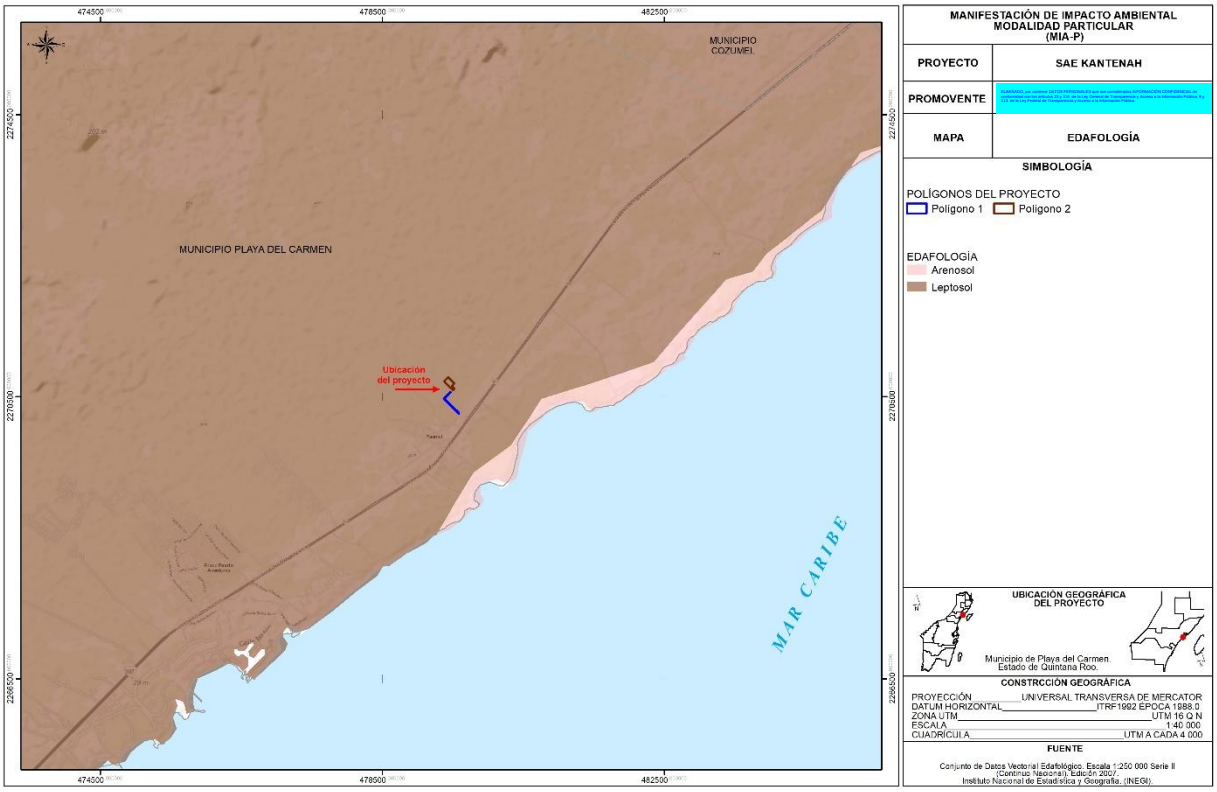
como en la vasta extensión del Desierto Chihuahuense. En las montañas, también se encuentran los leptosoles, debido a que las pendientes y la consecuente erosión imponen una restricción a la formación del suelo, mientras que en los desiertos, la escasez de agua ocasiona una formación lenta del suelo. Los leptosoles dominan también la península de Yucatán, un territorio que emergió del fondo oceánico en fecha relativamente reciente, por lo que sus suelos no han tenido tiempo suficiente para desarrollarse.



Mapa 8. Edafología de la Región Ecológica

Edafología en el Predio

Mediante el análisis de la carta edafológica escala 1 a 250,000 de INEGI, la cual indica la distribución geográfica de los suelos, se advierte que el predio del proyecto se encuentra dentro de la Unidad Edafológica denominada: Leptosol, tal como ocurre en toda la región ecológica.



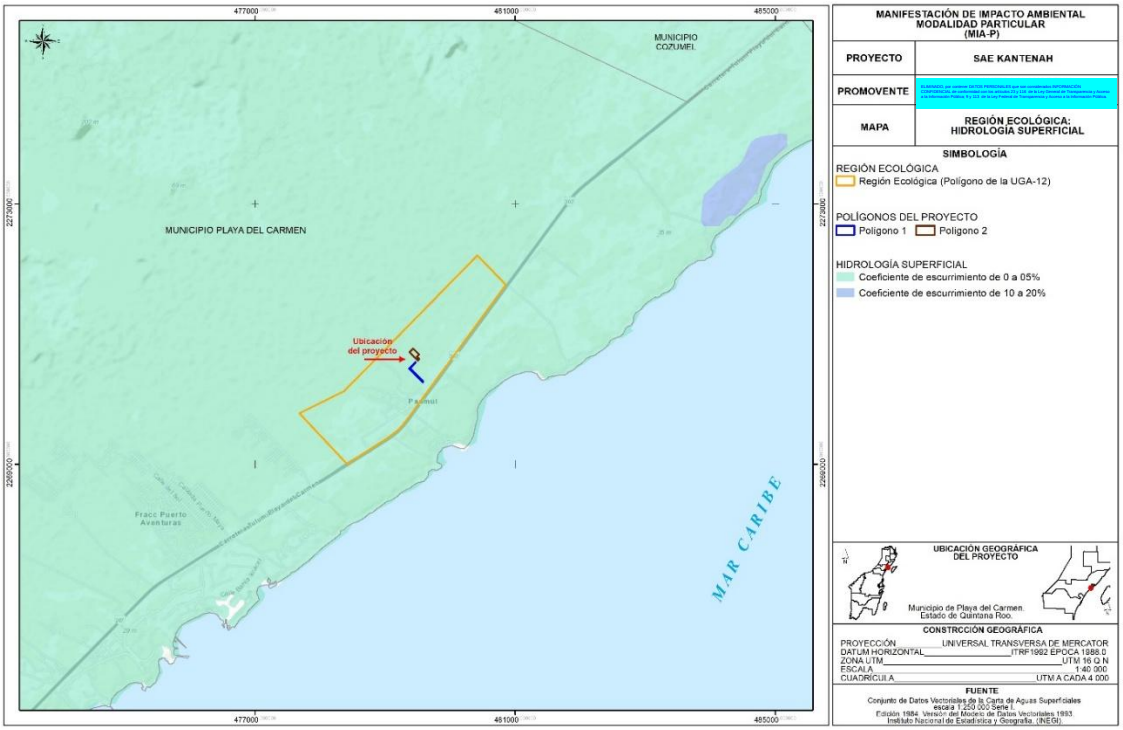
Mapa 9. Edafología del predio

j) Hidrología

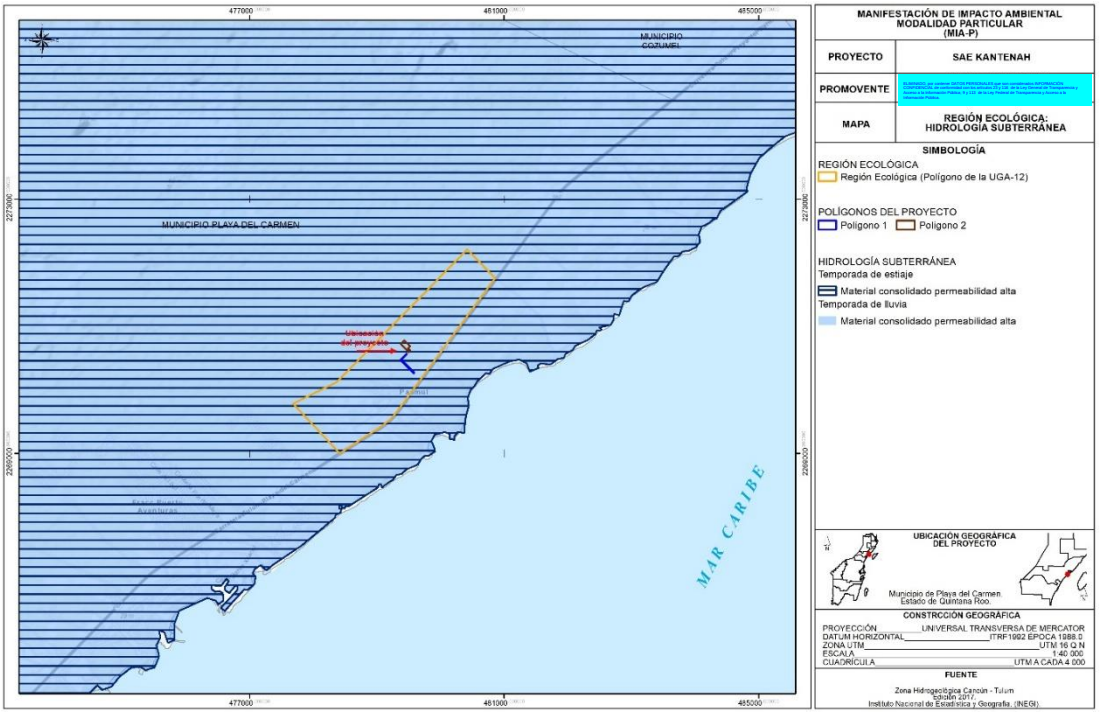
Hidrología en la Región Ecológica

La RE se caracteriza por la ausencia de corrientes superficiales permanentes, debido a la naturaleza cárstica del terreno y al relieve predominantemente plano, que favorece la infiltración del agua. Una parte de la precipitación se pierde por evapotranspiración, mientras que otra se infiltra en el suelo y contribuye a la recarga del acuífero subterráneo.

De acuerdo con la cartografía de hidrología superficial del INEGI, la RE presenta un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5 %, incluido el rango cartografiado para las zonas inundables, tal como se muestra en el Mapa 10.



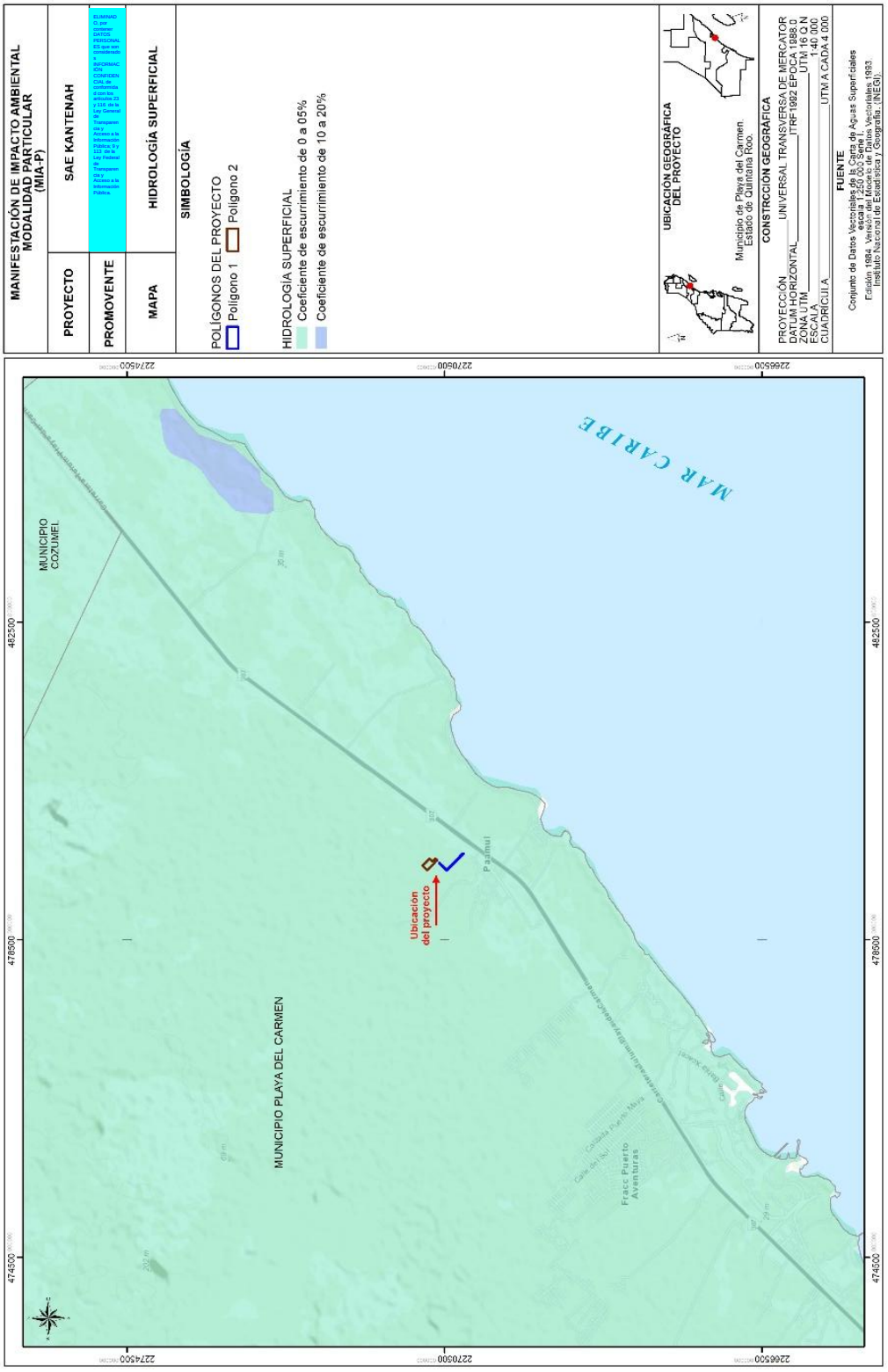
Mapa 10. Hidrología superficial de la Región Ecológica



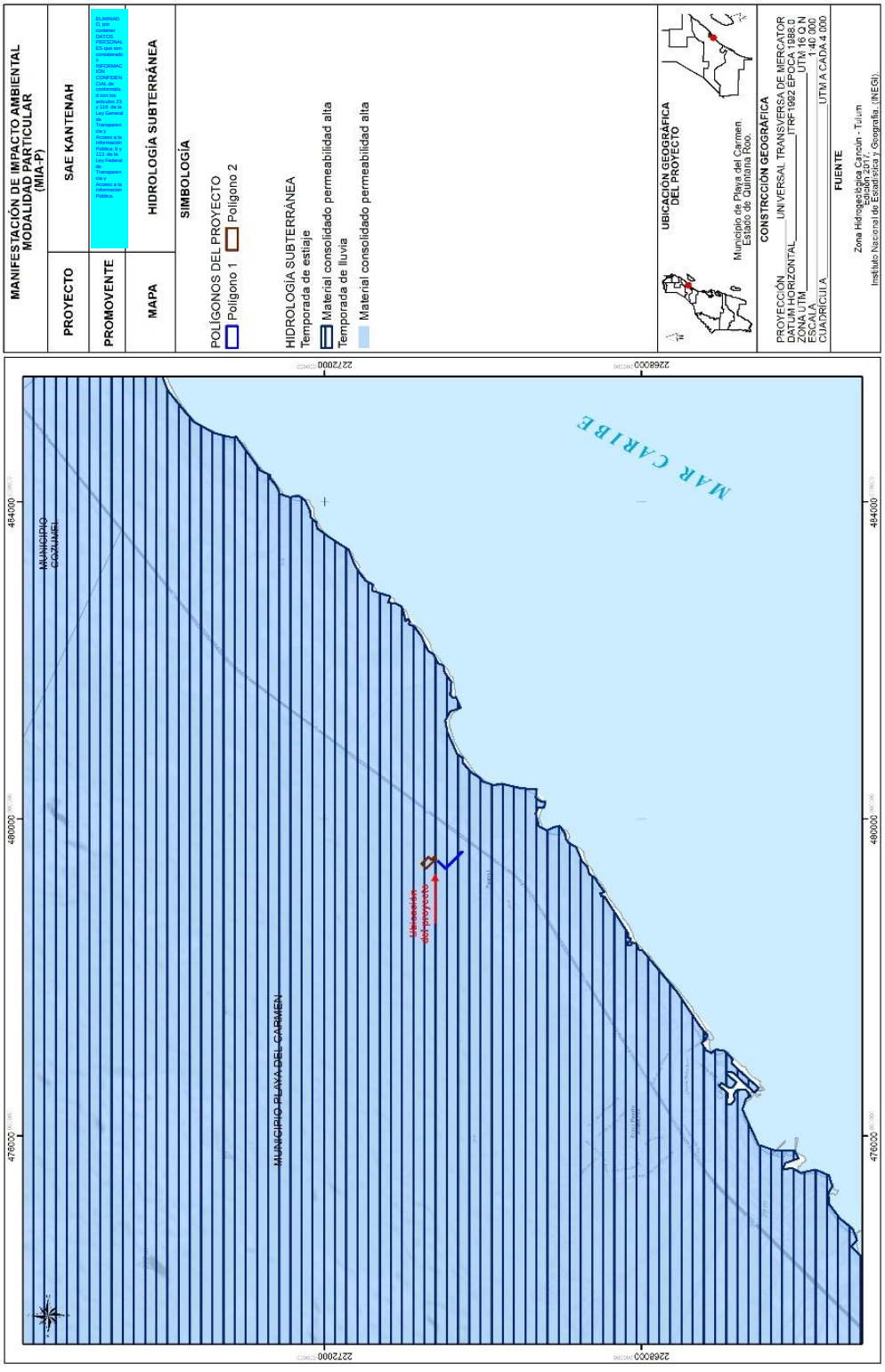
Mapa 11. Hidrología Subterránea de la Región Ecológica

Hidrología en el predio

El predio se encuentra dentro del acuífero denominado “Península de Yucatán”. Por otra parte, de acuerdo con la carta hidrológica de aguas superficiales de INEGI, la RE pertenece a la Región Hidrológica 32, Yucatán Norte; en donde el escurrimiento superficial es mínimo y la infiltración es alta; en la porción continental existen numerosos cenotes y aguadas. Por otro lado, se localiza una zona de concentración de pozos, que se utilizan para el abastecimiento de agua potable de Playa del Carmen.



Mapa 12. Hidrología superficial del predio



Mapa 13. Hidrología subterránea del predio

III.1.2 Medio biótico de la Región Ecológica

Las plantas son la base de la pirámide de la vida por su capacidad para fijar la energía del sol en forma de carbohidratos mediante la fotosíntesis, mismos que constituyen el alimento de animales y demás organismos heterótrofos; el tipo y grado de cubierta vegetal que se desarrolla en una región depende de su adaptación a las condiciones ambientales como la disponibilidad de agua, temperatura, calidad del suelo, entre otros (Becerra, 2000).

Debido a la compleja fisiografía del territorio, su variedad de climas, ubicación respecto al Ecuador, hacen posible la creación de una variedad de condiciones que permite la coexistencia de múltiples especies, así como la diversificación de muchos grupos taxonómicos; en cuanto a la flora nacional, México está entre los cinco países con mayor número de especies de plantas vasculares, en este sentido, se han descrito poco más de 25 mil especies (la mayoría angiospermas), lo que equivale aproximadamente al 9.10 % de las especies descritas en el mundo (alrededor de 272 mil) (SEMARNAT, 2015).

Sin embargo, el desarrollo industrial y urbano ha provocado la transformación de los ecosistemas terrestres por causas humanas y México no ha sido ajeno a dicho fenómeno, pues ha sufrido un proceso sostenido de degradación y pérdida de sus ecosistemas terrestres; una porción muy importante de territorio se ha transformado en campos agrícolas, pastizales inducidos y zonas urbanas, y los ecosistemas naturales que aún persisten muestran en mayor o menor medida, signos de perturbación (SEMARNAT, 2019).

El INEGI presenta los diferentes usos de suelo y vegetación a través de un sistema de clasificación jerárquica y en su nivel más alto considera a las formaciones vegetales, que son caracterizadas por rasgos fisonómicos y ecológicos (p. ej., bosque, selva, matorral, entre otros), y dentro de las formaciones se incluyen características florísticas (p. ej., mesófilo de montaña, mediana, rosetófilo, entre otros) y los tipos de vegetación

que combinan el nombre de la formación y el tipo de comunidad (p. ej., bosque mesófilo de montaña, selva mediana perennifolia, entre otros) (SEMARNAT, 2019).

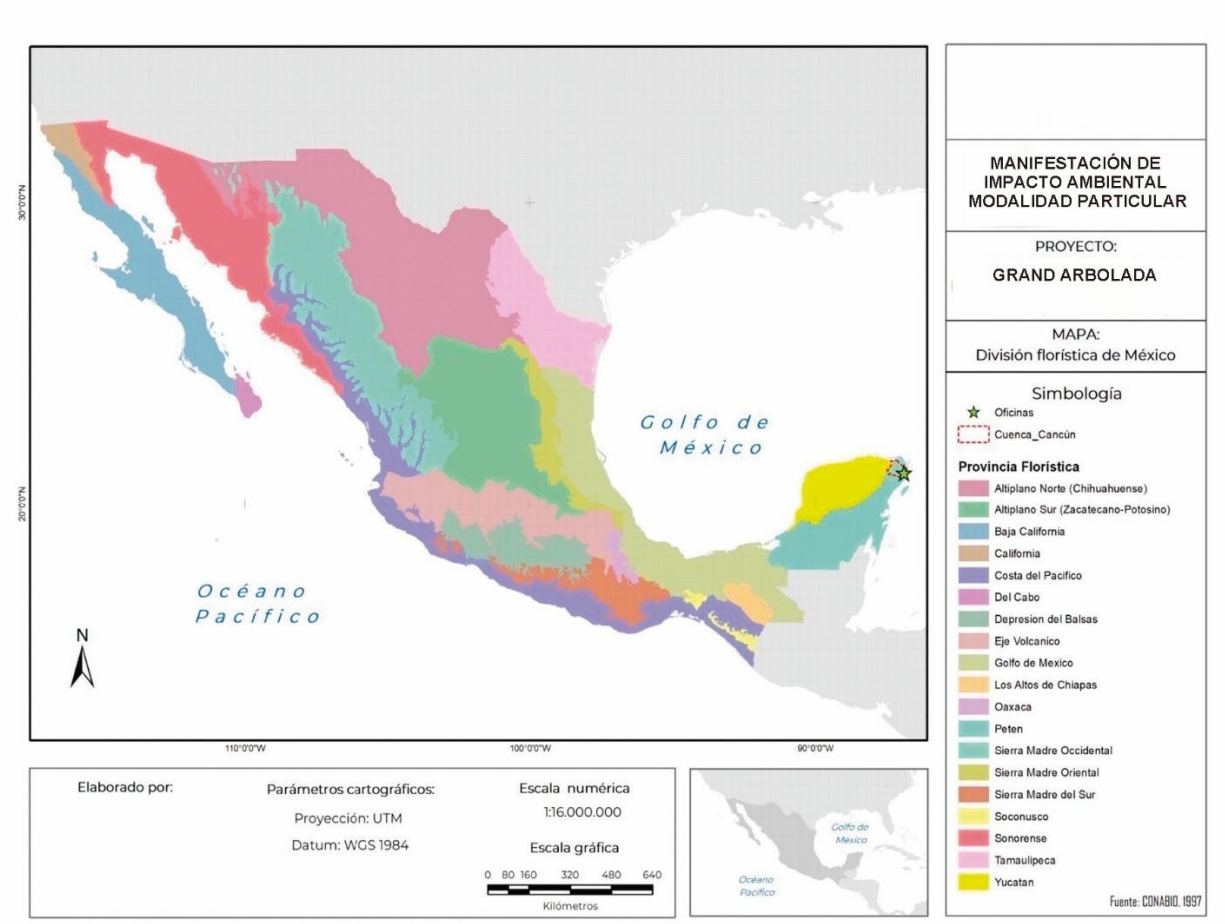
Divisiones

De acuerdo con Rzedowski (2006) y con base en los análisis de afinidades geográficas de la flora de las diferentes regiones del país, así como en los coeficientes de similitud entre dichas floras y tomando en cuenta los endemismos, en el país se reconocen 17 provincias florísticas, que se agrupan en cuatro regiones.

REINOS	REGIONES	PROVINCIAS
Holártico	Pacífica norteamericana	California Isla Guadalupe
	Mesoamericana de montaña	Sierra Madre Occidental Sierra Madre Oriental Serranías meridionales Serranías transístmicas
Neotropical	Xerofítica mexicana	Baja California Planicie Costera del Noroeste Altiplanicie Planicie Costera del Noreste Valle de Tehuacán-Cuicatlán
	Caribea	Costa pacífica Islas Revillagigedo Depresión del Balsas Soconusco Costa del Golfo de México Península de Yucatán

Con base en las Divisiones Florísticas establecidas por Rzedowski y Reyna-Trujillo (1990) la cuenca hidrográfica y la región ecológica del proyecto se ubica dentro de la provincia No. 17 “Península de Yucatán”, dentro de la región Caribea (Considerada

como tierra caliente), y esta a su vez se encuentra dentro del reino Neotropical. La distribución de las Divisiones Florísticas se puede apreciar en el siguiente mapa.

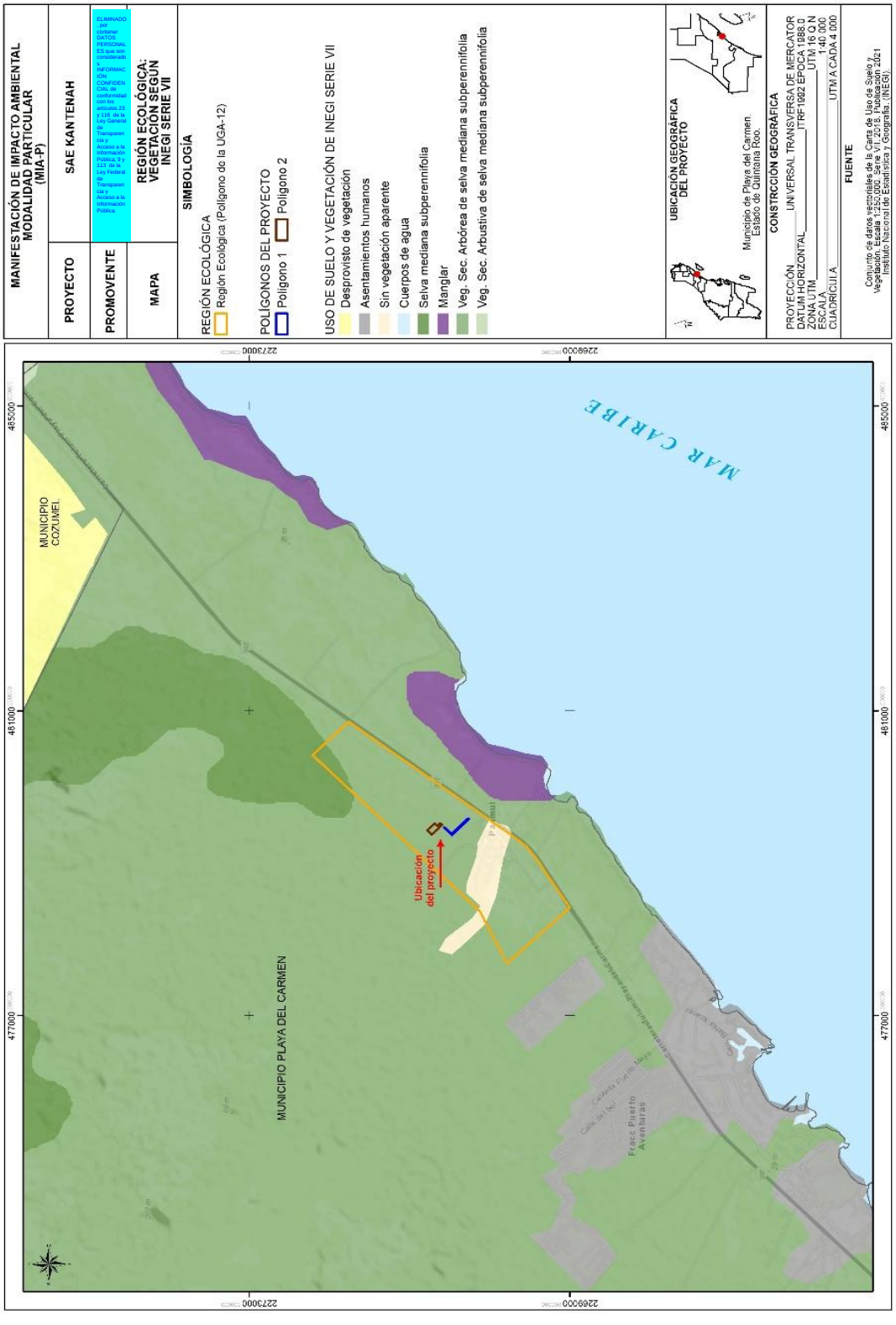


La provincia de la Península de Yucatán comprende toda la Península hasta una parte de Belice y el Departamento de Petén en Guatemala; el clima es cálido húmedo, con un gradiente de aumento de sequedad en dirección sureste-noroeste. La vegetación es principalmente de bosques tropicales caducifolios, subcaducifolios y perennifolios, por lo tanto, destaca un número considerable de endemismos; los géneros de plantas vasculares conocidos únicamente en la provincia son: Asemnanthe, Beltrania, Goldmanella, Harleya, Plagiolophus (Rzedowski, 2006).

Teniendo en cuenta lo anterior, la totalidad de la región ecológica se encuentra dentro de la Provincia Florística de la Península de Yucatán.

a) Vegetación en la región ecológica

De acuerdo con la carta de uso del suelo y vegetación del INEGI serie VII, escala 1:250000, en la región ecológica se identifican tres tipos de vegetación: predominantemente Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, Vegetación secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia y Sin vegetación aparente.



Mapa 14.- Tipos de vegetación en la Región Ecológica

La vegetación de selva mediana subperennifolia se desarrolla en climas cálido-húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28 grados centígrados. La precipitación total anual es del orden de 1000 a 1 600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1300 metros sobre el nivel medio del mar. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas, pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal son predominantemente rocas cársticas.

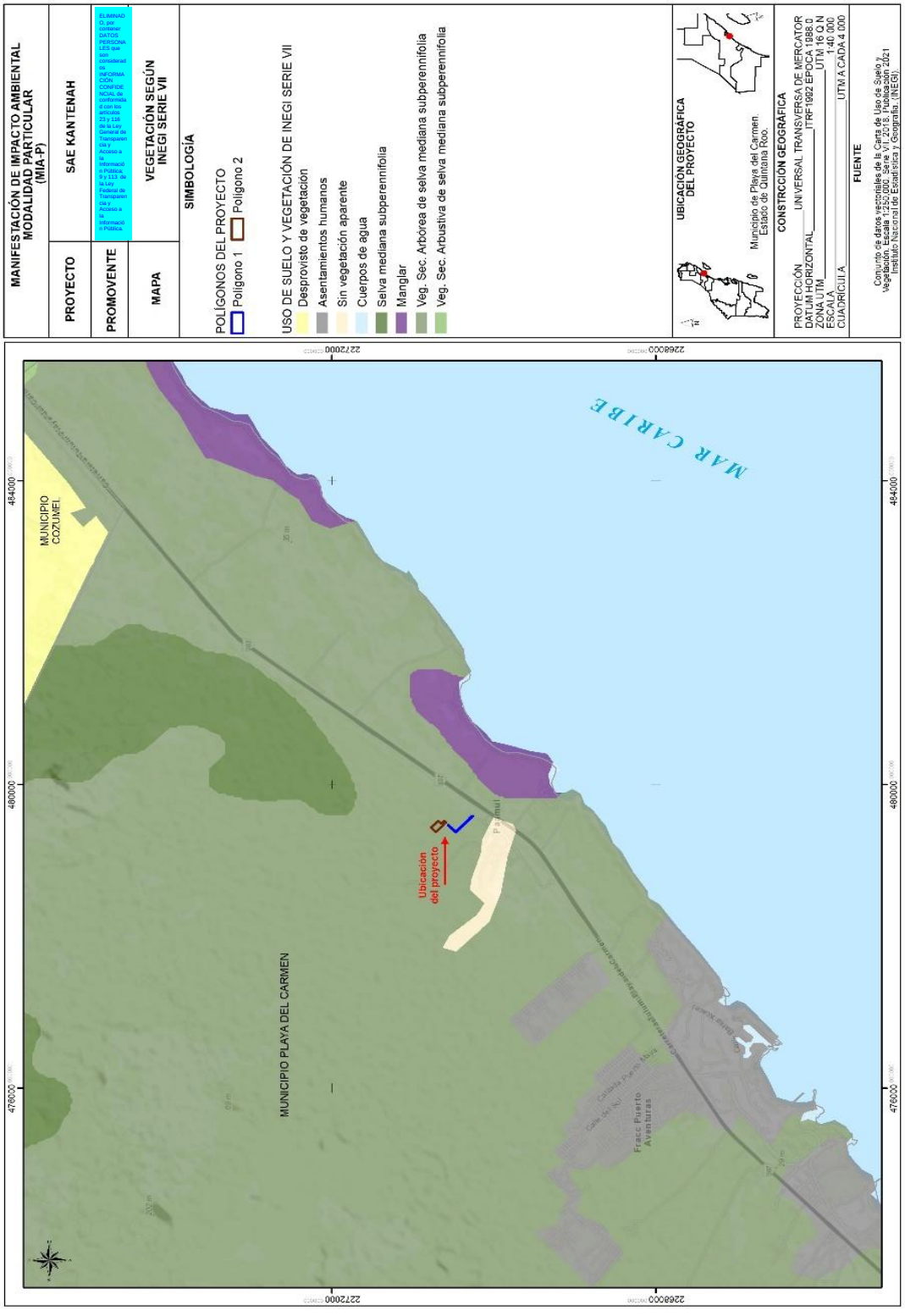
Especies importantes: *Lysiloma latisiliquum, Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato, jiote, copal), *Manilkara zapota* (ya', zapote, chicozapote), *Lysiloma spp.* (tsalam, guaje, tepeguaje), *Vitex gaumeri* (ya'axnik), *Bucida buceras* (pukte'), *Alseis yucatanensis* (Ua'asché), *Carpodiptera floribunda*. En las riberas de los ríos se nota a *Pachira aquatica* (k'uyche'). Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas y bromeliáceas y aráceas.

b) Fauna en la Región Ecológica

Ante la ausencia de un inventario faunístico específico que permita establecer la riqueza de especies presente en la región ecológica, se consultó literatura relativa a la fauna regional. De acuerdo con antecedentes bibliográficos, en el corredor Cancún–Tulum se ha reportado la presencia de 309 especies de fauna, con predominio de las aves (INE, 1996.). Entre las aves características de la región se encuentran los zanates, las garzas blancas y los colibríes; asimismo, entre los mamíferos se mencionan la zorra gris, las ardillas, los ratones, los tlacuaches y los murciélagos.

c) Vegetación en el predio

De acuerdo con la carta de uso del suelo y vegetación del INEGI serie VII, escala 1:250000, en el predio se señala que el tipo de vegetación dentro del predio corresponde a Vegetación secundaria arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia:



Mapa 15.- Tipos de vegetación en el predio, según INEGI

No obstante lo anterior, se procedió a realizar un estudio de la vegetación que se desarrolla en la superficie de aprovechamiento, a través de un inventario florístico al interior de los polígonos de aprovechamiento, a fin de conocer las especies que conforman cada uno de los estratos de la vegetación, así como las características dasométricas del arbolado.

Con lo anterior, se constata que la vegetación actualmente presente en los predios del proyecto corresponde al tipo **Vegetación Secundaria derivada de Selva Mediana Subperennifolia.**

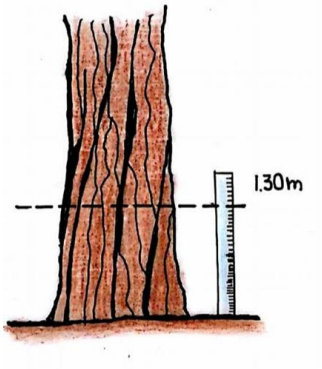
Metodología del inventario

El método de muestreo utilizado para el inventario de vegetación fue el método aleatorio. Se trata de un tipo de muestreo que es aplicable cuando los elementos de la población sobre la que se realiza el muestreo están distribuidos de manera aleatoria por toda la superficie de los polígonos 1 y 2, en este caso tratando de cubrir la superficie de cambio de uso de suelo. Este procedimiento de muestreo se basa en tomar muestras de una manera directa sobre una superficie determinada y sobre la cual se quiere registrar información. Para la ubicación de los sitios de muestreo se consideró la superficie de cambio de uso de suelo que se solicita, tratando de cubrir casi todos los espacios en los que se ubica la superficie de ambos polígonos.

Forma y tamaño de los sitios de muestreo

Con base en lo antes expuesto se estableció un inventario forestal al interior de los polígonos de estudio con el fin de estar en posibilidad de establecer la abundancia de las especies por estrato de la vegetación. En este sentido, y considerando las dimensiones del sitio de estudio, se optó por recabar los datos de campo a través de un inventario que consistió en distribuir 6 sitios de muestreo en el Polígono 1 y 4 sitios de muestreo en el Polígono 2 de dimensiones fijas, consistentes en cuadrantes anidados para poder cubrir todos los estratos de la vegetación, a saber:

Estrato Arbóreo: de 10 m x 25 m (250 m^2 de superficie), para la medición de individuos arbóreos con diámetro normal a la altura del pecho (se conoce como diámetro altura pecho (DAP) a la altura que se debe tomar la medida del diámetro del tronco, la cual se ha convenido que sea a 1.30 metros del suelo debido a que esta es la altura promedio en la que se encuentra el pecho de una persona[2]) igual o mayor a 10 cm.



Estrato arbustivo: de 5 m x 5 m (25 m^2 de superficie), para la medición de individuos de porte arbustivo con diámetro normal a la altura del pecho (1.30 m del suelo) menor a 10 cm.

Tercer cuadrante: de 1 m x 1 m (1 m^2 de superficie), para la toma de datos a nivel del estrato herbáceo (regeneración natural del ecosistema). Dentro de cada parcela se tomaron los datos de altura y cobertura para cada individuo identificado a nivel del sotobosque.

Una vez llevado a cabo el inventario forestal, se procedió a realizar un trabajo de gabinete en el que se determinaron las características dasométricas de los estratos que integran la vegetación del predio; así como las especies de flora que componen la misma, a partir de la cual se determinó el tipo de vegetación que se desarrolla en toda la superficie de aprovechamiento.

[2] Medición del diámetro (DAP) de un árbol. https://arquitectura.unam.mx/uploads/8/1/1/0/8110907/ppt_medición_del_diámetro_de_un_árbol.pdf

A partir del inventario forestal realizado, se identificaron las siguientes especies vegetales presentes en los dos polígonos que conforman el proyecto:

LISTADO DE ESPECIES DE FLORA					
FAMILIA	**NOMBRE CIENTÍFICO**	**NOMBRE COMÚN**	**ARBÓREO**	**ARBUSTIVO**	**HERBÁCEO**
Bignoniaceae	*Bignonia potosina*	Ek quish			X
Malpighiaceae	*Bunchosia swartziana*	Sipche			X
Burseraceae	*Bursera simaruba*	Chacah	X	X	
Apocynaceae	*Cascabela gaumeri*	Akitz	X		
Malvaceae	*Ceiba schottii*	Piim	X		
Polygonaceae	*Coccoloba diversifolia*	Kantun bob	X	X	X
Polygonaceae	*Coccoloba spicata*	Bob		X	
Lauraceae	*Damburneya salicifolia*	Laurelillo			X
Ebenaceae	*Diospyros salicifolia*	Uchulche	X		X
Fabaceae	*Diphysa yucatanensis*	Tzuctzuc	X	X	
Putranjivaceae	*Drypetes lateriflora*	Eculeb	X		X
Myrtaceae	*Eugenia axillaris*	Chacniche		X	X
Moraceae	*Ficus cotinifolia*	Sac away	X		
Moraceae	*Ficus maxima*	Copo chiich	X	X	
Malvaceae	*Hampea trilobata*	Majahua		X	
Malpighiaceae	*Hiraea reclinata*	Wayate ak			X
Fabaceae	*Lonchocarpus rugosus*	Kanasin	X		
Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	X		
Sapindaceae	*Melicoccus oliviformis*	Huaya	X		
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem	X		
Poaceae	*Oplismenus hirtellus*	Pasto selva			X
Sapindaceae	*Paullinia pinnata*	Xpajsacan			X
Fabaceae	*Piscidia piscipula*	Jabin	X		
Fabaceae	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	X		
Burseraceae	*Protium copal*	Pom	X		
Rubiaceae	*Randia aculeata*	Pechkitan			X
Arecaceae	*Sabal yapa*	Huano	X		
Celastraceae	*Semialarium mexicanum*	Bec che	X	X	
Sapindaceae	*Serjania atrolineata*	Tres lomos			X

Sapindaceae	*Serjania triquetra*	Chem ak			X
Sapotaceae	*Sideroxylon salicifolium*	Dzidzilyah	X	X	X
Simaroubaceae	*Simarouba glauca*	Negrito	X		
Loganiaceae	*Spigelia anthelmia*	Lombricera			X
Bignoniaceae	*Stizophyllum riparium*	Tzoj bach			X
Fabaceae	*Swartzia cubensis*	Katalox	X	X	
Bignoniaceae	*Tanaecium tetragonolobum*	Sac ak			X
Sapindaceae	*Thouinia paucidentata*	Kanchunub	X	X	
Arecaceae	*Thrinax radiata*	Palma chit			X
Meliaceae	*Trichilia glabra*	Chobenche	X		
Lamiaceae	*Vitex gaumeri*	Yax nic	X		

ESPECIES EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010

En los sitios de muestreo solo se registró 1 especies de flora que se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo de Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010				
REGISTRO	**FAMILIA**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS**
1	Arecaceae	*Thrinax radiata*	Palma chit	Amenazada

d) Caracterización de la fauna en el predio

Métodos de muestreo aplicados al estudio de la fauna

La metodología que se empleó para realizar el muestreo de la fauna en el sitio del predio del proyecto, como se mencionó se realizó en los transectos que recorren la totalidad de la superficie de cambio de uso de suelo, en los que se registraron los individuos observados al paso. Cabe señalar que para los individuos de los grupos de reptiles y anfibios se buscaba en oquedades de árboles, bajo hojas y rocas. En el caso del grupo de las aves se hicieron pausas de 15 min en los puntos de inicio, centro y final del transecto para pasar desapercibidos y poder tener registros reales. Lo anterior se describe a detalle:

Para obtener información sobre la fauna presente en el predio del proyecto, se estableció una brigada de monitoreo que realizó los recorridos dos veces al año: durante la temporada seca y en temporada de lluvia[3]. El primer muestreo fue realizado en el mes de abril de 2025 y el segundo muestreo se realizó en el mes de octubre de 2025. Tomando en cuenta que en la región de la Península de Yucatán y específicamente en el Estado de Quintana Roo de acuerdo con su ubicación se establecen dos tipos de temporadas, secas y húmedas, lo que equivaldría a cálidas y frías en latitudes superiores. Estas temporadas se presentan de junio a octubre la temporada lluviosa y de febrero a abril la temporada seca. De esta manera los datos obtenidos durante los muestreos realizados cubren las temporadas climáticas que se presentan en la región.

Previo a la fecha de los muestreos se revisó el equipo y se verificó su funcionamiento. La salida para el registro de datos se realiza temprano por la mañana. Para los recorridos de cada grupo faunístico se establecieron horarios de la siguiente manera:

a) El conteo de aves por puntos, de 6 a 10 de la mañana.
b) El registro de huellas y excrementos en transectos, de 7 a 11 de la mañana.
c) La última actividad que debe realizarse, antes de que la brigada se retire de la unidad de muestreo, es la instalación de la cámara. (en caso de requerirse)

La periodicidad de los métodos específicos para realizar el muestreo de fauna es el siguiente[4]:

[3] FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018), "Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas", BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México. https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1914/1/100000050372_documento.pdf

4 FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018), "Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas", BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.

Muestreo	Método	Temporada de muestreo
Aves	Conteo por puntos	Dos veces al año • En seca • En lluvia
Huellas y excrementos	Transectos	Dos veces al año • En seca • En lluvia
Mamíferos terrestres	Fototrampeo	Dos veces al año • En seca • En lluvia

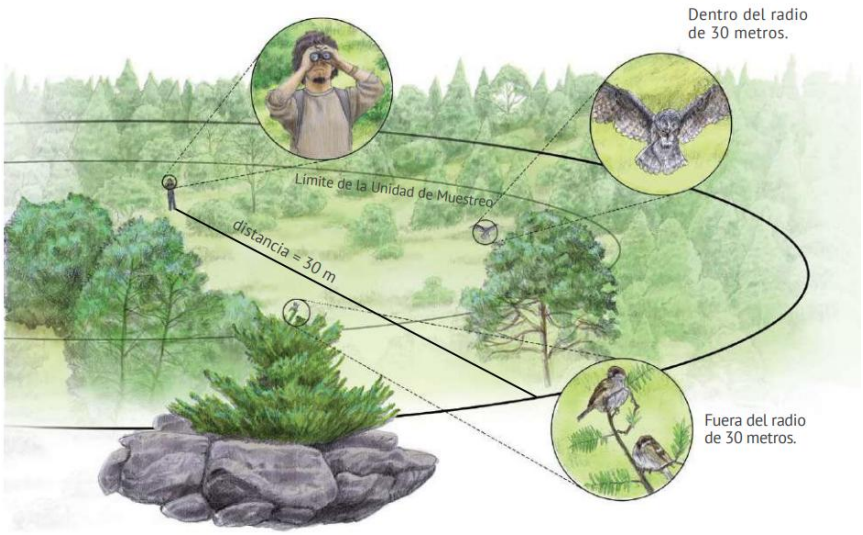
El conteo de aves por puntos se realizó en dos temporadas al año: seca y de lluvia. Y en cada una de estas temporadas. Para hacer el conteo, dos brigadistas se ubican al centro de la unidad de muestreo en silencio, estas unidades de muestreo fueron el inicio, la mitad y el final del transecto trazado para los muestreos de fauna, lo anterior se hace para evitar alterar a las aves presentes. Se tuvo un tiempo de espera de dos minutos para permitir que su actividad se normalice.

Los datos fueron registrados con apoyo de binoculares en el formato de campo correspondiente cada ave y/o canto (en caso de reconocerlo) durante 10 min, sin apartarse del centro y en un radio de 360°.

De forma individual y con apoyo de los binoculares, se registraron en el formato de campo cada ave que observe y escuche (en caso de reconocerlo) durante 10 minutos, dentro del área señalada. Este registro se hará sin apartarse del centro de la unidad de muestreo y girando 360° sobre su propio eje; los datos que se registraron fueron especie, el nombre común y científico, y cuántos individuos vieron u oyeron.

Es importante que a la hora de los muestreos se tome en cuenta lo siguiente:

- Utilizar cinta de señalización como ayuda visual para delimitar el radio de 30 metros y saber si un ave se ubica dentro o fuera del área de conteo.
- No contar la misma ave más de una vez.
- Las aves que estén fuera del radio de 30 metros, anotarlas en el recuadro de observaciones. Si se encuentran fuera de ese radio, pero durante el tiempo de observación ingresan al área, deberán incluirlas dentro del área de conteo.



Una de las formas más sencillas, confiables y económicas de conocer las especies de mamíferos de un territorio es a través de los rastros que dejan, como huellas y excrementos. Muchos animales suelen trasladarse de zonas de alimentación a otras de descanso, por lo que es muy probable encontrar indicios a lo largo de los senderos que se utilizan. Para buscar huellas y excrementos y registros visuales, la metodología consultada es el método de transectos. Una vez tomada la decisión del método, se toman, mediante el GPS, las coordenadas del lugar de inicio.

Los resultados obtenidos durante los muestreos de fauna se presentan a continuación, organizados en tablas por grupo faunístico.

Aves				
Nº	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010**
1	Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí yucateco	-
2	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita	-
3	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	-
4	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara yucateca	-
5	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	-
6	Picidae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero lineado	-
7	Fringillidae	*Euphonia hirundinacea*	Fruterito garganta amarilla	-
8	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	**Protección Esp**
9	Icteridae	*Icterus auratus*	Bolsero yucateco	-
10	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero	-
11	Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle	-
12	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luis gregario	-
13	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca	-
14	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	X'takay	-
15	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma aliblanca	-

REPTILES				
Nº	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010**
1	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Basilisco	
2	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	**Amenazada**
3	Polychridae	*Anolis sagrei*	Lagartija común	
4	Teiidae	*Ameiva undulata*	Ameiva	
5	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija espinosa	

MAMÍFEROS				
Nº	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010**
1	Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago frutero	
2	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	
3	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	
4	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla gris	

ANFIBIOS				
Nº	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010**
1	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo costero	
2	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana de árbol mexicana	

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

En los sitios de muestreo se registraron 2 especies de fauna que se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo de Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010				
REGISTRO	**FAMILIA**	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**	**ESTATUS**
1	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Protección Esp
2	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	Amenazada

III.1.3 Medio Socioeconómico

Dentro de la RE la zona urbana más cercana corresponde a la localidad de Puerto Aventuras, este apartado se desarrollará describiendo los aspectos socioeconómicos de este asentamiento humano.

Puerto Aventuras es una de las dos localidades urbanas en Solidaridad según INEGI (2020). Tiene una población de 22,878 habitantes y su mancha urbana ocupa una superficie de 3.3 km^2. Así, se calcula una densidad bruta de 6,935.48 hab/km^2 en la localidad.

a) Tamaño de la población y tendencias de crecimiento

De acuerdo con los datos reportados en la Página del Municipio y que señalan ser del INEGI; el municipio de Solidaridad, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, la población del municipio era de 333,800 habitantes y cuenta con una tasa de crecimiento natural de 7.9%.

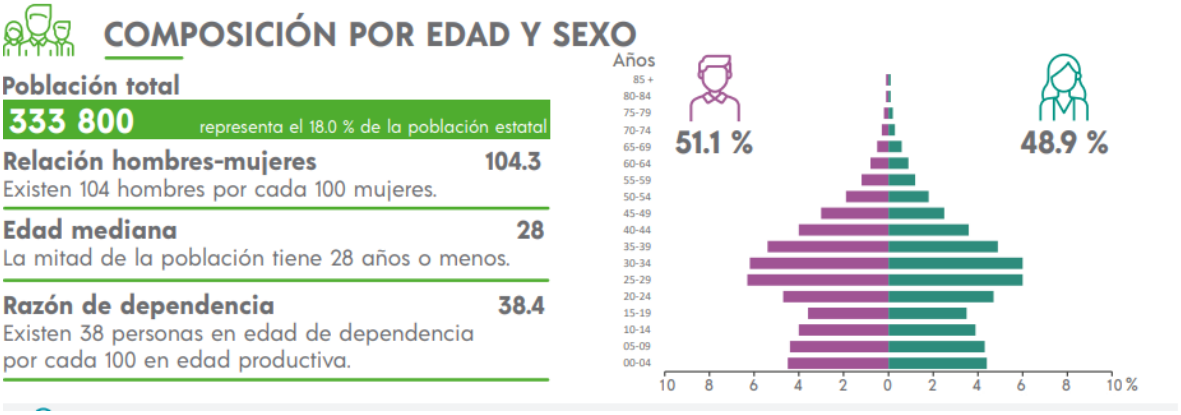


Imagen 1. Composición por edad y sexo. Datos del Panorama estadístico de Quintana Roo, 2020.

b) Demografía

Para el año 2020, la población del municipio era de 333,800 personas, mientras que en la Ciudad de Puerto Aventuras era de 22,878 personas, de los cuales 11,582 eran hombres y 11,296 correspondían a mujeres.

c) Vivienda

En el municipio de Solidaridad, para el 2020, las viviendas particulares eran de 110,763 viviendas, de las cuales el 91.7% contaba con servicio de agua potable y el 96% con el servicio de drenaje, el 95.9% contaba con energía eléctrica. El promedio de ocupantes por vivienda era de 3.00.

En el caso de la Ciudad de Puerto Aventuras, se tiene un total de 8,926 viviendas para el 2020, de las cuales 6,902 estaban habitadas.

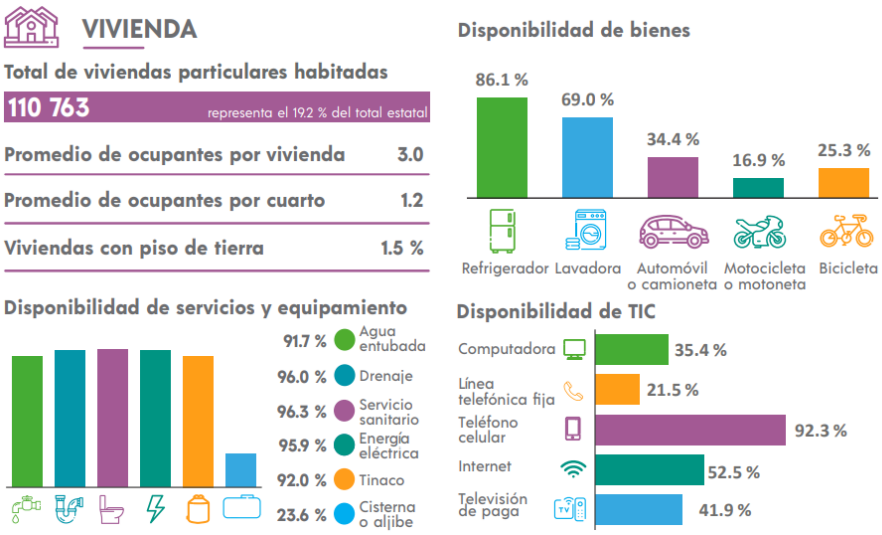


Imagen 2. Vivienda. Datos del Panorama estadístico de Quintana Roo, 2020.

d) Educación

La oferta educativa puede documentarse mediante el Sistema de Información y Gestión Educativa (SIGED) de la Secretaría de Educación Pública, que permite consultar escuelas por localidad, nivel educativo y sostenimiento. En el entorno de Puerto Aventuras se identifican planteles de educación básica; para determinar la oferta específica de Ciudad Aventuras es necesario verificar los registros correspondientes a esa localidad, sin asumir que ambas denominaciones son equivalentes[5].

e) Turismo

El turismo constituye una de las actividades económicas fundamentales del municipio de Playa del Carmen. El Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027 reconoce la

[5] (Secretaría de Educación Pública. (s. f.). Sistema de Información y Gestión Educativa (SIGED): Consulta de escuelas. Gobierno de México. https://siged.sep.gob.mx/SIGED/escuelas.html

importancia de esta actividad para la economía local y plantea estrategias orientadas a fortalecer su competitividad y sostenibilidad. Como referencia regional, la Secretaría de Turismo reportó una ocupación hotelera promedio anual de 67.1 % en Playa del Carmen durante 2025, indicador que permite dimensionar la relevancia de la actividad turística en el municipio, aunque no representa exclusivamente a Ciudad Aventuras[6].

f) Agricultura

Para caracterizar la actividad agrícola se dispone del Censo Agropecuario 2022 del INEGI, que contiene información sobre superficies cultivadas, unidades de producción, sistemas de riego y producción agrícola. Sin embargo, la información debe consultarse para el municipio y no atribuirse directamente a Ciudad Aventuras si no existe un desglose específico por localidad[7].

g) Ganadería

La actividad ganadera también se encuentra contemplada en el Censo Agropecuario 2022, que registra información sobre la cría y explotación de animales, incluidas las existencias de ganado bovino y las características de las unidades de producción. Para el diagnóstico del proyecto, conviene verificar los resultados municipales antes de determinar su importancia relativa frente a otras actividades económicas[8].

---

[6] Secretaría de Turismo. (2026). Reporte de monitoreo de ocupación hotelera: diciembre de 2025. DATATUR, Gobierno de México. https://datatur.sectur.gob.mx/documentoscompartidos/monitoreo/2025-12_rpt_ocupacion.pdf y H. Ayuntamiento de Playa del Carmen. (2024). Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027. https://playadelcarmen.gob.mx/rmr05apmd2024-2027

[7] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). Censo Agropecuario 2022: Resultados definitivos. Red Nacional de Metadatos. https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/867

[8] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). Censo Agropecuario 2022: Resultados definitivos. Red Nacional de Metadatos. https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/867

h) Pesca

La pesca debe analizarse distinguiendo entre la actividad pesquera comercial y la pesca deportiva vinculada al turismo. En el entorno regional de Puerto Aventuras existen servicios de pesca deportiva que forman parte de la oferta recreativa de la Riviera Maya; no obstante, su existencia no demuestra que la pesca comercial constituya una actividad económica significativa dentro de Ciudad Aventuras. Para sustentar esta última, sería necesario consultar estadísticas oficiales de producción pesquera para el municipio o la zona costera correspondiente[9].

i) Industria

La estructura económica municipal puede examinarse mediante el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI, que registra establecimientos por actividad económica, ubicación y tamaño. Para Ciudad Aventuras, se recomienda revisar específicamente los establecimientos de las industrias manufactureras, la construcción y las actividades relacionadas con el suministro de energía y otros servicios. La existencia de estos sectores en el municipio no implica necesariamente que tengan una presencia importante dentro de la localidad[10].

[9] Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca. (2026, 31 de marzo). Estadística pesquera y acuícola de México. Gobierno de México. https://www.gob.mx/conapesca/es/documentos/estadistica-pesquera-y-acuicola-de-mexico

[10] Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s. f.). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx

III.2 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

La Región Ecológica (RE) donde se pretende desarrollar el proyecto correspondiente a un Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE), delimitada con base en la Unidad de Gestión Ambiental Regional 12, denominada “Corredor Calica-Akumal”, del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, presenta un paisaje en el que coexisten superficies con vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia y áreas sin vegetación aparente, de acuerdo con la Carta de Uso del Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Serie VII, escala 1:250,000. Esta configuración refleja distintos grados de transformación de la cobertura vegetal y constituye un referente para comprender las condiciones ambientales actuales de la región.

Desde el punto de vista de la vegetación, la cartografía del INEGI identifica tres categorías predominantes en la RE: vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y áreas sin vegetación aparente. En el predio del proyecto, la misma fuente cartográfica señala la presencia de vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia; sin embargo, el inventario florístico realizado en los polígonos de aprovechamiento permitió precisar que la cobertura actualmente presente corresponde a vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia. Esta información de campo proporciona un mayor nivel de detalle sobre las condiciones particulares del sitio y complementa la caracterización regional.

La presencia de vegetación secundaria indica que la comunidad vegetal ha experimentado modificaciones respecto de su condición original y que presenta una estructura y composición asociadas con procesos de regeneración. No obstante, estas superficies mantienen relevancia ambiental, ya que pueden proporcionar hábitat y recursos para la fauna silvestre, contribuir a la conservación del suelo y participar en los procesos ecológicos propios de los ecosistemas selváticos. Por ello, el grado de

conservación y la importancia ecológica del predio deben valorarse a partir de la composición florística registrada, la estructura de los estratos vegetales y las características del entorno, sin considerar que la condición secundaria implica necesariamente un bajo valor ambiental.

En cuanto al contexto territorial, la UGA 12 constituye la unidad de referencia seleccionada para delimitar la RE y vincular el análisis del proyecto con el instrumento de ordenamiento ecológico local. La presencia de infraestructura, vialidades, desarrollos y otras actividades humanas en el entorno deberá considerarse en la evaluación de las tendencias de transformación del territorio. Sin embargo, para determinar el grado de urbanización, la densidad de ocupación humana y la intensidad de las presiones antrópicas dentro de la RE, es necesario contar con información territorial y estadística específica, por lo que no se presupone que toda la superficie de la UGA presente condiciones homogéneas.

Desde el punto de vista socioeconómico, el municipio de Playa del Carmen, anteriormente denominado Solidaridad, se caracteriza por una importante actividad turística y por el crecimiento de los sectores relacionados con los servicios, el comercio y la construcción. La localidad de Ciudad Aventuras constituye un referente poblacional cercano al proyecto; no obstante, la información económica disponible a escala municipal no debe atribuirse directamente a dicha localidad sin contar con datos específicos. Asimismo, las actividades agrícolas, ganaderas, pesqueras e industriales deben analizarse conforme a su presencia y relevancia documentadas en el entorno inmediato y en el ámbito municipal.

En este contexto, el desarrollo del SAE se vincula con la infraestructura necesaria para el almacenamiento de energía, cuya evaluación ambiental debe considerar tanto las características particulares del proyecto como las condiciones de la vegetación presente en el área de aprovechamiento. Entre los impactos potenciales asociados con su preparación y construcción se encuentran la remoción de la cobertura vegetal,

la modificación localizada del hábitat y la alteración de las condiciones del suelo. La magnitud de estos efectos dependerá de la superficie efectivamente intervenida, de las características de la vegetación y de las medidas de prevención y mitigación que se implementen.

Con base en lo anterior, la RE presenta un contexto ambiental caracterizado por la presencia de vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia y superficies sin vegetación aparente, cuya distribución y estado actual deben interpretarse considerando tanto los procesos de regeneración natural como las modificaciones asociadas con las actividades humanas. En consecuencia, el principal reto ambiental para el proyecto consiste en compatibilizar la instalación y operación del SAE con la conservación de la cobertura vegetal remanente, la protección de la fauna silvestre y el mantenimiento de las funciones ecológicas del entorno.

Bajo este escenario, la viabilidad ambiental del proyecto dependerá de su compatibilidad con los instrumentos de ordenamiento territorial y ecológico aplicables, así como de la adecuada implementación de medidas de prevención, mitigación y, cuando corresponda, compensación ambiental. La delimitación de las áreas de intervención, la protección de la vegetación que no requiera removerse y el cumplimiento de las disposiciones ambientales aplicables serán elementos fundamentales para reducir los efectos adversos y favorecer la integración del proyecto en las condiciones ambientales de la Región Ecológica.

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CONTENIDO

CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 1

IV.1 Identificación de impactos ambientales 1

IV.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales **1**

IV.1.2 Justificación de la metodología seleccionada **2**

IV.1.2.1 Lista de indicadores de impacto **3**

IV.1.2.2 Valoración cualitativa del impacto ambiental. **4**

IV.1.2.3 Valoración cuantitativa del impacto ambiental. **6**

IV.1.2.4 Criterios seleccionados para la valoración de los impactos **6**

IV.1.2.5 Asignación de rangos para los criterios de evaluación **12**

IV.2 Valoración de los impactos 13

IV.3 Jerarquización de los impactos ambientales 40

IV.4 Conclusiones Impactos 45

IV.5 Medidas preventivas, mitigación y compensación para los impactos ambientales de cada una de las etapas del proyecto 46

IV.5.1 Medidas de mitigación, prevención y compensación 47

IV.6 Clasificación de las medidas ambientales 48

IV.7 Medidas para la etapa de preparación del sitio y construcción 49

IV.8 Medidas para la etapa de operación 66

IV.9 Programas anexos a la MIA-P 70

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

IV.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El impacto ambiental se define como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (Artículo 3o, Fracción XIX, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente); en este sentido, cualquier cambio que el proyecto ocasione sobre el ambiente, será considerado como un impacto ambiental.

Por otro lado, la evaluación del impacto ambiental es un proceso de análisis que sirve para prever los futuros cambios en el ambiente, sean de tipo antropogénico o generados por el mismo ambiente; asimismo, permite elegir aquella alternativa de proyecto cuyo desarrollo maximice los beneficios hacia el ambiente y disminuya los impactos no deseados; por lo tanto, el término impacto no implica en sí mismo negatividad, ya que estos también pueden ser positivos.

IV.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

En este apartado se aborda la metodología que se utilizará para realizar un diagnóstico ambiental de la RE con el objeto de identificar cada uno de los factores y subfactores que pueden resultar afectados de manera significativa por alguno o algunos de los componentes del proyecto (obra o actividad), de manera que, analizando las interacciones que se producen entre ambos, se alcance gradualmente una interpretación del comportamiento de la Región Ecológica.

Para este diagnóstico ambiental se ha seleccionado el método de Matriz de Cribado o Matriz de Causa-Efecto. Se trata de una metodología que permite identificar los impactos ambientales a través de la interacción de cada una de las actividades del

proyecto con los distintos factores del medio ambiente. Consiste en una matriz de doble entrada, en cuyas filas se desglosan los elementos del medio que pudieran ser afectados (físico abiótico, físico biótico y socioeconómico), y estos a su vez se dividen por factores ambientales (aire, agua, suelo, geomorfología, paisaje, flora, fauna, demografía, sector social y sector económico); en tanto que las columnas contienen las actividades del proyecto causales del impacto.

IV.1.2 Justificación de la metodología seleccionada

Este método fue seleccionado debido a que está confeccionado con el fin de poder adaptarse a todo tipo de proyectos por su carácter generalista y dado que permite la integración de conocimientos sectoriales, pudiendo actuar como hilo conductor para el trabajo de un equipo interdisciplinario; esto lo hace especialmente útil y práctico como herramienta para estudios de impacto ambiental; aunado a que el modelo es bastante completo y permite, partiendo de un diagrama arborescente de la Región Ecológica, hacer una evaluación tanto cualitativa como cuantitativa del impacto ambiental, logrando esto último mediante el empleo de funciones de transformación. Además, posibilita comparar los impactos del proyecto en los escenarios del medio, sin implementar medidas protectoras y con la aplicación de ellas.

Entre las ventajas del método seleccionado se pueden citar las siguientes: 1) permite la obtención de un índice global de impactos; 2) se adapta a diferentes tipos de proyectos; 3) pondera los efectos mediante la asignación de pesos; y 4) realiza una evaluación cualitativa y cuantitativa del impacto.

Indicadores de impacto

De manera previa a la construcción de la Matriz de Causa-Efecto, se realizó una selección de indicadores de impacto, los cuales servirán para obtener una aproximación cercana a la realidad respecto de las interacciones que se establecerán en la matriz.

Una definición genéricamente utilizada del concepto indicador establece que éste es "un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado por un agente de cambio"[1]; es por ello por lo que se considera a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del desarrollo del proyecto.

Para fines prácticos y metodológicos, los indicadores de impacto fueron seleccionados con base en las siguientes características:

- Representatividad: se refiere al grado de información que posee un indicador respecto del impacto global de la obra.
- Relevancia: la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Excluyente: no existe una superposición entre los distintos indicadores.
- Cuantificable: medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- Fácil identificación: definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

IV.1.2.1 Lista de indicadores de impacto

En la siguiente tabla se presenta la lista de los indicadores de impacto seleccionados para el proyecto de acuerdo con sus características de representatividad, relevancia y por ser excluyentes, cuantificables y de fácil identificación.

ELEMENTO DEL AMBIENTE QUE SERÁ IMPACTADO	INDICADORES DE IMPACTO
Aire	Número de fuentes móviles
	Tiempo de operación de las fuentes móviles
	Cantidad de partículas suspendidas
Suelo	Volumen del recurso removido
	Superficie de aprovechamiento

[1] Ramos, A. (ed). 1987. Diccionario de la naturaleza. Hombre, ecología, paisaje. Espasa-Calpe. Madrid

ELEMENTO DEL AMBIENTE QUE SERÁ IMPACTADO	INDICADORES DE IMPACTO
	Superficie de despalme
	Volumen de residuos sólidos y líquidos generados
Hidrología	Volumen de aguas residuales generadas
Paisaje	Superficie modificada
Flora	Superficie de desmonte
	Superficie de conservación
Fauna	Superficie de aprovechamiento
	Superficie de conservación
	Tiempo de vida útil del proyecto
Medio socioeconómico	Número de empleos generados
	Maquinaria y equipo requeridos
	Tiempo de duración del proyecto

IV.1.2.2 Valoración cualitativa del impacto ambiental.

Una vez definidos los indicadores de impacto, a continuación, se presenta la Matriz de Cribado o Matriz de Causa-Efecto propuesta para la evaluación de los impactos ambientales. En dicha matriz se establecerán las interacciones acción-factor ambiental, en donde las acciones se incluirán en las columnas, en tanto que los factores ambientales se desglosarán por filas; en este sentido, cuando una acción afecte uno o varios factores ambientales, se marcará la celda común a ambas. Cabe mencionar que, en esta etapa de la evaluación de los impactos, la valoración de los mismos es de tipo cualitativa, y servirá de base para establecer la valoración a nivel cuantitativo.

SAE KANTENAH

MATRIZ DE CRIBADO

MATRIZ DE CAUSA-EFECTO

En las columnas se colocaron todas aquellas actividades involucradas en esta etapa del proyecto, y en las filas se incluyeron todos y cada uno de los componentes del ambiente que se verán afectados por dichas actividades (factores y subfactores). La celda que indicaba una posible interacción entre ambos componentes de la matriz fue marcada con una "X".

				Preparación del sitio y construcción								Operación		
Subsistema	Apartados	Factores	Subfactores	Contratación del personal	Compra/renta de material y equipo	Desmonte y despalme	Relleno, nivelación y compactación	Excavaciones y construcción de cimentaciones, bases y plataformas	Construcción de obras complementarias y adecuación de accesos y vialidades internas	Instalación de infraestructura eléctrica y montaje de equipos del SAE y línea de transmisión subterránea	Instalación de sistemas auxiliares, de control, seguridad y protección contra incendios	Contratación de personal operativo y de mantenimiento	Operación del sistema de almacenamiento, carga y descarga de energía.	Manejo de residuos de operación y mantenimiento
FÍSICO-NATURAL	Abiótico	Atmósfera	Calidad del aire		x	x	x	x	x	x	x			x
			Niveles de ruido ambiental		x	x	x	x	x	x	x		x	x
		Hidrología subterránea	Superficie permeable			x	x	x	x	x				
			Calidad del agua		x	x	x	x	x	x	x		x	x
			Infiltración y recarga local			x	x	x	x	x	x			
		Suelo	Calidad del suelo		x	x	x	x	x	x			x	x
			Relieve			x	x	x	x					
		Paisaje	Calidad visual			x	x	x	x	x	x		x	
	Biótico	Fauna	Calidad del hábitat			x	x	x	x	x	x		x	
		Flora	Calidad del hábitat			x	x	x	x					
SOCIOECONÓMICO	Perceptual	Población	Empleos	x	x			x	x	x	x	x		
	Sociedad	Economía	Compraventa		x			x	x	x	x	x		x
	Economía		Arrendamiento		x		x	x	x	x	x	x		x

ELIMINADO, por contener DATOS PERSONALES que son considerados INFORMACIÓN CONFIDENCIAL de conformidad con los artículos 23 y 116 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública; 9 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

IV.1.2.3 Valoración cuantitativa del impacto ambiental.

Una vez definidas las interacciones entre los componentes del medio y las actividades del proyecto, se procede a valorarlos cuantitativamente a través de criterios de valoración (descritos más adelante). A cada criterio se le asignará un valor numérico y consecuentemente se realizará la sumatoria de los valores asignados aplicando el algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), modificado, el cual se indica como sigue: Valor de importancia (VIM) = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc). El resultado obtenido en la aplicación del algoritmo permitirá determinar más adelante el valor de importancia de cada impacto identificado. Como paso final, el resultado será ponderado con una escala de referencia (definida más adelante), a fin de establecer aquellos impactos relevantes o significativos que generará el proyecto.

IV.1.2.4 Criterios seleccionados para la valoración de los impactos

En el siguiente cuadro se presentan los criterios de valoración con sus correspondientes atributos, que permitirán valorar cuantitativamente cada impacto ambiental identificado.

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
1	Carácter	**Positivo/Negativo**
2	Intensidad	**Alta/Media/Baja**
3	Causa-efecto	**Directo/Indirecto**
4	Extensión	**Puntual/Extenso/ Parcial**
5	Momento	**Corto plazo/ Mediano plazo/Largo plazo**
6	Persistencia	**Fugaz/Temporal/Permanente**
7	Periodicidad	**Irregular/Periódico/Continuo**
8	Reversibilidad	**Reversible/Irreversible**
9	Recuperabilidad	**Preventivo/Mitigable/Recuperable/Irrecuperable**

Como puede verse en el cuadro anterior, para la evaluación cuantitativa del impacto, se utilizarán 9 criterios y 25 atributos, los cuales se describen como sigue:

Carácter (+ ó -).

Cuando hablamos del carácter del impacto, simplemente aludimos a si es beneficioso o dañino, lo cual suele indicarse con un signo positivo (+) o negativo (-), respectivamente. Con el impacto positivo las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico) se benefician y mejoran, mientras que con el negativo se dañan o deterioran.

Intensidad (In).

Si por definición la intensidad es el grado de fuerza, cuando hablamos de la intensidad del impacto nos referimos a su nivel de destrucción si se trata de un impacto negativo, o de beneficio, si es positivo. Con un propósito práctico el grado de destrucción o beneficio se define como alto, medio o bajo, para identificar diferentes niveles de daño o mejora en las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico).

En un sentido negativo, cuando la intensidad es alta se produce una destrucción casi total del factor ambiental afectado, y si es baja hay una modificación mínima del factor afectado. En un sentido positivo, la intensidad alta refleja un beneficio máximo, mientras que si es baja solo indicaría una cierta mejora. En ambos casos, la intensidad media representa una situación intermedia al ser comparada con los dos niveles anteriores.

En relación con este criterio, para el presente estudio se considerará lo siguiente:

- Intensidad alta: cuando el impacto ocasione una destrucción total o produzca un beneficio máximo sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto.

- Intensidad media: cuando el impacto ocasione sobre el recurso una destrucción o un beneficio mayor al 50 % con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto, pero no su destrucción total o un beneficio máximo.

- Intensidad baja: cuando el impacto ocasione una destrucción o produzca un beneficio menor al 50 % sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto.

Relación causa-efecto (Ce).

Hace alusión a la inmediatez del impacto y su posición en la cadena de efectos. Si el impacto tiene un efecto inmediato sobre algún factor del medio se habla de impacto directo. Si el efecto tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor entonces se dice que es indirecto. Los impactos directos son también llamados primarios, son los más obvios pues ocurren casi al mismo tiempo que la acción que los causa, mientras que los indirectos son llamados secundarios, terciarios, etc.

Extensión (Ex).

La extensión permite considerar algo tan importante como las características espaciales del impacto, es decir, hasta dónde llega su efecto. Bajo este criterio los impactos se dividen en puntual, cuando afecta un espacio muy localizado; extenso si afecta un espacio muy amplio, o parcial si afecta un espacio intermedio, al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores. Para este criterio es necesario establecer una escala espacial relativa referida al factor que se analiza, que a su vez ayudará a precisar las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala espacial en la aplicación de este criterio se considerará como se indica a continuación:

Puntual: cuando el impacto sólo afecte la superficie donde se esté realizando la obra o actividad de que se trate.

- Parcial: cuando el impacto afecte una superficie mayor al sitio donde se esté realizando la obra o actividad de que se trate, pero dentro de los límites de la cuenca o microcuenca.

- Extenso: cuando el efecto del impacto se produzca más allá de los límites de la cuenca o microcuenca.

Momento (Mo).

Alude al momento en que ocurre el impacto, es decir, el tiempo transcurrido desde que la acción se ejecuta y el impacto se manifiesta. Este tipo de impacto puede ocurrir a corto plazo, si se manifiesta inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción, a largo plazo si se expresa mucho tiempo después de ocurrida la acción o a mediano plazo si se manifiesta en un momento después de ocurrida la acción que resulta intermedio al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores.
Para fines prácticos y metodológicos del presente estudio, en la aplicación de este criterio se considerará lo siguiente:

Corto plazo: si el impacto ocurre dentro del primer mes de que se produzca el factor que lo genera.

Mediano plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período aproximado mayor a un mes, pero menor a tres meses de haberse producido el factor que lo genera.

Largo plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a tres meses de haberse producido el factor que lo genera.

Persistencia (Pe).

Se refiere al tiempo que permanece actuando el impacto, es decir, la duración que teóricamente tendrá la alteración del factor que se está valorando. Así, se considera permanente aquel impacto que provoca una alteración indefinida en el tiempo; temporal aquel que causa una alteración transitoria y fugaz aquel que causa una alteración breve. Para este tipo de criterio es necesario establecer una escala temporal relativa referida al factor que se analiza y para ello se tomará como base el cronograma del proyecto, el cual permitirá establecer un tiempo concreto de duración ajustado a la realidad del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala temporal en la aplicación de este criterio se considerará como se indica a continuación:

Fugaz: si el impacto deja de manifestarse en un período que abarca de un día a un mes después de haber desaparecido el factor que lo genera.

Temporal: si el impacto se manifiesta en un período de tiempo mayor a un mes, pero sólo durante la etapa del proyecto en la que se generó.

Permanente: si el impacto se manifiesta durante toda la vida útil del proyecto.

Periodicidad (Pr).

Alude a la regularidad o grado de permanencia del impacto en un período de tiempo. Se define como irregular al que se manifiesta de forma discontinua e impredecible en el tiempo, periódico si se expresa de forma regular pero intermitente en el tiempo y continuo si el cambio se manifiesta constante o permanentemente en el tiempo. Este último, en su aplicación tiende a confundirse con el impacto permanente, sin embargo, el impacto permanente concierne a su comportamiento en el tiempo y el continuo al tiempo de actuación.

Reversibilidad (Rv).

En ocasiones, el medio alterado por alguna acción puede retornar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa; hablamos entonces de impacto reversible. Cuando al desaparecer dicha acción, no es posible el retorno al estado original de manera natural, decimos entonces que el impacto es irreversible. Este criterio no se considera para evaluar los impactos al medio socioeconómico, puesto que los elementos que lo integran no son de tipo natural.

Recuperabilidad (Rc).

No siempre es posible que el medio alterado por alguna acción pueda regresar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa. En tales casos debemos tomar medidas para que esto ocurra. Definimos entonces el impacto recuperable cuando éste desaparece al cesar la acción que lo causa; preventivo cuando se aplican medidas que impiden la manifestación del impacto; mitigable como aquel donde la aplicación de medidas correctoras sólo reducen el efecto de la acción impactante, sin llegar a la situación inicial; e irrecuperable cuando al desaparecer la acción que lo causa no es posible el retorno a la situación inicial, ni siquiera a través de medidas de protección ambiental, por lo que además de medidas mitigadoras para reducirlo, debemos aplicar las llamadas medidas compensatorias para remediarlo. En los casos, preventivo y mitigable, aplican las llamadas medidas preventivas o de mitigación, a las cuales nos referiremos en otro capítulo del presente estudio.

La categoría de recuperabilidad no aplica a los impactos positivos, pues su definición abarca el concepto de medidas mitigadoras o compensatorias que solo se aplican a los impactos negativos. Para los impactos positivos se manejan las llamadas medidas optimizadoras encaminadas a perfeccionar, ampliar y expandir el beneficio del impacto positivo.

IV.1.2.5 Asignación de rangos para los criterios de evaluación

De manera previa a la valoración cuantitativa de los impactos ambientales a través del algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), a continuación, se procede a la asignación de rangos para los criterios de valoración por cada uno de sus atributos, según corresponda, a fin de poder obtener un valor de ponderación para los impactos asociados a la etapa de preparación del sitio (ver tabla siguiente).

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
Carácter	Positivo	**+**
	Negativo	**-**
Intensidad (In)	Baja	**1**
	Media	**2**
	Alta	**3**
Causa-efecto (Ce)	Indirecto	**1**
	Directo	**2**
Extensión (Ex)	Puntual	**1**
	Parcial	**2**
	Extenso	**3**
Momento (Mo)	Corto plazo	**1**
	Mediano plazo	**2**
	Largo plazo	**3**
Persistencia (Pe)	Fugaz	**1**
	Temporal	**2**
	Permanente	**3**
Periodicidad (Pr)	Irregular	**1**
	Periódico	**2**
	Continuo	**3**
Reversibilidad (Rv)	Reversible	**1**
	Irreversible	**2**
Recuperabilidad (Rc)	Preventivo	**0**
	Recuperable	**1**
	Mitigable	**2**
	Irrecuperable	**3**

Cálculo del valor de importancia de los impactos ambientales

A continuación, se presentan los cálculos realizados para la valoración de los impactos ambientales identificados por cada etapa del proyecto, utilizando el algoritmo seleccionado (modificado de Gómez Orea, 1988), el cual se describe como sigue:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

Donde:

VIM = Valor de importancia del impacto
(+/-) = positivo o negativo
In =Intensidad
Ex =Extensión
Ce =Causa-efecto
Mo =Momento
Pe =Persistencia
Pr =Periodicidad
Rv =Reversibilidad
Rc=Recuperabilidad

Asimismo, se presenta la valoración cuantitativa de los impactos ambientales identificados, tomando como base las interacciones establecidas en la matriz de causa-efecto, presentada anteriormente.

IV.2 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

1) Impacto identificado: GENERACIÓN DE EMPLEOS

Actividad que lo genera: Contratación de personal para las labores de preparación del sitio
Apartado que se verá influenciado: Socioeconómico
Factor y subfactor del medio que será impactado: Sociedad (Empleo y ocupación)

Descripción del impacto: Durante esta etapa es de vital importancia la contratación de personal para llevar a cabo las actividades inherentes a la preparación del sitio de

los predios; por lo tanto, se generarán fuentes de empleo temporales, que beneficiará a la población local, influenciando directamente al medio social.

Evaluación del impacto: El proyecto generará un beneficio para la sociedad, al constituirse como una fuente de empleos directos e indirectos que favorecen a la población local, pues les permitirá contar con una fuente continua de ingresos económicos (**Positivo +**). La cantidad de personal requerido para la preparación del sitio y construcción del proyecto es del orden de 200 trabajadores; por lo tanto, se considera que el impacto tendrá una intensidad alta, debido a que contribuirá al ingreso económico de las personas contratadas, principalmente de aquellas que residan en Ciudad Aventuras y Playa del Carmen. (**In: Alta=3**).

La extensión del impacto se considera extenso, debido a que el beneficio económico podría extenderse más allá de la superficie del predio, al favorecer a trabajadores residentes en Ciudad Aventuras y Playa del Carmen, por lo que se considera que el beneficio por la generación de empleos rebasará los límites de la Región Ecológica, es decir, se trata de un impacto extenso **(Ex: Extenso=3)**.

Sin la contratación de personal, resulta imposible la operación del proyecto, pues los trabajadores son indispensables para la ejecución de las actividades del proyecto; entonces el impacto es generado directamente por el proyecto **(Ce: Directo=2).** La contratación del personal será inmediata, ya que sin ello no se podrá dar inicio con los trabajos proyectados para la operación de las instalaciones; entonces se considera que el impacto ocurrirá en forma inmediata, es decir a corto plazo **(Mo: Corto plazo=1)**.

Al finalizar las actividades de preparación del sitio, también cesará el contrato de los trabajadores involucrados en las distintas obras y actividades proyectadas en esta etapa, entonces el impacto tendrá una persistencia temporal **(Pe: Temporal=2)**. Los trabajadores se mantendrán empleados mientras tanto no finalice esta etapa del proyecto, por lo que su empleo será constante a lo largo del proceso, pero no continuará en las etapas subsecuentes **(Pr: Periódico= 2)**.

Los criterios de reversibilidad (**Rv=0**) y recuperabilidad (**Rc=0**) no aplican para los impactos ambientales al medio socioeconómico.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(3) + 2(3) + 2 + 1 + 2 + 2 + 0 + 0

VIM = + 22

2) Impacto identificado: GENERACIÓN DE DERRAMA ECONÓMICA

Actividad que lo genera: Compra de insumos, materiales y servicios
Apartado que se verá influenciado: Económica
Factor y subfactor del medio que será impactado: Economía (adquisición de bienes y contratación de servicios).

Descripción del impacto: Para llevar a cabo los trabajos de delimitación del sitio de aprovechamiento, así como el desmonte y movimiento de tierras, se requiere la compra de materiales diversos, así como la renta de maquinaria; lo que beneficia la economía local.

Evaluación del impacto: La adquisición de materiales e insumos, así como la renta de maquinaria y equipo necesarios para las actividades de preparación del sitio, representa un beneficio para la economía local y regional, al generar demanda de bienes y servicios y propiciar la circulación de recursos económicos entre los proveedores y prestadores de servicios que participen en el proyecto. Por lo tanto, el impacto se considera (**Positivo +)** que permeará a distintos sectores públicos y privados. La inversión total estimada para el proyecto asciende a $161,079,258.06 M.N., de los cuales $5,000,000.00 M.N. corresponden al presupuesto previsto para las medidas de prevención y mitigación, incluido dentro del monto total; así como el pago de permisos y salarios de los empleados, se considera una inversión alta para la zona en la que se ubica. **(In: Alta=3).**

La localidad de Playa del Carmen cuenta con comercios especializados en la venta del material y equipo que se requiere para esta etapa, por lo que este será adquirido en los comercios locales, los cuales se encuentran fuera de los límites de la Región Ecológica; no obstante, la derrama económica permeará a nivel Municipal, por lo que este impacto es extenso **(Ex: Extenso=3)**. La relación causa-efecto es directa, debido a que la derrama económica se deriva de la adquisición de materiales e insumos y de la contratación de maquinaria y servicios requeridos para ejecutar las actividades del proyecto (**Ce: Directo=2**). El efecto se presentará desde el inicio de las actividades que requieran la adquisición de insumos y la contratación de servicios, por lo que se considera de corto plazo (**Mo: Corto plazo=1**). La persistencia del beneficio económico estará vinculada a la duración de las actividades de preparación del sitio y a la demanda de bienes y servicios que estas generen. Se considera temporal, debido a que el efecto asociado a esta etapa concluirá al finalizar las actividades correspondientes (**Pe: Temporal=2**). Estas actividades operativas ocurrirán durante toda la vida útil del proyecto (**Pr: continuo=3**).

Los criterios de reversibilidad (**Rv=0**) y recuperabilidad (**Rc=0**) no aplican para los impactos ambientales al medio socioeconómico.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(3) + 2(3) + 2 + 1 + 2 + 3+ 0 + 0

VIM = + 23

3) Impacto identificado: PERTURBACIÓN DEL HÁBITAT

Actividad que lo genera: Delimitación del sitio, desmonte, despalme, relleno, nivelación y compactación
Apartado que se verá influenciado: Biótico
Factor y subfactor del medio que será impactado: Fauna (comportamiento y uso del hábitat).

Descripción del impacto: Derivado de los trabajos de delimitación del sitio de aprovechamiento; durante los trabajos de desmonte y despalme; y durante los trabajos de relleno, nivelación y compactación principalmente; se generará perturbación en el hábitat de la fauna silvestre, principalmente por la presencia humana y la operación de equipo y maquinaria.

Evaluación del impacto: Las actividades de preparación del sitio generarán alteraciones en las condiciones del hábitat de la fauna silvestre, principalmente por la presencia humana, el ruido y el movimiento de vehículos y maquinaria. Estos factores pueden modificar temporalmente el comportamiento de los organismos y provocar que eviten las áreas donde se desarrollan los trabajos. Por lo anterior, el impacto se considera de carácter **negativo (−)**.

Las actividades de preparación del sitio tendrán un tiempo de duración estimado de 3 años, por lo que se anticipa que el impacto por las actividades implicadas no podrá adquirir mayor intensidad en sus efectos sobre el medio **(In: Media=2)**, pues no se extenderán a las etapas subsecuentes.

Las actividades referidas se llevarán a cabo sólo en la superficie de aprovechamiento proyectada, sin embargo, el efecto del impacto puede extenderse más allá de sus límites, por lo que se prevé que el efecto del impacto alcanzará una superficie mayor al área de desplante, pero sin rebasar los límites de la región ecológica **(Ex: Parcial=2)**. La relación causa-efecto es directa, debido a que la presencia de personal y la operación de vehículos y maquinaria durante la preparación del sitio son las fuentes inmediatas de perturbación **(Ce: Directo=2)**.

La perturbación del hábitat ocurrirá en forma inmediata cuando se den inicio los trabajos, puesto que involucran la presencia humana y otros elementos de perturbación en el medio desde su comienzo **(Mo: Corto plazo=1)**. Las actividades referidas tendrán un tiempo de duración equivalente a 3 meses años, por lo que, a su término, también cesará el impacto **(Pe: Temporal=2)**. La perturbación del hábitat ocasionado por esta actividad se limita sólo a esta etapa y se generará conforme se avancen en las áreas de aprovechamiento proyectadas **(Pr: Periódico=2)**.

Al cesar la preparación del sitio en las áreas de aprovechamiento, las condiciones de estabilidad en el hábitat para la flora y la fauna no se podrán restablecer ya que dará inicio la etapa constructiva y posteriormente la operativa, que en consecuencia, seguirán generando elementos de perturbación en el hábitat y en el medio **(Rv: Irreversible=2)**, y en ese sentido no se recuperarán las condiciones del medio relacionadas con la estabilidad del hábitat; por lo que se tendrán que aplicar medidas para paliar el efecto del impacto **(Rc: Mitigable=2)**.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(2) + 2(2) + 2 + 1 + 2 + 2 + 2 + 2

VIM = - 21

4) Impacto identificado: REDUCCIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL

Actividad que lo genera: Desmonte y despalme
Apartado que se verá influenciado: Biótico y perceptual
Factor y subfactor del medio que será impactado: Flora (cobertura vegetal y composición, cuando corresponda); fauna (calidad del hábitat y disponibilidad de refugio y alimentación, según las condiciones del sitio).

Descripción del impacto: Lo que ocasiona el impacto identificado, será el desmonte y despalme durante la preparación del sitio, ya que dicha actividad implica la remoción de vegetación natural dentro de las zonas de aprovechamiento propuestas para el proyecto, lo que también trae como consecuencia el desplazamiento de la fauna, la pérdida de la cobertura vegetal que a su vez es una protección natural para el suelo, así como de las poblaciones de flora silvestre existentes; y la modificación del entorno natural, alterando también el medio perceptual. Esto también reduce los servicios hidrológicos del ecosistema relacionados con la captación de agua en cantidad. En el

polígono 2 se conservará una franja perimetral con vegetación, lo que permitirá mantener parte de la cobertura vegetal natural dentro del área del proyecto.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente el predio presenta vegetación del tipo secundaria de selva mediana subperennifolia y en sus inmediaciones se ubica la Subestación Eléctrica de CFE, por lo que se percibe como una zona con afectaciones.

Evaluación del impacto: El desmonte y despalme necesarios para la preparación del sitio ocasionarán la eliminación de la vegetación natural en las superficies de aprovechamiento previstas, lo que representa una pérdida de recursos naturales y una modificación de las condiciones originales del entorno. Por lo tanto, el impacto se considera de carácter **negativo (−)**.

De Intensidad **(In: Media= 2)**, considerando que en el polígono 2 se conservará una franja perimetral con vegetación, lo que permitirá mantener parte de la cobertura vegetal natural dentro del área del proyecto. Extensión **(Ex: Puntual=1)**, pues se limita sólo a la superficie propuesta para el desplante de las obras que integran el SAE. Causa-efecto **(Ce: Directo=2)**, considerando que todas las actividades de preparación del sitio son causadas por el desarrollo del proyecto. Momento **(Mo Mediano plazo= 2)**, pues el desmonte se llevará a cabo en forma gradual, con un tiempo de duración de 2 años aproximadamente; por lo tanto, el efecto del impacto en toda su magnitud o intensidad se verá reflejado hasta el último mes que durará esta etapa.

La persistencia del impacto se considera permanente en las superficies donde se elimine la vegetación y estas sean ocupadas por las obras e instalaciones del SAE, ya que la cobertura vegetal original no se restablecerá de manera espontánea durante la vida útil del proyecto (**Pe: Permanente = 3**). Periodicidad **(Pr: Periódico=2)**, pues el desmonte se realiza de forma intermitente conforme avance la obra. La pérdida de la cobertura vegetal en las superficies que serán ocupadas permanentemente por las obras se considera irreversible durante la vida útil del proyecto, dado que el uso de dichas áreas impedirá el restablecimiento de la vegetación original en sus condiciones previas **(Rv: Irreversible = 2).**

Recuperabilidad **(Rc: Mitigable=2)**, considerando que se llevará a cabo un rescate de vegetación y fauna, así como la reubicación de las especies rescatadas, dirigido a recuperar un porcentaje de su población; contribuyendo con ello a salvaguardar su germoplasma, en especial de aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; asimismo, se realizará el rescate del suelo; y se conservarán áreas con vegetación natural.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(2) + 2(1) + 2 + 2 + 3 + 2 + 2 + 2

VIM = -21

5) Impacto identificado: MODIFICACIÓN DEL SUELO

Actividad que lo genera: Despalme, relleno, nivelación y compactación
Apartado que se verá influenciado: Abiótico
Factor y subfactor del medio que será impactado: Suelo (calidad, relieve).

Descripción del impacto: Este impacto será producido durante los trabajos de preparación del sitio, cuando se realicen las actividades de despalme, ya que ello implica la remoción del suelo dentro de la zona de aprovechamiento; así mismo, se realizarán actividades de relleno y nivelación de las obras que originarán la modificación del relieve natural del suelo.

Evaluación del impacto: Las actividades de despalme, relleno, nivelación y compactación provocarán la remoción del suelo de su posición original y la modificación de sus características físicas en las superficies intervenidas. Estos cambios pueden afectar su estructura, porosidad y capacidad de infiltración, además de alterar el relieve natural. Por ello, el impacto se considera de carácter **negativo (−)**.

La intensidad dependerá de la magnitud de las modificaciones que se produzcan en las características físicas del suelo respecto a sus condiciones iniciales. Debido a que se contempla la remoción de la capa superficial y el acondicionamiento del terreno en las áreas de aprovechamiento, se propone inicialmente una intensidad media, sujeta a las características del suelo y a la proporción de la superficie que será modificada (**In: Media = 2**).

Extensión **(Ex: Puntual=1)**, La extensión del impacto se limita directamente a las superficies donde se realicen el despalme, relleno, nivelación y compactación, sin que se cuente con información que permita establecer afectaciones directas fuera de estas áreas. Causa-efecto **(Ce: Directo=2)**, La relación causa-efecto es directa, ya que la remoción y modificación del suelo serán consecuencia inmediata de las actividades de preparación del sitio. Momento (**Mo: Corto plazo= 1)**, El efecto comenzará desde el momento en que se realicen las actividades de despalme y acondicionamiento del terreno, por lo que se considera de corto plazo.

Persistencia **(Pe: Permanente= 3)**, la persistencia se considera permanente en las superficies que sean ocupadas por las obras e instalaciones del SAE, debido a que las modificaciones físicas del suelo y del relieve permanecerán durante la vida útil del proyecto.

Periodicidad **(Pr: Continua=3)**, pues el impacto se manifestará en forma continua a lo largo de toda la vida útil del proyecto. Reversibilidad **(Rv: Irreversible=2)**, el suelo no podrá restablecerse por medios naturales en caso de cesar la actividad, ya que para ello se requiere aplicar medidas de restauración. Recuperabilidad **(Rc: Mitigable= 2)**, pues la tierra vegetal (sustrato con materia orgánica) será rescatada y reincorporada en las áreas que se conserven con vegetación natural dentro de los lotes del proyecto; una mínima fracción se utilizará para el rescate de las plantas y su mantenimiento en vivero. La capa de suelo sin materia orgánica que cumpla con las características deseadas será utilizada para la nivelación del terreno en la etapa constructiva, por lo que será aprovechado en el mismo sitio.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(2) + 2(1) + 2 + 1 + 3 + 3 + 2 + 2

VIM = - 21

6) Impacto identificado: AUMENTO EN LA SUSPENSIÓN DE PARTÍCULAS

Actividad que lo genera: Desmonte, despalme, relleno, nivelación y compactación
Apartado que se verá influenciado: Abiótico
Factor y subfactor del medio que será impactado: Aire (calidad).

Descripción del impacto: Durante las actividades de preparación del sitio del Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE), particularmente el desmonte, despalme, relleno, nivelación y compactación del terreno, así como por el tránsito de vehículos y maquinaria sobre superficies sin cubierta vegetal, se prevé la generación de partículas de polvo que podrán permanecer temporalmente suspendidas en el aire y dispersarse hacia áreas aledañas por acción del viento, alterando temporalmente la calidad del aire.

Evaluación del impacto: Las actividades de preparación del sitio ocasionarán la exposición y remoción de suelo, así como el movimiento de materiales y el tránsito de maquinaria y vehículos, lo que favorecerá la generación y dispersión de partículas suspendidas. Este efecto podrá presentarse principalmente durante la ejecución de los trabajos y en condiciones de suelo seco y viento, por lo que el impacto se considera de carácter **negativo (−)**.

La intensidad dependerá de la cantidad de partículas generadas, las condiciones meteorológicas, las características del suelo y la eficacia de las medidas de control. Considerando que la generación de polvo estará asociada a actividades específicas y se presentará durante las jornadas de trabajo, se propone inicialmente una intensidad

media, sujeta a las condiciones reales de ejecución y a la magnitud de las emisiones de polvo (**In: Media = 2**).

La extensión podrá superar los límites de las superficies intervenidas, debido a la dispersión de partículas por acción del viento. No obstante, no se cuenta con información específica sobre las distancias de dispersión, por lo que se propone una extensión parcial, que deberá confirmarse conforme a las características del sitio y las condiciones meteorológicas (**Ex: Parcial = 2**).

La relación causa-efecto es directa, debido a que el movimiento de tierras, el despalme y el tránsito de vehículos y maquinaria generan directamente las partículas de polvo (**Ce: Directo = 2**).

El efecto comenzará desde el inicio de las actividades que generen polvo, por lo que se considera de corto plazo (**Mo: Corto plazo = 1**).

La persistencia se considera fugaz, ya que las partículas generadas por estas actividades pueden depositarse sobre el suelo y otras superficies o dispersarse en el aire una vez que cesen las fuentes de emisión, aunque su permanencia dependerá del tamaño de las partículas y de las condiciones ambientales (**Pe: Fugaz = 1**).

La generación de polvo se presentará de manera intermitente, asociada a la ejecución de las actividades y al tránsito de vehículos y maquinaria durante las jornadas de trabajo (**Pr: Periódico = 2**)

Reversibilidad **(Rv: reversible=1)**, las partículas suspendidas en el aire, debido a su peso molecular, podrán precipitarse al suelo, cuando cese la acción del viento, o en su caso pueden llegar a precipitarse por la acción de la lluvia, o ser retenidos en el follaje de la vegetación circundante, por lo que este impacto puede ser revertido. Recuperabilidad **(RC: Mitigable= 2)**, pues se aplicarán acciones específicas encaminadas a reducir el efecto del impacto, con la finalidad de evitar la alteración del medio por suspensión de sedimentos.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(2) + 2(2) + 2 + 1 + 1 + 2 + 1 + 2

VIM = - 19

7) Impacto identificado: REDUCCIÓN DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE

Actividad que lo genera: Desmonte
Apartado que se verá influenciado: Perceptual
Factor y subfactor del medio que será impactado: Paisaje (calidad visual)

Descripción del impacto: Durante la preparación del sitio del Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE), las actividades de desmonte y despalme, el movimiento de maquinaria y vehículos, así como la presencia de trabajadores y materiales, introducirán elementos ajenos a las condiciones actuales del paisaje. La remoción de vegetación en las superficies de aprovechamiento modificará la apariencia del terreno y reducirá localmente la presencia de elementos naturales. No obstante, en el predio de mayor superficie se conservará una franja perimetral con vegetación, que mantendrá parte de la cobertura vegetal y contribuirá a atenuar la alteración visual.

Evaluación del impacto: Las actividades de preparación del sitio modificarán la apariencia del entorno mediante la remoción de vegetación y la incorporación temporal de maquinaria, vehículos, materiales y personal. Estos elementos alterarán las condiciones visuales existentes y constituirán una modificación del paisaje, por lo que el impacto se considera de carácter **negativo (−)**.

La intensidad dependerá de la proporción de vegetación que se remueva, del contraste entre las condiciones actuales del paisaje y las superficies intervenidas, así como de la visibilidad de las áreas de trabajo desde los puntos de observación cercanos. La conservación de una franja perimetral de vegetación en el predio de mayor superficie podrá atenuar parcialmente el contraste visual. Por ello, se propone inicialmente una

intensidad baja, sujeta a las características del paisaje y a la visibilidad real de las obras (**In: Baja = 1**).

La extensión dependerá del alcance de la cuenca visual desde la cual puedan observarse las áreas intervenidas. La alteración será directamente perceptible en el entorno inmediato y podría apreciarse desde puntos de observación externos, dependiendo de la topografía, la vegetación conservada y la presencia de barreras visuales. En ausencia de un análisis específico de cuenca visual, se propone una extensión parcial de manera preliminar (**Ex: Parcial = 2**).

La relación causa-efecto es directa, debido a que la remoción de vegetación y la presencia de maquinaria, vehículos y personal modificarán directamente los elementos que componen la percepción visual del paisaje (**Ce: Directo = 2**).

El efecto comenzará desde el inicio de las actividades que modifiquen la cobertura vegetal e incorporen elementos de trabajo al paisaje, por lo que se considera de corto plazo (**Mo: Corto plazo = 1**).

La persistencia del impacto dependerá de la permanencia de las modificaciones introducidas. La alteración visual asociada a la presencia de personal y maquinaria será temporal; sin embargo, la pérdida de vegetación en las superficies ocupadas por las obras y la incorporación permanente de las instalaciones del SAE modificarán el paisaje durante la vida útil del proyecto. Por esta razón, para la valoración del cambio visual asociado a la transformación del sitio, se considera una persistencia permanente (**Pe: Permanente = 3**).

Periodicidad **(Pr: Continuo=3)**, ya que el término de la etapa de preparación del sitio, los efectos sobre el paisaje derivados del desmonte permanecerán durante toda la vida útil del proyecto, y en consecuencia, el impacto seguirá manifestándose. Reversibilidad **(Rv: Reversible=1)**; La recuperabilidad se considera mitigable, debido a que la conservación de la franja perimetral de vegetación y la implementación de medidas de integración paisajística, cuando sean viables, podrán reducir el contraste visual de las

áreas intervenidas. Estas medidas no restablecerán por completo las condiciones originales en las superficies ocupadas por las instalaciones (**Rc: Mitigable = 2**).

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(1) + 2(2) + 2 + 1 + 3 + 3 + 1 + 2

VIM = - 19

8) Impacto identificado: CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Actividad que lo genera: Operación de maquinaria y vehículos, generación de residuos y posibles derrames de combustibles o lubricantes durante la preparación del sitio.
Apartado que se verá influenciado: Abiótico
Factor y subfactor del medio que será impactado: Aire (calidad); suelo (calidad); agua subterránea (calidad), estos últimos cuando exista una vía plausible de contaminación.

Descripción del impacto: El impacto identificado se describe como la alteración de la calidad del aire, y riesgo de contaminación del suelo y del agua subterránea. Un manejo inadecuado de los residuos sólidos y líquidos que se generen durante esta etapa del proyecto, así como la emisión de gases a la atmósfera por el funcionamiento de la maquinaria, podría traducirse en la contaminación del suelo, del acuífero subterráneo y de la atmósfera, principalmente por la generación de aguas residuales que podrían filtrarse al subsuelo y contaminar el agua subterránea; así como la generación de residuos sólidos y peligrosos que pueden contaminar el medio.

Evaluación del impacto: Las actividades de preparación del sitio implicarán el uso de vehículos y maquinaria, así como la generación de residuos y aguas residuales. Si bien estas actividades no provocan necesariamente contaminación, la falta de

mantenimiento de los equipos, los derrames accidentales o el manejo y disposición inadecuados de los residuos podrían generar afectaciones a la calidad del aire, del suelo y, potencialmente, del agua subterránea. Por ello, el impacto se considera de carácter **negativo (−)**.

Intensidad **(In: Media=2)**, ya que la contaminación no ocasionará la destrucción total de los recursos impactados y podría ocasionar un impacto mayor al 50 % con respecto al estado cero que presente antes de la construcción del proyecto. Extensión **(Ex: Parcial= 2)**, ya que la extensión dependerá del tipo de contaminante y de la vía por la que se disperse. Las emisiones de los vehículos y la maquinaria podrán afectar temporalmente el entorno inmediato, mientras que un derrame con infiltración podría alcanzar el suelo y, bajo determinadas condiciones, el agua subterránea.

Causa-efecto **(Ce: Indirecto=1)**, ya que los trabajos proyectados no serán los factores causantes de la contaminación del recurso, más bien se relaciona con un manejo inadecuado de los residuos que se generen.

El riesgo se presentará desde el inicio de las actividades que impliquen el funcionamiento de maquinaria, el uso de combustibles y la generación de residuos. Por ello, se considera de corto plazo (**Mo: Corto plazo = 1**).

De persistencia **(Pe: Temporal= 2)**, pues un foco de contaminación originado por un manejo inadecuado de residuos podría permanecer en el medio por períodos prolongados de tiempo, pero al cesar la fuente contaminante, podrían ser suprimidos del medio por elementos biológicos como las bacterias, hongos y plantas (productores primarios), por las condiciones climáticas o mediante la aplicación de medidas de remediación. De periodicidad **(Pr: Irregular=1)**, ya que la contaminación podría ocurrir en forma impredecible en el tiempo. Reversibilidad **(Rv: Irreversible= 2)**, considerando que los focos de contaminación originados por actividades antrópicas requieren de la aplicación de medidas de restauración. Recuperabilidad **(Rc: Preventivo=0)**, pues se aplicarán medidas preventivas específicas para evitar que el impacto se manifieste.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(2) + 2(2) + 1 + 1 + 2 + 1 + 2 + 0

VIM = - 17

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

9) Impacto identificado: GENERACIÓN DE EMPLEOS

Actividad que lo genera: Contratación de personal para las actividades de construcción del SAE.
Apartado que se verá influenciado: Socioeconómico
Factor y subfactor del medio que será impactado: Sociedad (Empleo y Ocupación)

Descripción del impacto: La ejecución de obra civil, el montaje de equipos y las instalaciones eléctricas pueden requerir personal de distintas especialidades. Derivado de la contratación del personal, indispensable para llevar a cabo la construcción del proyecto, se generarán fuentes de empleo temporales, que beneficiará a la población local, influenciando directamente al medio social.

Evaluación del impacto: La construcción del SAE requerirá personal para realizar las distintas actividades constructivas y de instalación, por lo que la contratación de trabajadores contribuirá a la generación de ingresos y al bienestar económico de quienes obtengan empleo. De acuerdo con la información del proyecto, se estima la generación de aproximadamente 200 empleos temporales durante las etapas de preparación del sitio y construcción, en conjunto. Por ello, el impacto se considera de carácter **positivo (+)**.

La cantidad de personal requerido para el desarrollo del proyecto en su etapa constructiva es del orden de 200 trabajadores; por lo tanto, se considera que el impacto

tendrá una intensidad media **(In: Media=2)**, dentro de la Región Ecológica. El personal que será contratado será aquel que radique en las Localidades de Playa del Carmen por lo que se considera que el beneficio por la generación de empleos rebasará los límites de la Región Ecológica es decir, se trata de un impacto parcial **(Ex: Extenso= 3)**.

Sin la contratación de personal, resulta imposible la ejecución del proyecto en sus distintas etapas, pues los trabajadores son indispensables para la ejecución de las obras y actividades proyectadas; entonces el impacto es generado directamente por el proyecto **(Ce: Directo=2)**. La contratación del personal será inmediata, ya que sin ello no se podrá dar inicio con los trabajos proyectados en la construcción de las obras; entonces se considera que el impacto ocurrirá en forma inmediata, incluso antes del inicio de obras y actividades, es decir, a corto plazo **(Mo: Corto plazo=1)**.

Al finalizar las actividades de construcción, también cesará el contrato de los trabajadores involucrados en las distintas obras y actividades proyectadas, entonces el impacto tendrá una persistencia temporal **(Pe: Temporal=2)**. Los trabajadores se mantendrán empleados mientras tanto no finalice esta etapa del proyecto, por lo que su empleo será constante a lo largo del proceso, pero no continuará en la etapa subsecuente **(Pr: Periódico= 2)**. Los criterios de reversibilidad (**Rv=0**) y recuperabilidad (**Rc=0**) no aplican para los impactos ambientales al medio socioeconómico.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(2) + 2(3) + 2 + 1 + 2 + 2 + 0 + 0

VIM = + 19

10) Impacto identificado: GENERACIÓN DE DERRAMA ECONÓMICA

Actividad que lo genera: Compra y arrendamiento de materiales, equipos, maquinaria y servicios requeridos para la construcción.
Apartado que se verá influenciado: Económico
Factor y subfactor del medio que será impactado: Economía (adquisición de bienes y contratación de servicios).

Descripción del impacto: Para llevar a cabo los trabajos constructivos de las obras, puede generar demanda de materiales, transporte, maquinaria, servicios especializados y mano de obra; lo que beneficia la economía local.

Evaluación del impacto: El proyecto generará un beneficio para la sociedad, al activar la economía y producir derrama económica **(Positivo +)** que permeará a distintos sectores públicos y privados. La inversión total estimada para el proyecto es de $161,079,258.06 MXN, monto que incluye $5,000,000 MXN destinados a medidas de prevención y mitigación, lo que se considera una inversión alta para la industria eléctrica **(In: Alta=3)**.

La localidad de Playa del Carmen cuenta con comercios especializados en la venta del material y equipo que se requiere para esta etapa, por lo que este será adquirido en los comercios locales, los cuales se encuentran fuera de los límites de la Región Ecológica **(Ex: Extenso=3)**. Sin la compra de material y equipo, resulta imposible la ejecución del proyecto en su etapa constructiva **(Ce: Directo=2)**. La relación causa-efecto es directa, debido a que la adquisición de materiales y equipos, la contratación de servicios y el pago de salarios generarán de manera inmediata una demanda económica asociada con la ejecución de las obras.

(Mo: Corto plazo=1). La compra de materiales y equipo se llevará a cabo conforme se vaya requiriendo, por lo que se anticipa que el efecto del impacto será continuo a lo largo de esta etapa, pero no durará en la etapa subsecuente **(Pe: Temporal=2).** Estas actividades se llevarán a cabo cuando se requiera, por lo que se anticipa que el efecto del impacto será intermitente pero no se extenderá a las etapas siguientes **(Pr: Periódico=2)**.

Los criterios de reversibilidad (**Rv=0**) y recuperabilidad (**Rc=0**) no aplican para los impactos ambientales al medio socioeconómico.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(3) + 2(3) + 2 + 1 + 2 + 2 + 0 + 0

VIM = + 22

11) Impacto identificado: PERTURBACIÓN DEL HÁBITAT

Actividad que lo genera: Tránsito de maquinaria y vehículos, movimiento de personal, ruido y ejecución de los trabajos constructivos.
Apartado que se verá influenciado: Biótico
Factor y subfactor del medio que será impactado: Fauna (comportamiento y uso del hábitat).

Descripción del impacto: Derivado de los trabajos constructivos, se generará perturbación en el hábitat de la fauna silvestre, principalmente por la presencia humana y la operación de equipo y maquinaria. El ruido, el movimiento de maquinaria y la presencia humana pueden provocar desplazamientos temporales o cambios en el comportamiento de la fauna.

Evaluación del impacto: Las actividades constructivas del SAE introducirán fuentes de perturbación de origen antrópico en las áreas de aprovechamiento y, potencialmente, en las zonas adyacentes, debido principalmente a la presencia humana, el tránsito vehicular y la generación de ruido (**Negativo −**).

Las actividades constructivas tendrán un tiempo de duración estimado en 2 años, por lo que se anticipa que el impacto por las actividades implicadas podrá adquirir mayor intensidad en sus efectos sobre el medio, aunque se irá reduciendo paulatinamente conforme se vayan finalizando los trabajos **(In: baja=1)**, pues no se extenderán a las etapas subsecuentes.

Las actividades referidas se llevarán a cabo sólo en la superficie de aprovechamiento proyectada, sin embargo, el efecto del impacto puede extenderse más allá de sus límites, por lo que se prevé que el efecto del impacto alcanzará una superficie mayor al área de desplante, pero sin rebasar los límites de la Región Ecológica **(Ex: Parcial=2)**. Las actividades por realizar en las áreas de aprovechamiento causantes de perturbación forman parte directa de la construcción del proyecto **(Ce: Directo=2)**.

La perturbación del hábitat ocurrirá en forma inmediata cuando se den inicio los trabajos constructivos, puesto que involucran la presencia humana y otros elementos de perturbación en el medio desde su comienzo **(Mo: Mediano plazo=2)**. Las actividades referidas tendrán un tiempo de duración equivalente a 2 años, por lo que, a su término, también cesará el impacto **(Pe: Temporal=2)**. La perturbación del hábitat ocasionado por esta actividad se limita sólo a esta etapa y se generará conforme se avancen en las áreas de aprovechamiento proyectadas **(Pr: Periódico=2)**. Al cesar la preparación del sitio en las áreas de aprovechamiento, las condiciones de estabilidad en el hábitat para la flora y la fauna no se podrán restablecer, ya que dará inicio la etapa operativa, que en consecuencia, seguirán generando elementos de perturbación en el hábitat y en el medio **(Rv: Irreversible=2)**, y en ese sentido no se recuperarán las condiciones del medio relacionadas con la estabilidad del hábitat; por lo que se tendrán que aplicar medidas para paliar el efecto del impacto **(Rc: mitigable=2)**.

Valor de importancia del impacto:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = + 3(1) + 2(2) + 1 + 1 + 2 + 2 + 2 + 2$$

VIM = - 17

12) Impacto identificado: MODIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO

Actividad que lo genera: Cimentación y construcción de obra civil, bases y plataformas.

Apartado que se verá influenciado: Abiótico
Factor y subfactor del medio que será impactado: Suelo (características físicas).

Descripción del impacto: Las cimentaciones, excavaciones y plataformas pueden modificar la estructura física del terreno y su configuración superficial. La compactación, el sellado y la sustitución o recubrimiento del suelo deben considerarse en función de las obras efectivamente proyectadas.

Evaluación del impacto: Las actividades constructivas ocasionarán un impacto negativo sobre el suelo, debido a la modificación de su estructura física, la alteración de su configuración superficial y, en las áreas donde se instalen obras permanentes, la posible pérdida de sus funciones naturales por compactación o sellado (**Negativo −**).

De intensidad **(In: Baja=1)**, ya que se producirá la modificación del suelo una superficie baja del predio. Extensión **(Ex: Puntual=1)** considerando que el impacto se manifestará sólo dentro de la superficie de aprovechamiento. Causa-efecto **(Ce: Directo=2)**, el sellado del suelo está directamente relacionado con la construcción de las obras mencionadas; por lo que el impacto es generado por el proyecto mismo. Momento **(Mo: Corto plazo=1)**, considerando que estas acciones se realizan durante los primeros meses de duración que se proyectó para esta etapa. Persistencia **(Pe: Permanente=3)** ya que la modificación de su relieve natural permanecerá durante toda la vida útil del proyecto y Periodicidad **(Pr: Periódico=2)**, pues el impacto se manifestará de forma regular pero intermitente en la vida útil del proyecto. Reversibilidad **(Rv: Reversible=1)**, el relieve podrá restablecerse por medios naturales en caso de cesar la actividad, ya que la superficie que ocupará cada pilote es mínima. Recuperabilidad **(Rc: Recuperable=1)**, pues la topoforma irá recuperando su aspecto original al paso del tiempo y una vez que las actividades impactantes hayan cesado.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 3 + 2 + 1 + 1

VIM = - 15

13) Impacto identificado: REDUCCIÓN DE LA CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE

Actividad que lo genera: Construcción de edificaciones técnicas, instalación de equipos y ejecución de obras exteriores.
Apartado que se verá influenciado: Perceptual
Factor y subfactor del medio que será impactado: Paisaje (calidad visual).

Descripción del impacto: Durante la etapa de construcción del Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE), la presencia de trabajadores, vehículos, maquinaria, materiales y estructuras en proceso de instalación modificará temporalmente la percepción visual del sitio. Asimismo, la incorporación de las instalaciones de almacenamiento, los equipos auxiliares, las estructuras eléctricas y las edificaciones técnicas generará una modificación visual que podrá mantenerse durante la vida útil del proyecto.

Evaluación del impacto: La construcción del SAE producirá un impacto negativo sobre la calidad visual del paisaje, debido a la incorporación de elementos artificiales y a la modificación de las condiciones visuales existentes. El efecto estará relacionado tanto con las actividades temporales propias de la construcción como con la presencia posterior de la infraestructura del proyecto (**Negativo −**).

Intensidad **(In: Baja=1)**, pues las obras se llevarán a cabo en un predio con fragmentación previa. Extensión **(Ex: Parcial=2)**, ya que la alteración de la calidad visual del paisaje se extenderá hasta los límites del área de influencia del proyecto o cuenca visual, pero sin rebasar los límites del SAR. Causa-efecto **(Ce: Directo=2)**, el impacto está directamente relacionado con la percepción que tenga el observador en relación con las unidades que integran el paisaje, que, en su caso, se podría ver afectada por la presencia de los trabajadores y las edificaciones, por lo que se trata de un impacto ambiental que se generará por el proyecto mismo. Momento **(Mo: Largo**

plazo=3), pues la contaminación visual ocurrirá desde el inicio de los trabajos implicados en la construcción, pero su magnitud total se manifestará al término de dicha actividad. Persistencia **(Pe) permanente (3)**, considerando que el término de la etapa constructiva, los efectos sobre el paisaje derivado de las obras permanecerán durante toda la vida útil del proyecto, y en consecuencia, el impacto seguirá manifestándose. Periodicidad **(Pr: Continuo=3)**, ya que el término de la etapa constructiva, los efectos sobre el paisaje derivados de agregarse elementos de perturbación como las obras del proyecto, permanecerán durante toda la vida útil del proyecto, y en consecuencia, el impacto seguirá manifestándose. Reversibilidad **(Rv: Irreversible=2)**; al cesar esta etapa del proyecto, se agregará al paisaje elementos permanentes de perturbación, por lo que sus condiciones naturales sólo pueden recobrarse mediante medidas de restauración. Recuperabilidad **(Rc: Mitigable=2)**; considerando que se conservará una franja de conservación en el Polígono 2 del proyecto.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(1) + 2(2) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 2

VIM = - 22

14) Impacto identificado: CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Actividad que lo genera: Operación de maquinaria y vehículos durante la construcción, generación y manejo de residuos, y posibles derrames de combustibles, lubricantes u otras sustancias.
Apartado que se verá influenciado: Abiótico
Factor y subfactor del medio que será impactado: Aire (calidad); suelo (calidad); agua subterránea (calidad).

Descripción del impacto: Durante la etapa de construcción del Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE), la operación de maquinaria y vehículos generará

emisiones de gases de combustión que podrán afectar temporalmente la calidad del aire. Asimismo, el manejo y almacenamiento inadecuados de residuos sólidos y residuos peligrosos, así como posibles derrames o fugas de combustibles, aceites y lubricantes, podrían ocasionar la contaminación del suelo y, eventualmente, del agua subterránea, dependiendo de las características del contaminante, las condiciones del terreno y la eficacia de las medidas de prevención aplicadas.

Evaluación del impacto: Las actividades constructivas podrán generar efectos negativos sobre la calidad del aire y representar un riesgo de contaminación del suelo y del agua subterránea. Estos efectos estarán asociados, por una parte, con las emisiones producidas por la combustión de combustibles en maquinaria y vehículos y, por otra, con posibles incidentes derivados del manejo inadecuado de residuos o sustancias potencialmente contaminantes (**Negativo −**).

Intensidad **(In: Media=2)**, ya que la contaminación no ocasionará la destrucción total de los recursos impactados, ni mucho menos rebasará el 50 % de los mismos. Extensión **(Ex: Parcial=2)**, considerando que la contaminación de los recursos puede alcanzar una superficie mayor a la que será intervenida durante esta etapa del proyecto, pero dentro de los límites de la Región Ecológica, debido al flujo hidrológico subterráneo y la acción del viento. Causa-efecto **(Ce: Indirecto=1)**, ya que los trabajos proyectados no serán los factores causantes de la contaminación del recurso, más bien se relaciona con un manejo inadecuado de los residuos que se generen. Momento **(Mo: Mediano plazo=2)**, una posible contaminación de los recursos ocurrirá en un tiempo mayor a tres meses. De persistencia **(Pe: Temporal=2)**, pues un foco de contaminación originado por un manejo inadecuado de residuos podría permanecer en el medio por períodos prolongados de tiempo, pero al cesar la fuente contaminante, podrían ser suprimidos del medio por elementos biológicos como las bacterias, hongos y plantas (productores primarios), por las condiciones climáticas o mediante la aplicación de medidas de remediación. De periodicidad **(Pr: Irregular=1)**, ya que la contaminación podría ocurrir en forma impredecible en el tiempo. Reversibilidad **(Rv: Irreversible=2)**, considerando que los focos de contaminación originados por actividades antrópicas requieren de la aplicación de medidas de restauración.

Recuperabilidad **(Rc: Preventivo=0)**, pues se aplicarán medidas preventivas específicas para evitar que el impacto se manifieste.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(2) + 2(2) + 1 + 2 + 2 + 1 + 2 + 0

VIM = - 18

ETAPA DE OPERACIÓN DEL PROYECTO

15) Impacto identificado: GENERACIÓN DE EMPLEOS

Actividad que lo genera: Contratación de personal para la operación, supervisión y mantenimiento del SAE.
Apartado que se verá influenciado: Sociedad
Factor y subfactor del medio que será impactado: Sociedad (empleo y ocupación).

Descripción del impacto: Durante la etapa de operación del Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE), se requerirá personal para realizar actividades de supervisión de las instalaciones, monitoreo de los equipos, mantenimiento preventivo y correctivo, seguridad y otras labores necesarias para el funcionamiento del sistema. La contratación de personal generará empleos permanentes y oportunidades de ingreso para la población del área de influencia socioeconómica del proyecto.

Evaluación del impacto: La operación del SAE generará un beneficio para el medio socioeconómico, al constituir una fuente de empleo permanente y favorecer la generación de ingresos para las personas contratadas, así como la actividad económica relacionada con la prestación de servicios asociados con el funcionamiento de las instalaciones (**Positivo +**).

Se estima que durante la operación del proyecto se requerirán aproximadamente 50 trabajadores; por lo tanto, se considera que el impacto tendrá una intensidad baja, ya que el sector eléctrico es bajo en los límites de la Región Ecológica. **(In: Media=2)**. El personal que será contratado será aquel que radique en las Localidades de Ciudad Aventuras y Playa del Carmen por lo que se considera que el beneficio por la generación de empleos rebasará los límites de la Región Ecológica, es decir, se trata de un impacto extenso **(Ex: Extenso=3)**.

La relación causa-efecto es directa, puesto que la contratación de personal será consecuencia de los requerimientos operativos del SAE (**Ce: Directo = 2**). La generación de empleos se producirá desde el inicio de la etapa de operación, cuando se incorpore el personal necesario para el funcionamiento de las instalaciones (**Mo: Corto plazo = 1**).

La persistencia del impacto será permanente durante la vida útil del proyecto, en la medida en que se mantenga la necesidad de personal para operar y dar mantenimiento a las instalaciones **(Pe: Permanente=3)**. La periodicidad será continua, debido a que la demanda de personal se mantendrá durante la operación del SAE, aunque las funciones, los turnos y el número de trabajadores puedan variar conforme a las necesidades operativas (**Pr: Continuo = 3**). Los criterios de reversibilidad (**Rv: =0**) y recuperabilidad (**Rc=0**) no aplican para los impactos ambientales al medio socioeconómico.

Valor de importancia del impacto:

$$VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)$$

$$VIM = + 3(2) + 2(3) + 2 + 1 + 3 + 3 + 0 + 0$$

VIM = + 21

16) Impacto identificado: GENERACIÓN DE DERRAMA ECONÓMICA

Actividad que lo genera: Compra de insumos, contratación de servicios técnicos y mantenimiento, y compra o sustitución de componentes y refacciones.

Apartado que se verá influenciado: Económico
Factor y subfactor del medio que será impactado: Economía (adquisición de bienes y contratación de servicios).

Descripción del impacto: Durante la operación, el SAE puede generar una demanda periódica de servicios de mantenimiento, seguridad, transporte y suministro de refacciones e insumos. Estas actividades representan un beneficio económico potencial para los proveedores que participen en el funcionamiento del sistema.

Evaluación del impacto: La operación del SAE generará un beneficio para el medio socioeconómico, debido a la demanda recurrente de bienes y servicios requeridos para mantener el funcionamiento de las instalaciones. Este gasto podrá favorecer la actividad de empresas proveedoras, prestadores de servicios especializados y otros agentes económicos vinculados con la operación del proyecto (**Positivo +**).

La inversión inicial que se tiene estimada para la etapa operativa, así como el pago de permisos y salarios de los empleados es elevado, pero no tanto como los desarrollos turísticos que prevalecen en la zona, por lo que se considera media **(In: Media=2)**.

La localidad de Ciudad Aventuras y Playa del Carmen, cuentan con comercios especializados en la venta del material y equipo que se requiere para esta etapa, por lo que este será adquirido en los comercios locales, los cuales se encuentran fuera de los límites de la Región Ecológica; así mismo, la derrama económica permeará a nivel Municipal, Estatal e incluso Nacional por lo que este impacto es extenso **(Ex: Extenso=3)**. Sin la inversión inicial del proyecto, resulta imposible la ejecución del proyecto en su etapa operativa **(Ce: Directo=2)**. La compra de material y equipo será inmediata, ya que sin ello no se podrán iniciar los trabajos involucrados **(Mo: Corto plazo=1)**. La compra de materiales y equipo se llevará a cabo conforme se vaya requiriendo, por lo que se anticipa que el efecto del impacto será continuo a lo largo de esta etapa, y en consecuencia, durante toda la vida útil del proyecto **(Pe: Permanente=3)**. Estas actividades operativas ocurrirán durante toda la vida útil del

proyecto **(Pr: Continuo=3)**. Los criterios de reversibilidad (**Rv=0**) y recuperabilidad (**Rc=0**) no aplican para los impactos ambientales al medio socioeconómico.

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(2) + 2(3) + 2 + 1 + 3 + 3 + 0 + 0

VIM = + 21

IV.3 JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez hecha la identificación y descripción de los impactos ambientales para la etapa de preparación del sitio, así como la valoración tanto cualitativa como cuantitativa de los mismos, como paso final en la evaluación de los impactos ambientales, se procede a realizar la jerarquización de todos y cada uno de ellos.

La jerarquización se realizará con base en los resultados obtenidos de la aplicación del algoritmo propuesto por Gómez Orea durante la valoración cuantitativa de cada impacto ambiental identificado. Con base en dichos resultados, cada impacto ambiental será jerarquizado o ponderado con base en tres categorías: 1) significativo o relevante, 2) moderado y 3) bajo o nulo.

Es importante precisar que el rango más alto en la jerarquización de los impactos, correspondiente a la categoría de impacto significativo o relevante, será para los impactos ambientales cuya intensidad se traduzca en una destrucción casi total del factor ambiental (intensidad alta) en el caso de aquellos negativos, o en un beneficio máximo cuando sean de carácter positivo; y que además tengan un efecto inmediato sobre el medio ambiente (directo); afectando un espacio muy amplio (extenso), mucho tiempo después de ocurrida la acción (largo plazo); provocando una alteración indefinida (permanente) y continua en el tiempo. Asimismo, al desaparecer la acción que provoca dicho impacto, no será posible el retorno del componente ambiental a su

estado original de manera natural, ni por medios o acciones correctoras por parte del ser humano (irreversible e irrecuperable). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

Valor de importancia del impacto significativo o relevante

Vim = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)
Vim = +/- (3 (3) + 2 (3) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 3)
Vim = +/- 31

Con base en lo anterior, se tiene que un impacto significativo o relevante será aquel que obtenga un valor de importancia igual a +/-31.

Como un rango intermedio entre el impacto significativo o relevante y el impacto bajo o nulo, se ubica la categoría de impacto moderado, es decir, aquellos impactos ambientales, cuya intensidad se traduce en una modificación media (intensidad media) del factor afectado, o en una cierta mejora cuando son de carácter positivo; con un efecto que tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor (indirecto), afectando un espacio intermedio (parcial), al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (puntual y extenso); su efecto ocurrirá después de sucedida la acción en un nivel intermedio (mediano plazo) al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (corto y largo plazo), con una duración transitoria (temporal) y en forma regular pero intermitente en el tiempo (periódico). Asimismo, cuando al desaparecer la acción que provoca el impacto, es posible el retorno del componente ambiental a su estado original, ya sea de manera natural o por medios o acciones ejecutadas por el ser humano (reversible y recuperable o mitigable). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

Valor de importancia del impacto moderado

Vim = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)
Vim = +/- (3 (2) + 2 (2) + 1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 2)
Vim = +/- 20

Con base en lo anterior, un impacto moderado será aquel que obtenga un valor de importancia igual o mayor a +/- 20, pero menor que +/- 31.

Por otra parte, el rango mínimo considerado en la jerarquización de los impactos, correspondiente a la categoría de impacto bajo o nulo, será para los impactos ambientales, cuya intensidad se traduce en una modificación mínima (intensidad baja) del factor afectado, o en una cierta mejora cuando son de carácter positivo; con un efecto que tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor (indirecto); afectando un espacio muy localizado (puntual), inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción (corto plazo), cuya duración es muy breve (fugaz) y en forma discontinua e impredecible en el tiempo (irregular). Asimismo, al desaparecer la acción que provoca el impacto, es posible el retorno del componente ambiental a su estado original, ya sea de manera natural o por medios o acciones ejecutadas por el ser humano, que en todo caso impiden la manifestación del impacto (reversible y preventivo). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

<u>Valor de importancia del impacto bajo o nulo</u>

Vim = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)
Vim = +/- (3 (1) + 2 (1) + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0)
Vim = +/- 10

Con base en lo anterior, un impacto bajo o nulo será aquel que obtenga un valor de importancia igual o mayor a +/- 10, pero menor que +/- 20.

Expuesto lo anterior y para fines del presente estudio, se consideró un valor de importancia igual a +/- 31 para los impactos significativos o relevantes; un valor de +/- 20 a +/- 30 para los impactos moderados; y un valor de +/- 10 a +/- 19 para los impactos bajos o nulos. En la siguiente tabla se presenta los valores asignados por cada categoría del impacto.

TABLA DE JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	
Significativo o relevante	= ó > 31
Moderado	de 20 a 30
Bajo o nulo	de 10 a 19

Cada categoría utilizada en la jerarquización de los impactos ambientales se describe como sigue:

Significativo o relevante.

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

Moderado.

Es aquel impacto negativo que ocasiona un daño sobre algún elemento del ambiente, pero sin producir un desequilibrio ecológico o un daño grave al ecosistema, o bien, aquel impacto de carácter positivo que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, propiciando la preservación del equilibrio ecológico, la protección del ambiente y el aprovechamiento de los recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

En ambos casos, los impactos modifican la condición original del componente ambiental de que se trate.

Bajo o nulo.

Es aquel impacto negativo que ocasiona una variación sobre algún elemento del ambiente; o bien, aquel impacto de carácter positivo apenas perceptible, que representa un beneficio para algún elemento del ambiente. En ambos casos, los impactos ocurren modificando la condición original del componente ambiental de que se trate en forma casi imperceptible.

Una vez definidas las categorías jerárquicas, en la siguiente tabla se presenta la clasificación de cada impacto ambiental identificado de acuerdo con dichas categorías, por componente ambiental.

ETAPA PREPARACIÓN DEL SITIO				
No.	**IMPACTO AMBIENTAL**	**ELEMENTO DEL MEDIO**	**VALOR DE IMPORTANCIA**	**CATEGORÍA**
1	Generación de empleos	Socioeconómico	+22	Moderado
2	Generación de derrama económica	Socioeconómico	+23	Moderado
3	Perturbación del hábitat	Biótico	-21	Moderado
4	Reducción de la cobertura vegetal y modificación del hábitat asociado	Abiótico, biótico y perceptual	-21	Moderado
5	Modificación del suelo	Abiótico	-21	Moderado
6	Aumento de la suspensión de partículas	Abiótico	-19	Bajo o nulo
7	Reducción de la calidad visual del paisaje	Perceptual	-19	Bajo o nulo

8	Contaminación ambiental.	Abiótico	-17	Bajo o nulo
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN				
9	Generación de empleos	Socioeconómico	+19	Bajo o nulo
10	Generación de derrama económica	Socioeconómico	+22	Moderado
11	Perturbación del hábitat	Biótico	-17	Bajo o nulo
12	Modificación de las características físicas del suelo	Abiótico	-15	Bajo o nulo
13	Reducción de la calidad visual del paisaje	Perceptual	-22	Moderado
14	Contaminación ambiental	Abiótico	-18	Bajo o nulo
ETAPA DE OPERACIÓN				
15	Generación de empleos	Socioeconómico	+21	Moderado
16	Derrama económica	Socioeconómico	+21	Moderado

IV.4 CONCLUSIONES IMPACTOS

A partir de la evaluación de los impactos ambientales que generará el proyecto sobre los componentes del medio que integran la Región Ecológica, se concluye que en total se generarán 16 impactos ambientales, de los cuales 10 son negativos (6 de categoría baja o nula y 4 moderados). Es de señalarse que, de la evaluación realizada para la implementación del proyecto, no se anticipa la generación de ningún impacto considerado como significativo o relevante.

De este modo, y en términos ambientales, el proyecto se puede considerar como viable, ya que no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no implica daños graves a los ecosistemas, y no conlleva riesgos a la salud humana o desequilibrios ecológicos.

Asimismo, se advierte que no se afectan ni se interfiere en procesos biológicos de especies de difícil regeneración, es decir aquellas que son vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción; no se determina la posibilidad de que ocurra inminente daño ambiental a consecuencia del presente proyecto; no se espera un daño grave al ecosistema, esto en virtud de que la zona se encuentra bajo presión por actividades antropogénicas aunado a que existen proyectos similares en sus inmediaciones; el proyecto no se considera causal de desequilibrio ecológico grave en el sentido de que provoque alguna alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas; no implica, por la dimensión que ocupa y por los alcances asociados, una pérdida de valor ambiental para la zona y finalmente se puede citar que no obstaculizará la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, puesto que se realiza acorde a los usos de suelo permitidos en la zona.

IV.5 MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN PARA LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL PROYECTO

La implementación de medidas preventivas, mitigantes o compensatorias tienen como principal objetivo mantener la integralidad del medio en el cual se inserta el proyecto.

En el presente capítulo sólo se proponen medidas de prevención o mitigación a los impactos ambientales negativos identificados en el apartado inmediato anterior del presente estudio, ya que los positivos, son de carácter benéfico. Las medidas se proponen siempre con la premisa de evitar que los impactos se manifiesten; sin embargo, hay que aclarar que, en algunos casos, las medidas que se tomarán solamente reducirán su efecto en el ambiente.

Las acciones adoptadas por el proyecto ayudarán a reducir los impactos negativos ocasionados al medio. Para tal efecto, se espera que estas medidas logren por lo menos alguno de los siguientes puntos:

1. Evitar el impacto por completo, al no realizar cierta actividad o implementar acciones que neutralicen su efecto en el medio (para ello se implementan medidas preventivas).
2. Reducir el impacto, limitando el grado o magnitud de la(s) actividad(es) a través de la implementación de acciones encaminadas a paliar sus efectos en el medio (para ello se implementan medidas de mitigación).
3. Reducir el impacto tras un periodo de tiempo, mediante las tareas de protección y mantenimiento durante la vida del proyecto (para ello se implementan medidas de mitigación).
4. Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el medio afectado (para ello se implementan medidas de compensación).

Cabe aclarar que, en la implementación de estas medidas, se debe procurar el orden antes descrito (Canter, 1999). De esta forma se pretende asegurar la mínima afectación posible por las acciones del proyecto, dando preferencia a evitar el impacto, sobre su reducción, rectificación y compensación. A continuación, se describen las medidas que se proponen.

IV.5.1 MEDIDAS DE MITIGACIÓN, PREVENCIÓN Y COMPENSACIÓN

El presente capítulo incluye las medidas de mitigación que pueden aplicarse a los impactos adversos identificados. Las medidas se definieron con base en las actividades causantes de impactos en cada etapa (Preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento).

Las medidas de mitigación son trascendentales para la prevención, remediación o compensación de los efectos negativos ocasionados por las actividades del proyecto. La implementación de medidas puntuales en cada una de las etapas, aunado a su integración en programas de conjunto que contemplen desde la selección del sitio, hasta la operación del proyecto, permiten la disminución de los impactos ambientales. De acuerdo con la legislación ambiental, las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad. Asimismo, incluye la aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción tendiente a eliminar o minimizar los impactos adversos que pueden presentarse durante las diversas etapas de un proyecto (diseño, construcción, operación y mantenimiento y abandono del sitio).

IV.6 CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES

Las medidas de gestión ambiental pueden ser clasificadas de la siguiente forma:

a) Medidas de Control. Aplicación obligatoria de las Normas Oficiales Mexicanas, así como Planes de Contingencias Ambientales, de Seguridad, Sanidad e Higiene. Así como criterios de protección descritos en Planes de Ordenamiento existentes en el área.

b) Medidas de Prevención. Son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas, se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.

c) Medidas de Mitigación o Minimización. Cuando el efecto adverso se presenta en el ambiente sin posibilidad de eliminarlo, se implementan medidas que tiendan a disminuir sus efectos; tales medidas se diferencian de las de control en que estas siempre tienden a disminuir el efecto en el ambiente cuando se aplica, mientras que las de control solo lo regulan para que no aumente el impacto en el ambiente. Entre

las medidas de mitigación más comunes se encuentran la toma de decisión sobre un proyecto o de una actividad del proyecto, a partir de la posibilidad de emplear diversas alternativas. Otras medidas de mitigación tienen relación con el rescate del medio que puede ser afectado, como por ejemplo el trasplante o inducción de organismos vegetales.

d) Medidas de Restauración. Son aquellas medidas que tienden a promover la existencia de las condiciones similares a las iniciales.

e) Medidas de Compensación. Un impacto ambiental puede provocar daños al ecosistema que hacen necesarios aplicar medidas que compensen sus efectos. Por lo general estos impactos ambientales que requieren compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas, son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

IV.7 MEDIDAS PARA LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

Medida propuesta: Rescate de Flora
Naturaleza de la medida: Mitigación
Impactos que son mitigados: Reducción de la cobertura vegetal

Descripción de la medida: Consiste en la extracción, previo al inicio del desmonte, de especies vegetales susceptibles de ser rescatadas, seleccionadas por sus características y valores de importancia de acuerdo con distintos criterios como son: capacidad de ornato, alimento potencial para la fauna, talla y estado de madurez, etc.; aplicando diferentes técnicas y métodos de rescate, para evitar que el proceso de cambio de uso de suelo afecte en forma directa a la flora asociada al predio. El programa se encuentra anexo a este capítulo.

Acción de la medida: Se rescatarán los ejemplares de flora susceptibles de sobrevivir al trasplante y reubicación, y que se ubiquen dentro de la zona de aprovechamiento,

poniendo particular énfasis en las especies listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Eficacia de la medida: El rescate de flora es una práctica probada con gran eficacia para salvaguardar la integridad de la vegetación durante el desarrollo de un proyecto, sin embargo, depende de la capacidad del personal que se contrate para la ejecución de las técnicas y métodos que se proponen en el programa respectivo; por lo que en este caso se contratarán los servicios de un técnico especializado para llevar a cabo la ejecución de esta medida.



Imagen 1. Imagen ilustrativa del rescate de flora

Medida propuesta: Rescate de fauna silvestre
Naturaleza de la medida: Mitigación
Impactos que son mitigados: Perturbación del hábitat

Descripción de la medida: Consiste en la ejecución de un programa de rescate enfocado a la protección de la fauna silvestre (se anexa a este capítulo), por lo tanto, en él se contemplarán acciones que favorecen el libre desplazamiento de las especies encontradas en cada etapa del proyecto; además, también contempla el uso de técnicas de ahuyentamiento, así como técnicas de captura y reubicación de individuos que así lo requieran. Su ejecución consiste en la aplicación de diferentes técnicas y métodos de rescate, aplicados por grupo faunístico, para evitar que el proyecto afecte en forma directa a la fauna asociada al predio. En todas las etapas del proyecto se

prohibirá cualquier tipo de aprovechamiento o afectación a la fauna silvestre y se evitará el sacrificio de la fauna que quede expuesta durante los trabajos involucrados.

Acción de la medida: Se rescatarán todos y cada uno de los ejemplares de fauna silvestre que se ubiquen dentro de la zona de aprovechamiento y cuya integridad se encuentre en riesgo durante el cambio de uso del suelo, poniendo particular énfasis en las especies de lento desplazamiento. Posteriormente, las especies rescatadas serán reubicadas de acuerdo con lo propuesto en el programa anexo.

Eficacia de la medida: El rescate de fauna es una práctica probada con gran eficacia para salvaguardar la integridad de la fauna durante el desarrollo de un proyecto, sin embargo, depende de la capacidad del personal que se contrate para la ejecución de las técnicas y métodos que se proponen en el programa respectivo; por lo que en este caso se contratarán los servicios de un técnico especializado para llevar a cabo la ejecución de esta medida.




Imagen 2. Imagen ilustrativa del rescate de fauna

Medida propuesta: Instalación de contenedores
Naturaleza de la medida: Preventiva
Impactos que son prevenidos: Contaminación del medio

Naturaleza de la medida: De carácter preventivo, estará enfocada a evitar que se manifieste el impacto ambiental identificado como contaminación ambiental, particularmente por la generación de residuos sólidos.

Momento de aplicación de la medida: Previo al inicio de los trabajos involucrados en la etapa de preparación del sitio y construcción.

Descripción de la medida: Se instalarán contenedores de basura para cada tipo de residuos que se generen (orgánicos e inorgánicos), los cuales serán de fácil acceso para los trabajadores de la obra dadas las pequeñas dimensiones del área de trabajo, y en consecuencia su uso.

Acción de la medida: Los contenedores servirán de reservorios temporales para los residuos sólidos que se generen durante esta etapa del proyecto, y dado el grado de hermeticidad que tendrán, impedirán que dichos residuos sean dispersados por el viento y otros factores del medio, evitando que se expandan hacia las áreas de conservación; favoreciendo la NO contaminación de tales recursos.

Eficacia de la medida: El grado de eficacia de la medida depende del grado de supervisión que se tenga sobre las actividades de preparación del sitio; ya que será necesario que los obreros hagan un uso adecuado de los contenedores, para que estos puedan cumplir su función como reservorios temporales de residuos.



Imagen 3. Imagen ilustrativa de la instalación de contenedores

Medida propuesta: Uso de sonómetros
Naturaleza de la medida: Preventiva
Impactos que son prevenidos: Contaminación por ruido

Descripción de la medida: Se llevará un control del nivel de ruido que se genere en la obra, mediante el uso de sonómetros para determinar los decibeles generados, según la actividad que se trate. El sonómetro es un instrumento de medida que sirve para medir niveles de presión sonora (de los que depende). En concreto, el sonómetro mide el nivel de ruido que existe en un determinado lugar y en un momento dado. La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio. Con dicho instrumento se podrá registrar el nivel de ruido generado, y en su caso, actuar para reducir los niveles cuando estos se encuentren fuera de la norma.



Imagen 4. Imagen ilustrativa del uso de sonómetros

Medida propuesta: Instalación de letreros
Naturaleza de la medida: Preventiva
Impactos que son prevenidos: Contaminación por ruido, contaminación del medio, perturbación del hábitat.

Descripción de la medida: Esta medida consiste en la instalación de letreros alusivos a la protección de la flora y la fauna silvestre, así como al manejo adecuado de residuos, cuidado y protección de las áreas de conservación; dirigidos al personal involucrado en el desarrollo del proyecto, a fin de evitar que sean un factor de perturbación o afectación a dichos recursos.

Acción de la medida: Los letreros se colocarán estratégicamente para que puedan ser visualizados por cualquier persona y estarán dirigidos al personal responsable de

llevar a cabo los trabajos implicados en las distintas etapas del proyecto. Entre las leyendas principales que serán rotuladas en los letreros se citan las siguientes:

- Prohibido el paso
- Uso obligatorio del equipo de protección personal
- Prohibido defecar al aire libre
- Respetar la flora y la fauna silvestre
- Depositar la basura en los contenedores
- Prohibido tirar basura, etc.

Eficacia de la medida: Constituyéndose como un medio de difusión de las acciones de conservación de la flora y la fauna que propone el proyecto; así como de las acciones para el manejo adecuado de los residuos; su sola instalación no resulta eficaz al 100%, ya que sólo implica la difusión de algún tipo de información, dirigida a un sector o público en específico, por lo que requiere ser reforzada con las pláticas ambientales para advertir su cumplimiento; y con los trabajos de supervisión por parte del responsable de dirigir la ejecución del proyecto.



Imagen ilustrativa de la instalación de letreros

Medida propuesta: Delimitación de áreas
Naturaleza de la medida: Preventiva
Impactos que son prevenidos: Perturbación del hábitat

Descripción de la medida: Considerando que el proyecto se realizará en forma gradual y por etapas, se procederá a la colocación de cinta precautoria con la leyenda “Prohibido el paso”, o en su caso, malla delimitadora en el perímetro de las zonas de conservación que no serán intervenidas durante el desmonte y despalme, con la finalidad de que sean respetadas y funjan como refugio de la fauna silvestre que esté siendo desplazada.

Acción de la medida: Promover y hacer obligatorio el respeto, protección y conservación de la flora y la fauna dentro de las áreas que no estarán sujetas a su aprovechamiento; y establecer los límites de las áreas de aprovechamiento para que el desmonte no afecte superficies adicionales a las que en su momento autorice la SEMARNAT.

Eficacia de la medida: La medida depende del grado de disciplina y conciencia ambiental que tenga el personal al momento de llevar a cabo sus actividades; por lo que esta medida será reforzada con pláticas ambientales dirigidas a todo el personal que labore dentro del proyecto y con la permanencia de la cinta o malla hasta finalizar el cambio de uso de suelo



Imagen ilustrativa delimitación de las áreas

Medida propuesta: Equipo de atención a derrames
Naturaleza de la medida: Mitigación
Impactos que son prevenidos: Contaminación ambiental

Naturaleza de la medida: de carácter preventivo, estará enfocada a la remediación por derrames accidentales de sustancias potencialmente contaminantes del medio, que pudieran ocurrir durante el desarrollo de esta etapa del proyecto. Está enfocada a evitar que el impacto ambiental identificado como contaminación del medio se manifieste.

Momento de aplicación de la medida: en caso de que ocurra algún derrame accidental de sustancias potencialmente peligrosas o contaminantes durante los trabajos proyectados.

Descripción de la medida: Para atender la necesidad de controlar algún derrame accidental que pudiera ocasionar la contaminación del medio, se contará con material y equipo especializado tipo barrera absorbente, para retirar las sustancias vertidas. Dada la particular característica de estos productos, que absorben líquidos no polares, están especialmente diseñados para el control de derrames. El equipo estará disponible en la obra durante todo momento.

Acción de la medida: En caso de que ocurra algún derrame accidental durante la construcción de la obra, se seguirá un plan de acción (descrito en el plan de manejo de residuos) utilizando productos de la marca Crunch Oil® o similar, específicamente el Loose Fiber® o similar, o en su caso, polvo de piedra.

El Loose Fiber está confeccionado con fibras orgánicas naturales biodegradables que actúan sobre cualquier tipo de hidrocarburo o aceite vegetal. Producto biodegradable no tóxico e inerte que tiene la capacidad de absorber y encapsular todo tipo de hidrocarburos y aceites derramados (cualquiera sea su volumen) mucho más rápido que la mayoría de los productos que existen hoy en el mercado, tanto sea sobre superficies de tierra o agua. Después de absorber y de encapsular, tiene la capacidad de biodegradar los hidrocarburos mediante un proceso con bacterias, luego de un período de tiempo que dependerá del hidrocarburo absorbido.

Eficacia de la medida: Siguiendo el plan de acción ante la ocurrencia de un derrame de sustancias líquidas, descrito en el plan de manejo de residuos, se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de esta medida.



Imagen 5. Imagen ilustrativa Equipo de atención a derrames

Medida propuesta: Instalación de sanitarios
Naturaleza de la medida: Preventiva
Impactos que son prevenidos: Contaminación del medio

Naturaleza de la medida: De carácter preventivo, estará enfocada a evitar que se manifieste el impacto ambiental identificado como contaminación del medio, particularmente por la generación de aguas residuales.

Momento de aplicación de la medida: Previo al inicio de los trabajos involucrados en la etapa de preparación del sitio.

Descripción de la medida: Se instalará un sanitario por cada 20 trabajadores, por lo que se requerirá al menos de 5 sanitarios, considerando como máximo en el sitio de trabajo 200 personas en esta etapa, por lo que se instalaran 10 sanitarios en total.

Acción de la medida: El sanitario funcionará como reservorio temporal de las aguas residuales que se generen por la micción y defecación de los trabajadores; evitando que estos se produzcan al aire libre. Posteriormente, las aguas residuales serán retiradas por la empresa arrendadora de los sanitarios, quien será la responsable de su manejo y disposición final.

Eficacia de la medida: En la industria de la construcción, la instalación de sanitarios móviles resulta ser la medida más efectiva, para evitar la micción y defecación al aire libre, y por ende, la contaminación del medio en sitios donde no existen las instalaciones adecuadas para atender estas necesidades propias de la obra. Por otra parte, se verificará que estos sean limpiados constantemente, solicitando a las empresas arrendadoras la limpieza adecuada y diaria o semanal de los mismos, a fin de evitar el derrame de los líquidos y por otra parte enfermedades entre los trabajadores.



Imagen 6. Imagen ilustrativa Sanitarios Móviles

Medida propuesta: Supervisión Ambiental
Naturaleza de la medida: Preventiva
Impactos que son prevenidos: Todos en general

Descripción de la medida: Se contratarán los servicios de un especialista ambiental, para que lleve a cabo labores de vigilancia y supervisión interna durante todas las etapas de desarrollo del proyecto, con la finalidad de prevenir o advertir sobre algún impacto ambiental no previsto; y en su caso, proponer medidas adicionales a las ya descritas para subsanar las irregularidades que se presenten. Así mismo, tendrá la función de supervisar el cumplimiento de cada una de las medidas propuestas en el presente capítulo, así como de aquellas que sean establecidas por la autoridad competente, en caso de considerar viable la realización del presente proyecto.

El especialista realizará recorridos en el sitio del proyecto y vigilará que el desarrollo del proyecto se realice en apego al programa de vigilancia y seguimiento ambiental que se anexa al final del presente capítulo; y en su caso, indicará aquellas actividades que se encuentren fuera de la norma para que sean subsanadas en forma inmediata. Así mismo, en caso de que el proyecto sea susceptible de ser autorizado, se encargará de elaborar informes sobre el cumplimiento de los términos y condicionantes emitidos para su desarrollo y operación, como se describe en el programa correspondiente.



Imagen 7. Imagen ilustrativa Supervisión Ambiental

Medida propuesta: Pláticas ambientales
Naturaleza de la medida: Preventiva
Impactos que son prevenidos: Todos en general

Naturaleza de la medida: de carácter preventivo, estará enfocada a reducir los efectos de los impactos ambientales identificados como contaminación ambiental y perturbación del hábitat (en algunos casos al grado de evitar que se manifiesten), particularmente por la generación de residuos sólidos y aguas residuales; así como afectaciones al hábitat de la fauna.

Momento de aplicación de la medida: previo al inicio de los trabajos involucrados en la etapa de preparación del sitio y construcción.

Descripción de la medida: Esta medida consiste en la impartición de pláticas ambientales dirigidas al personal responsable de ejecutar la etapa de preparación del sitio y construcción. Serán impartidas por un especialista en la materia; y tendrán como objetivo principal: hacer del conocimiento al personal, los términos y condicionantes bajo los cuales se autorice el proyecto, así como el grado de responsabilidad que compete a cada sector para su debido cumplimiento.

Acción de la medida: La plática ambiental se llevará a cabo de manera previa a la etapa de preparación del sitio y construcción; cuya finalidad será promover el desarrollo del proyecto en apego a las medidas preventivas y de mitigación que se proponen en el presente capítulo, así como de los términos y condicionantes que se establezcan en la autorización del proyecto.

Eficacia de la medida: El grado de eficacia de la medida depende del nivel de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales para alcanzar el 100% del éxito esperado. Esta medida refuerza la instalación de los contenedores de residuos y los sanitarios móviles.



Imagen 8. Imagen ilustrativa Pláticas Ambientales

Medida propuesta: Rescate de suelo
Naturaleza de la medida: Preventiva

Impactos que son prevenidos: Modificación de las condiciones del suelo

Descripción de la medida: Esta medida consiste en el retiro de la capa de suelo para su posterior utilización en las áreas de conservación del proyecto.

Se retirará la capa de suelo fértil durante el despalme, para su posterior almacenamiento fuera de áreas que ocasionen su mezcla con otros materiales.

Acción de la medida: La capa de suelo fértil (tierra vegetal), proporcionará un sustrato rico en nutrientes que beneficiará a la vegetación que se establecerá en las áreas verdes ajardinadas y de aquella que será rescatada.

Eficacia de la medida: La cantidad de materia orgánica en una comunidad vegetal, determina la calidad del suelo y de los nutrientes que éste contiene; lo cual actúa en beneficio de la flora y la fauna que alberga; por lo tanto, al reincorporar dicho material dentro del mismo sitio, particularmente en las áreas naturales, se estará promoviendo su conservación en beneficio del medio ambiente, al enriquecerlas, por lo que se prevé alcanzar el 100% de efectividad de la medida.



Imagen 9. Imagen ilustrativa Rescate de Suelo

Medida propuesta: Plan de Manejo de Residuos
Naturaleza de la medida: Preventiva
Impactos que son prevenidos: Contaminación del medio

Descripción de la medida: El presente programa se constituye como una medida preventiva para los impactos ambientales que generará el proyecto, cuya fuente sean los residuos sólidos y líquidos que se produzcan durante la ejecución del mismo; ya que establece métodos y procesos que permitirán prevenir que dichos impactos se manifiesten, reforzando la viabilidad ambiental del proyecto.

Acción de la medida: Consistirá en ejecutar cada una de las medidas propuestas en el programa para realizar una recolección, manejo, separación, reciclado y minimización adecuada de los residuos sólidos y líquidos (incluyendo posibles derrames de hidrocarburos) que se generen durante el desarrollo del proyecto.

Eficacia de la medida: El cumplimiento de la medida será verificado por el responsable de supervisar el proyecto en materia ambiental, quien determinará el grado de eficacia de las técnicas de recolección, manejo, separación, reciclado y minimización de los residuos que se generen, acorde al Plan de manejo propuesto. Cabe mencionar que el grado de eficacia de la medida depende del grado de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales como la capacitación continua en materia de separación de residuos para alcanzar el 100% del éxito esperado.



Imagen 10. Imagen ilustrativa Plan de Manejo de Residuos

Medida propuesta: Mantenimiento y uso adecuado de la maquinaria
Naturaleza de la medida: Preventiva
Impactos que son prevenidos: Contaminación ambiental

Descripción de la medida: Consiste en utilizar maquinaria que cuente con los mantenimientos preventivos adecuados para su óptimo funcionamiento, llevado a cabo en talleres especializados para tales fines. Se hará obligatorio que cada maquinaria que opere durante su operación cuente con recipientes y un equipo preventivo, que permita colectar los hidrocarburos o lubricantes vertidos al suelo por fugas accidentales.

Acción de la medida: Se verificará que el equipo que funcione a base de combustibles y que entre en funcionamiento durante el desarrollo del proyecto, cuente con los mantenimientos preventivos adecuados, lo cual se registrará en bitácora; así mismo, se revisará que cada operador de maquinaria cuente con el equipo preventivo para la contención de derrames accidentales.

Eficacia de la medida: Esta medida es una práctica probada con gran eficacia durante el desarrollo de un proyecto, de tal manera que, si se cuenta con la correcta aplicación de la misma, se puede alcanzar el 100% de efectividad.



Imagen 11. Imagen ilustrativa Mantenimiento y uso adecuado de la maquinaria

Medida propuesta: Instalación de tapiales
Naturaleza de la medida: Mitigación
Impactos que son prevenidos: Aumento en la suspensión de partículas

Naturaleza de la medida: De carácter mitigante, está enfocada a evitar afectaciones al paisaje y de igual forma a la flora y la fauna fuera de la zona de aprovechamiento; esto permite reducir el efecto de los impactos por la reducción de la calidad del paisaje, perturbación del hábitat y la dispersión de partículas suspendidas.

Descripción de la medida: Consiste en la instalación temporal de un conjunto de paneles de madera en los dos polígonos del predio, conocidos en la industria de la construcción como “tapiales de protección”.

Acción de la medida: Estos paneles funcionarán como una barrera perimetral que reducirá el impacto visual de la obra. De igual forma contendrá los residuos sólidos que se generen durante la preparación del sitio, así como las partículas en suspensión; evitando que se dispersen fuera de la zona donde se realizarán los trabajos, lo cual facilitará su manejo y posterior retiro. También impedirá que los trabajadores se introduzcan dentro de las áreas de trabajo, evitando que se afecten los recursos naturales presentes en los predios colindantes.

Eficacia de la medida: La colocación de tapiales de protección, se ha destacado como una de las medidas más efectivas para reducir el impacto visual de las obras, así como contener y evitar la dispersión de residuos durante los trabajos involucrados en una obra; por lo tanto, se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de esta medida preventiva.



Imagen 12. Imagen ilustrativa Instalación de tapiales

Medida propuesta: Humedecimiento de las áreas de trabajo
Naturaleza de la medida: Preventiva
Impactos que son prevenidos: Aumento en la generación de partículas suspendidas

Descripción de la medida: Consiste en el humedecimiento de las zonas que serán intervenidas, con la finalidad de evitar la suspensión de partículas.

Acción de la medida: Evitará que la acción del viento suspenda partículas del suelo durante las distintas actividades involucradas en la preparación del sitio y construcción.

Eficacia de la medida: El humedecimiento de las zonas de trabajo, son prácticas comunes dentro de la industria de la construcción, ya que se ha probado su máxima efectividad para evitar la suspensión de partículas, por lo que se espera alcanzar el 100% de efectividad en la medida propuesta.





Imagen 13. Imagen ilustrativa Humedecimiento de las áreas de trabajo

IV.8 MEDIDAS PARA LA ETAPA DE OPERACIÓN

Medida propuesta: Instalación de contenedores
Naturaleza de la medida: Preventiva
Impactos que son prevenidos: Contaminación del medio

Naturaleza de la medida: De carácter preventivo, estará enfocada a evitar que se manifieste el impacto ambiental identificado como contaminación ambiental, particularmente por la generación de residuos sólidos.

Momento de aplicación de la medida: Previo al inicio de la operación del proyecto y durante las actividades de mantenimiento que se realicen en sus instalaciones.

Descripción de la medida: Se instalarán contenedores identificados y con tapa para la disposición temporal de los residuos sólidos que se generen durante las actividades de operación y mantenimiento del Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE). Estos se ubicarán en sitios accesibles para el personal y adecuados para las actividades que se desarrollen, considerando el tipo y volumen de residuos previstos. La separación se realizará conforme a las categorías de residuos que efectivamente se generen y a los procedimientos establecidos en el plan de manejo correspondiente.

Acción de la medida: Los contenedores permitirán concentrar los residuos en sitios definidos, evitando su abandono o dispersión por acción del viento y reduciendo la posibilidad de que alcancen las áreas de conservación o entren en contacto con el suelo. Los residuos se retirarán periódicamente, antes de que los recipientes alcancen su capacidad máxima, y se entregarán al servicio o prestador correspondiente para su manejo y destino final. Los contenedores deberán mantenerse en condiciones adecuadas de limpieza e integridad, y no se utilizarán para almacenar residuos incompatibles con sus características.

Eficacia de la medida: La eficacia dependerá de la ubicación, identificación y capacidad de los contenedores, así como de su uso correcto por parte del personal y de la frecuencia de recolección. Su cumplimiento podrá verificarse mediante inspecciones periódicas que permitan comprobar la ausencia de residuos dispersos, el estado de los recipientes y la limpieza de las áreas donde se encuentren instalados.

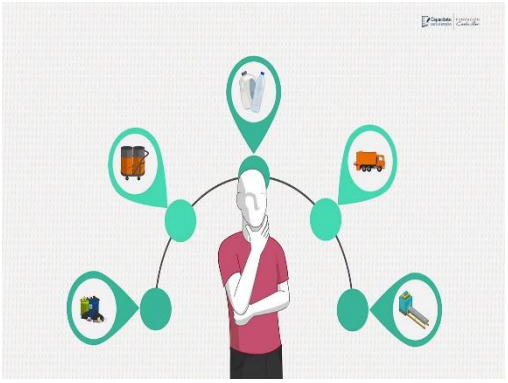
Medida propuesta: Plan de manejo de residuos
Naturaleza de la medida: Preventiva
Impactos que son prevenidos: Contaminación ambiental por manejo inadecuado de residuos sólidos y, cuando se generen, residuos líquidos derivados de las actividades de operación y mantenimiento.

Descripción de la medida: Se establecerá e implementará un plan de manejo de residuos que defina los procedimientos para su identificación, separación, recolección, almacenamiento temporal, traslado y entrega a los prestadores de servicios correspondientes. El plan considerará los residuos que efectivamente se generen durante la operación y el mantenimiento del Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE), así como los requisitos aplicables según su clasificación. Cuando se generen residuos de manejo especial o peligrosos, estos se manejarán por separado y conforme a las disposiciones normativas aplicables.

Acción de la medida: El personal responsable deberá aplicar los procedimientos de manejo establecidos para evitar el abandono, la dispersión o la disposición inadecuada de los residuos. Se deberá evitar su depósito directamente sobre el suelo, su quema y su descarga en áreas de conservación o sitios no autorizados. Los residuos líquidos que pudieran generarse durante las actividades de mantenimiento se recolectarán en recipientes compatibles y adecuados para sus características, sin permitir su vertido al suelo o a los sistemas de drenaje. Asimismo, se dará seguimiento a la recolección y entrega de los residuos mediante los registros o comprobantes que correspondan, de acuerdo con su clasificación y con las obligaciones aplicables.

Eficacia de la medida: La eficacia dependerá de la aplicación sistemática de los procedimientos, la capacitación del personal involucrado y la supervisión de las actividades de operación y mantenimiento. Su cumplimiento podrá verificarse mediante la revisión de las áreas de almacenamiento temporal, los registros de generación y entrega de residuos cuando correspondan, y la comprobación de que no existan residuos abandonados ni evidencias de disposición inadecuada. La aplicación del plan permitirá reducir la probabilidad de contaminación del suelo y de otros componentes ambientales asociada al manejo incorrecto de los residuos.





Medida propuesta: Prevención y atención de derrames de sustancias potencialmente contaminantes
Naturaleza de la medida: Preventiva y de mitigación
Impactos que son prevenidos: Contaminación del suelo y riesgo de afectación del agua subterránea por derrames o manejo inadecuado de sustancias potencialmente contaminantes durante las actividades de operación y mantenimiento.

Momento de aplicación de la medida: Durante toda la etapa de operación del proyecto, particularmente antes y durante las actividades de mantenimiento que impliquen el manejo, almacenamiento o trasiego de aceites, lubricantes, combustibles u otras sustancias potencialmente contaminantes.

Descripción de la medida: Se establecerán procedimientos para prevenir y atender derrames accidentales de sustancias potencialmente contaminantes que pudieran utilizarse durante la operación y el mantenimiento del Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE). Dichos procedimientos deberán contemplar el manejo adecuado de las sustancias, la disponibilidad de materiales para la contención y recolección de derrames, así como las acciones necesarias para evitar que estos entren en contacto con el suelo o se dispersen hacia las áreas de conservación.

Acción de la medida: Las sustancias se manejarán en recipientes íntegros, compatibles con sus características y debidamente cerrados cuando no estén en uso. Las actividades de mantenimiento que impliquen su utilización se realizarán en áreas adecuadas, procurando evitar el contacto directo con el suelo. Asimismo, se dispondrá de materiales absorbentes u otros medios apropiados para contener y recolectar posibles derrames. En caso de ocurrir alguno, se delimitará el área afectada, se contendrá la sustancia para evitar su dispersión y se recolectará el material contaminado para su manejo y disposición conforme a su clasificación y a la normativa aplicable. Cuando corresponda, se documentará el incidente y las acciones correctivas implementadas.

Eficacia de la medida: La eficacia dependerá de la aplicación de los procedimientos de manejo seguro, la disponibilidad y el estado de los materiales de contención, así como de la capacitación del personal encargado de las actividades de mantenimiento. Su cumplimiento podrá verificarse mediante inspecciones de las áreas de trabajo, revisión de los materiales para la atención de derrames y registros de incidentes, cuando estos ocurran. La medida contribuirá a reducir la probabilidad de contaminación del suelo y el riesgo de afectación del agua subterránea.

IV.9 PROGRAMAS ANEXOS A LA MIA-P

1. Programa de vigilancia ambiental
2. Plan de manejo de residuos
3. Programa de rescate de flora
4. Programa de rescate de fauna