



**MEDIO AMBIENTE**

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



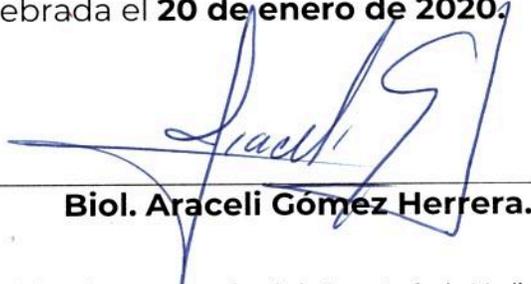
**2020**

LEONA VICARIO

CONSEJERA MADRE DE LA PATRIA

- I. **Unidad administrativa que clasifica:** Delegación Federal en el Estado de Quintana Roo.
- II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, Bitácora número **23/MP-0001/11/19**.
- III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC y CURP de personas físicas, en página 10.
- IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP y 113, fracción I de la LFTAIP. Artículos séptimo fracción III y Trigésimo octavo de los Lineamientos Generales en Materia de Clasificación y Desclasificación de la Información, así como para la elaboración de Versiones Públicas. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.
- V. **Fecha de clasificación y número de acta de sesión:** Resolución **011/2020/SIPOT**, en la sesión celebrada el **20 de enero de 2020**.

VI. **Firma del titular:**



---

**Biol. Araceli Gómez Herrera.**

"Con fundamento en lo dispuesto por el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia, por ausencia del Titular de la Delegación Federal de la SEMARNAT en el estado de Quintana Roo, previa designación, firma el presente la Jefa de la Unidad de Gestión Ambiental Zona Norte" \*

+Oficio 01250 de fecha 28 de noviembre de 2018.

En los términos del artículo 17 Bis en relación con los artículos Octavo y Décimo Tercero Transitorios del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2018.



# **CAPÍTULO I**

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

## INDICE

<b>1.</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1</b>	<b>NOMBRE DEL PROYECTO .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2</b>	<b>DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO.....</b>	<b>3</b>
1.2.1.	Sector.....	3
1.2.2.	Subsector .....	3
1.2.3.	Tipo de proyecto.....	3
<b>1.3</b>	<b>ESTUDIO DE RIESGO Y MODALIDAD. ....</b>	<b>3</b>
<b>1.4</b>	<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>3</b>
1.4.1.	Entidad federativa .....	3
1.4.2.	Municipio o delegación:.....	3
1.4.3.	Localidad:.....	3
1.4.4.	Coordenadas geográficas: .....	3
<b>1.5</b>	<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>6</b>
<b>1.6</b>	<b>NATURALEZA DEL PROYECTO. ....</b>	<b>6</b>
<b>1.7</b>	<b>TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.....</b>	<b>10</b>
<b>2.</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE. ....</b>	<b>10</b>
<b>2.1</b>	<b>NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. ....</b>	<b>10</b>
<b>2.2</b>	<b>REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTE (RFC). ....</b>	<b>10</b>
<b>2.3</b>	<b>NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.....</b>	<b>10</b>
<b>2.4</b>	<b>RFC DEL REPRESENTANTE LEGAL .....</b>	<b>10</b>
<b>2.5</b>	<b>CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN (CURP) DEL REPRESENTANTE LEGAL .....</b>	<b>10</b>
<b>2.6</b>	<b>DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES .....</b>	<b>10</b>
2.6.1.	Calle y número: .....	10
2.6.2.	Código postal: .....	11
2.6.3.	Entidad federativa: .....	11
2.6.4.	Municipio o Delegación: .....	11
2.6.5.	Teléfono(s):.....	11
<b>3.</b>	<b>DATOS GENERALES DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MIA-P. ....</b>	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. ....</b>	<b>11</b>
<b>3.2</b>	<b>REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP. ....</b>	<b>11</b>

## **1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.**

### **1.1 NOMBRE DEL PROYECTO**

**Planta desaladora del Hotel The Reef 28**

### **1.2 DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO.**

**1.2.1. Sector:** Turismo.

**1.2.2. Subsector:** Turístico

**1.2.3. Tipo de proyecto:** Obras hidráulicas

### **1.3 ESTUDIO DE RIESGO Y MODALIDAD.**

No se requiere

### **1.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO.**

El predio donde se pretende construir el proyecto “**Planta Desaladora del Hotel The Reef 28**” corresponde a los lotes 001 y 004, Mz. 067 de la colonia Xaman-Ha, y está ubicado en la calle 28 Norte, en la localidad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, en el Estado de Quintana Roo.

**1.4.1. Entidad federativa:** Quintana Roo.

**1.4.2. Municipio o delegación:** Solidaridad

**1.4.3. Localidad:** Playa del Carmen

**1.4.4. Coordenadas geográficas:**

El predio donde se pretende construir el proyecto corresponde a los lotes 001 y 004, Mz. 067 de la colonia Xaman-Ha y está ubicado en la calle 28 Norte, en la localidad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, en el Estado de Quintana Roo, y cuenta con una superficie total de 2,487.93 m<sup>2</sup> (Figura 1).

El predio está conformado por dos lotes, el lote 001 con una superficie de 570.17m<sup>2</sup> y el lote 004 con una superficie de 1,917.76 m<sup>2</sup>, que suman una superficie total de 2,487.93 m<sup>2</sup>.

El lote 001 es propiedad de la empresa Inmobiliaria Kasamarina, S.A. de C.V. lo cual consta en la Escritura Pública No. 1,280, Tomo LVII, Volumen D, de fecha 29 de julio del 2016, pasada ante la fe del Lic. Manuel Emilio García Ferrón, Titular de la Notaría Pública No. 89 de la Ciudad de Mérida, Estado de Yucatán, a través de la cual se realizó el contrato de compraventa entre la empresa Habitaciones del

Sureste, S.A. de C.V. y la empresa promovente Inmobiliaria Kasamarina, S.A. de C.V. De acuerdo con este instrumento el lote 001 tiene una superficie de 570.17m<sup>2</sup>(Anexo 1).

El lote 004 también es propiedad de la empresa Inmobiliaria Kasamarina, S.A. de C.V. como se hace constar en la Escritura Pública No. 1,079, Tomo LVI, Volumen A, de fecha 30 de junio del 2016, pasada ante la fe del Lic. Manuel Emilio García Ferrón, Titular de la Notaría Pública No. 89 de la Ciudad de Mérida, Estado de Yucatán, a través de la cual se realizó el contrato de compraventa entre la empresa Habitaciones del Sureste, S.A. de C.V. y la empresa promovente Inmobiliaria Kasamarina, S.A. de C.V. De acuerdo con este instrumento el lote 004 tiene una superficie de 1,917.76 m<sup>2</sup> (Anexo 2).

La poligonal del predio en cuestión se encuentra delimitado por las siguientes coordenadas geográficas.

Cuadro 1. Coordenadas de ubicación de la poligonal del predio.

Vértice	X	Y
1	492,969	2,281,446
2	493,025	2,281,410
3	493,006	2,281,379
4	492,950	2,281,418

El polígono del predio tiene las siguientes colindancias:

Al Norte: Calle 28 Norte,  
Al Sur: Con lotes 002 y 003-1,  
Al Este: Con Avenida Cozumel y  
Al Oeste: Con la 1a. Avenida Norte.

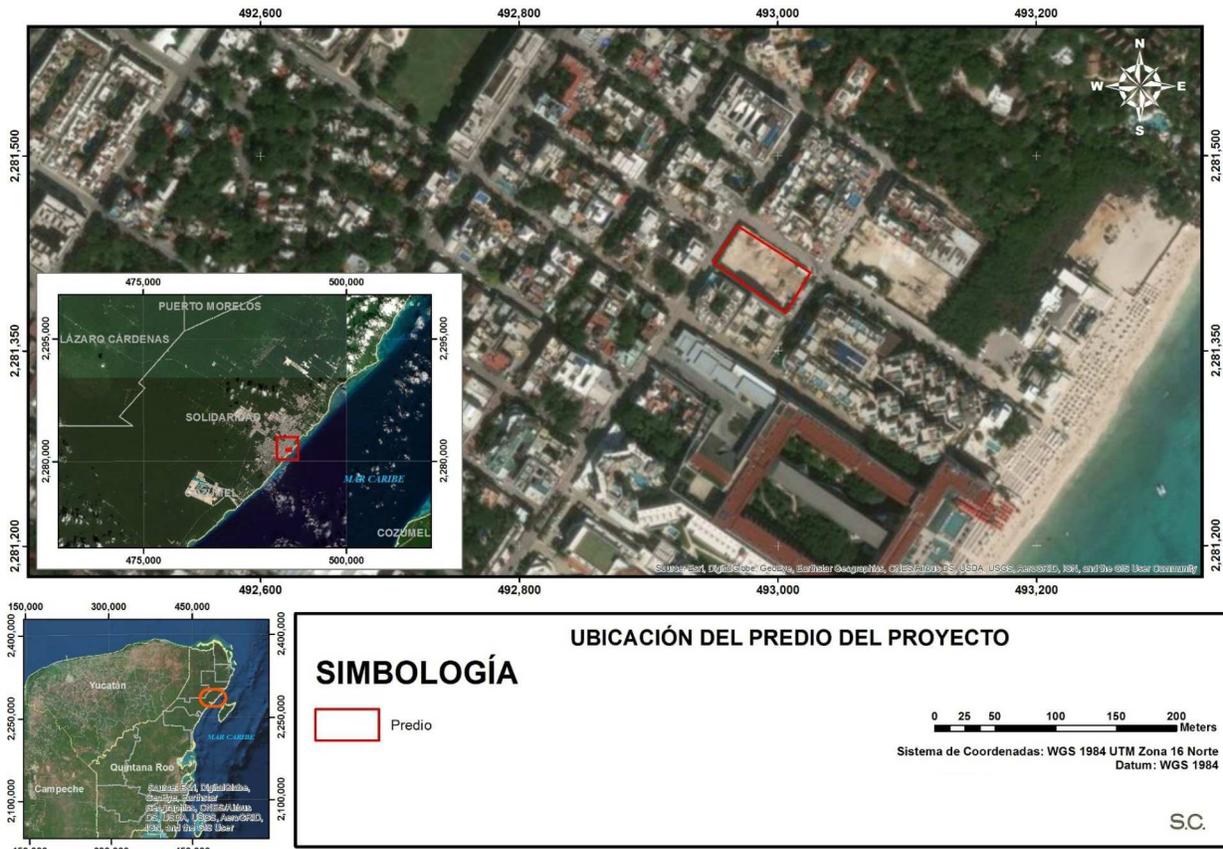


Figura 1. Se muestra la localización del predio.

## **1.5 ANTECEDENTES.**

El "Hotel The Reef 28", consiste de un hotel con un total de 120 habitaciones distribuidas en un edificio de 5 niveles y roof garden.

El sótano posee un estacionamiento subterráneo con 62 cajones, se encuentran los talleres de mantenimiento, las áreas de cisternas de agua, el cuarto de máquinas, la subestación eléctrica, y el cuarto de juntas. En planta baja cuenta con un lobby, dos restaurantes (un buffete y uno de especialidades), cocina y área de preparación de alimentos, almacén, cámara de refrigeración, cámara de residuos, caseta de seguridad, baños, 3 locales comerciales y un spa.

En los niveles 1 al 4 están distribuidas las 120 habitaciones, posee 2 master suite (compuestas de dos habitaciones cada una), 7 junior suite (compuestas por dos habitaciones cada una) y 16 estudios compuestos por una habitación cada uno. También posee un roof garden con un gimnasio, un salón de usos múltiples, alberca y un snack bar.

El Hotel The Reef 28 se encuentra actualmente en operación y cuenta con todos los servicios necesarios, tales como agua, luz, conexión a la red de drenaje municipal, teléfono, internet, servicio de recolección de residuos por parte del Municipio.

En el hotel se prestan servicios de hospedaje, alimentos y bebidas, y se les da mantenimiento a todas las instalaciones.

## **1.6 NATURALEZA DEL PROYECTO.**

El proyecto consiste en el desarrollo de una planta desaladora nueva integrada al complejo turístico "Hotel The Reef 28". El sistema de potabilización de agua salada constituye una obra complementaria del hotel y servirá para abastecer las 120 habitaciones del hotel, así como sus áreas públicas y de servicios entre las que se incluyen: restaurantes, spa, lobby, cocina, almacenes, talleres de mantenimiento, cuarto de máquinas, alberca y áreas ajardinadas.

Para el funcionamiento de la planta, se requerirá la construcción de un pozo de captación y uno de rechazo, así como la instalación de equipos y dispositivos diseñados para cumplir con las etapas que forman parte del proceso de desalación y potabilización del agua, mismas que se listan a continuación:

1. Captación de agua salada.
2. Pretratamiento.
3. Sistema de Ósmosis inversa.
4. Postratamiento y limpieza.
5. Disposición de salmuera.

El predio tiene una superficie total de 2,487.93 m<sup>2</sup>, en los cuales se desplanta el edificio del hotel. La planta desaladora ocupará una superficie de 24.0 m<sup>2</sup> y quedará en la zona de talleres del sótano y se destinará una superficie de 2.0 m<sup>2</sup> para cada uno de los dos pozos que también quedarán en la zona de estacionamiento del sótano, por lo que se ocupará una superficie de 28.0 m<sup>2</sup> del área de sótano. De acuerdo con lo anterior, no se requiere desmontar áreas con vegetación natural ni ocupar superficies adicionales.

Esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular se presenta con el objetivo de someter a evaluación en materia de impacto ambiental las obras correspondientes al proyecto “Planta desaladora del Hotel The Reef 28”.

En las siguientes imágenes se presenta la ubicación de la planta desaladora en el sótano del Hotel The Reef 28 y la ubicación de los pozos de captación y rechazo (Figuras 2a y 2b).



Figura 2a. Ubicación de la planta desaladora dentro del hotel.



Figura 2b. Ubicación de los pozos de captación y rechazo.

## **1.7 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.**

Por las características propias del proyecto se puede considerar como permanente, debido a que su propósito es la instalación de una planta desaladora para abastecer de agua a un desarrollo turístico. Sin embargo, para fines prácticos del proyecto y estudio se considera una vida útil de 30 años.

## **2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.**

### **2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.**

La empresa Inmobiliaria Kasamarina, S.A. de C.V. fue constituida conforme a la Escritura Pública No. 21, 103, Volumen 164 Libro V de fecha 10 de octubre de 1995, pasada ante la fe del Lic. Lorenzo García García Méndez, Notario Público No. 27 de la Ciudad de Guadalajara, Jalisco (Anexo 3).

### **2.2 REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTE (RFC).**

IKA9510179V7 (Anexo 4).

### **2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.**

A través de la Escritura Pública No. 961, Tomo LXV, Volumen C de fecha 9 de junio de 2017, pasada ante la fe del Lic. Manuel Emilio García Ferrón, Titular de la Notaría Pública No. 89 del Estado de Yucatán, la empresa promovente otorgó poder general para pleitos y cobranzas y para actos de administración al Sr. José Alberto Sam Soto (Anexo 5).

### **2.4 RFC DEL REPRESENTANTE LEGAL:**

RFC del Sr. José Alberto Sam Soto es [REDACTED] (Se presenta como anexo 6 la identificación del apoderado general).

### **2.5 CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN (CURP) DEL REPRESENTANTE LEGAL:**

[REDACTED]

### **2.6 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES:**

#### **2.6.1. Calle y número:**

Calle 28 Norte entre Avenida Cozumel y 1a. Avenida Norte Colonia Gonzalo Guerrero.

**2.6.2. Código postal:**

77710

**2.6.3. Entidad federativa:**

Quintana Roo.

**2.6.4. Municipio o Delegación:**

Solidaridad

**2.6.5. Teléfono(s):**

984 873 4120 EXT.4601 / (984) 206 5150 EXT.3644 O 3643

**3. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MIA-P.**

**3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.**

ECOPLADESA, S.C.

**3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP.**

ECO040610GG4

## **CAPÍTULO II**

# **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

## INDICE

<b>1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.</b> .....	<b>3</b>
1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO.....	3
1.2 SELECCIÓN DEL SITIO.....	4
1.3 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.....	4
1.4 INVERSIÓN REQUERIDA. ....	6
1.5 DIMENSIONES DEL PROYECTO. ....	6
1.6 USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS.....	9
1.7 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.....	9
<b>2. VOLÚMENES DE AGUA REQUERIDOS PARA LA OPERACIÓN DEL HOTEL.....</b>	<b>10</b>
<b>3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.</b> .....	<b>11</b>
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO QUE RECIBIRÁ EL AGUA.....	18
3.2 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO. ....	22
3.3 PREPARACIÓN DEL SITIO. ....	24
3.3.1 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	24
3.4 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	24
3.5 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. ....	27
3.5.1 Operación.....	27
3.5.2 Mantenimiento.....	28
3.6 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO.....	29
3.7 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.....	29
3.8 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS. ....	29
3.9 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA. ....	29
3.10 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS. ....	31

## 1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

**Sector:** Turismo.

**Subsector:** Turístico.

**Tipo de proyecto:** Obras hidráulicas.

### 1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO.

El proyecto consiste en el desarrollo de una planta desaladora nueva integrada al complejo turístico “**Hotel The Reef 28**”. El sistema de potabilización de agua salada constituye una obra complementaria del hotel y servirá para abastecer 120 habitaciones del hotel, así como sus áreas públicas y de servicios. El hotel cuenta con restaurantes, spa, lobby, cocina, almacenes, talleres de mantenimiento, cuarto de máquinas, alberca y áreas ajardinadas.

La planta desaladora ocupará una superficie de 24.0 m<sup>2</sup> y quedará en la zona de talleres del sótano. Contará con un pozo de captación y uno de rechazo, cada uno con una superficie de 2.0 m<sup>2</sup>, sumando en total 4.0 m<sup>2</sup>, los cuales se ubicarán en la zona del estacionamiento del sótano. Las líneas de conducción de agua salada también se desplantarán en las áreas de estacionamiento del sótano. De acuerdo con lo anterior, no se requiere desmontar áreas con vegetación natural ni ocupar superficies adicionales.

A continuación, se enlistan los componentes generales de la planta desaladora y sus obras relacionadas:

- Un pozo de captación para la alimentación de la planta de ósmosis inversa.
- Un pozo de rechazo.
- Filtro multimedia
- Módulo desalador de ósmosis inversa.
- Equipo de bombeo sumergible.
- Equipo de limpieza de membranas CIP.
- Instalación eléctrica/ mecánica/ control del cuarto de máquinas.
- Líneas de conducción de agua salada (conexión entre la planta y los pozos).

La instalación y puesta en operación de una planta desaladora en el hotel se justifica ampliamente, toda vez que permitirá que se lleve a cabo el abasto de agua potable para el proyecto sin que ello represente una limitación en la distribución de agua destinada para la población local, ya que el líquido será extraído a partir de un pozo ubicado dentro del predio del hotel. A razón de ello, se anticipa que el impacto, directo y más significativo que genere la operación de la desaladora consistirá en la generación de salmueras en el agua de rechazo, las cuales pueden contener, además de sales disueltas, otras sustancias como fosfatos y sulfatos.

Es por lo antes expuesto que se ha optado por el equipamiento e implementación de una planta desaladora, ya que, entre las tecnologías para potabilizar aguas salinas o salobres, la ósmosis inversa, es por su costo, consumo energético, eficacia y requerimientos de espacio, la más rentable.

## **1.2 SELECCIÓN DEL SITIO.**

Como ya se ha mencionado, la planta desaladora se considera como una obra complementaria para el servicio de un hotel en operación, la cual se ubicará en el área de talleres de mantenimiento del Hotel The Reef 28 ubicada en el sótano, destinando para ello una superficie de 24.0 m<sup>2</sup>. Los pozos de captación y rechazo que se requieren perforar estarán ubicados en la zona de estacionamiento del sótano. Adicionalmente, se llevarán a cabo las gestiones necesarias a fin de obtener el título de concesión de la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) para el aprovechamiento de aguas subterráneas y para perforar los pozos que se requieren para el proyecto.

## **1.3 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.**

El proyecto se llevará a cabo en el desarrollo turístico Hotel The Reef 28, que corresponde a los lotes 001 y 004, Mz. 067 de la colonia Xaman-Ha, y está ubicado en la calle 28 Norte, en la localidad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, en el Estado de Quintana Roo (Figura 1).

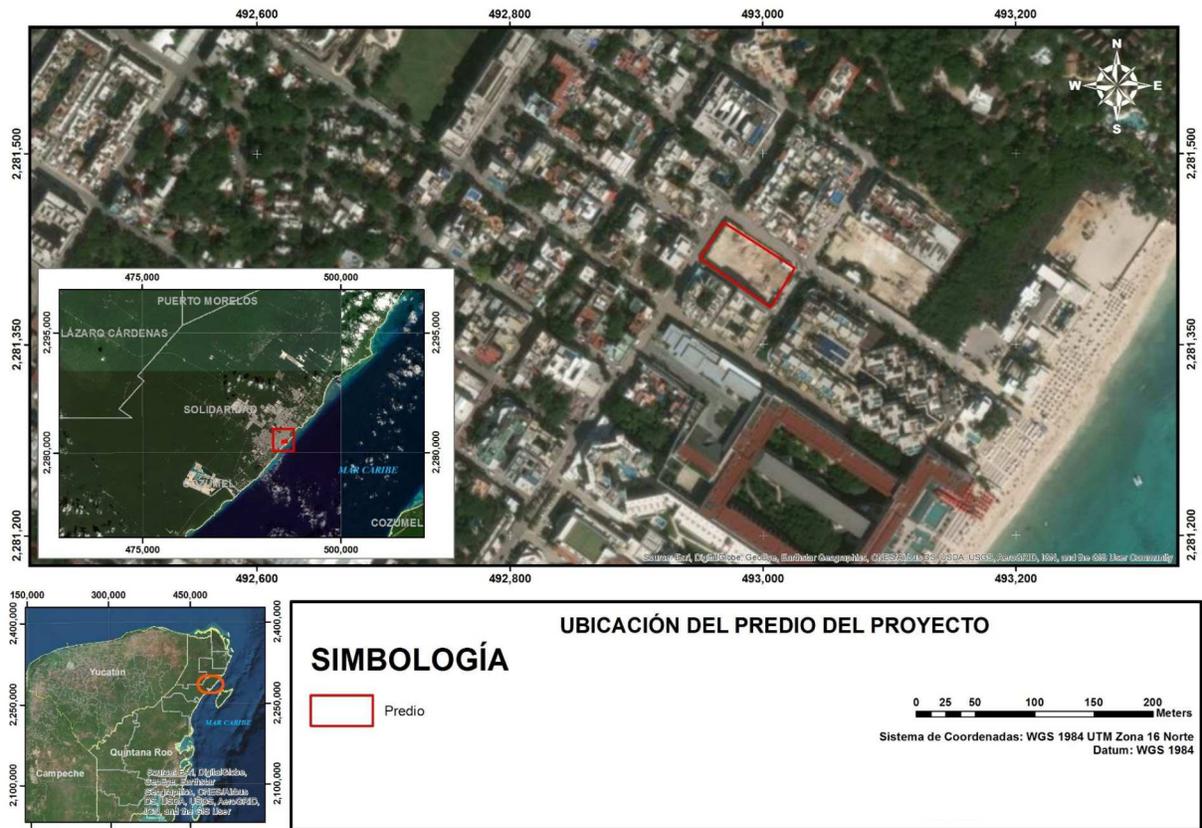


Figura 1. Localización regional y local del predio.

#### 1.4 INVERSIÓN REQUERIDA.

Se estima que la inversión para el desarrollo de la Planta desaladora del Hotel The Reef 28 es de aproximadamente \$ 194,000 USD (ciento noventa y cuatro mil dólares 00/100 más I.V.A.) considerando la instalación del sistema de ósmosis inversa, perforación de pozos (de captación y rechazo), acomodo y puesta en marcha del equipo. Asimismo, la inversión requerida para las medidas de mitigación equivale a \$1,940.00 USD (mil novecientos cuarenta dólares).

No se estima un periodo de recuperación del capital debido a que la planta misma formará parte de una inversión mayor que deberá recuperarse a largo plazo.

#### 1.5 DIMENSIONES DEL PROYECTO.

La superficie total requerida para el proyecto se desglosa a continuación:

**A. Superficie total del predio:** La superficie total del predio correspondiente al desarrollo turístico **Hotel The Reef 28**, en donde se desarrollará el proyecto es de 2,487.93 m<sup>2</sup>, lo cual consta en las escrituras de propiedad anexas al presente estudio.

**B. Superficie de aprovechamiento:**

Para el desplante de la planta desaladora se prevé una superficie de aprovechamiento de 24.0 m<sup>2</sup>, mientras que, para los pozos se requiere de 2.0 m<sup>2</sup>, destinando 4.0 m<sup>2</sup> a cada uno, sumando en total una superficie de 28.0 m<sup>2</sup>. Los equipos de la planta se instalarán en el área de talleres de mantenimiento del sótano. Los pozos se ubicarán en la zona de estacionamiento del sótano, las cuales ya están cuantificadas en el área de aprovechamiento del hotel. Es decir, que no se requerirá ocupar superficie adicional del predio para su instalación.

En las siguientes figuras se presenta la ubicación de la planta desaladora y de los pozos de aprovechamiento (Figuras 2a, 2b y 2c).



Figura 2a. Se muestra el área en la que se pretenden construir los pozos e instalar el equipo de ósmosis inversa requeridos para la planta desaladora.

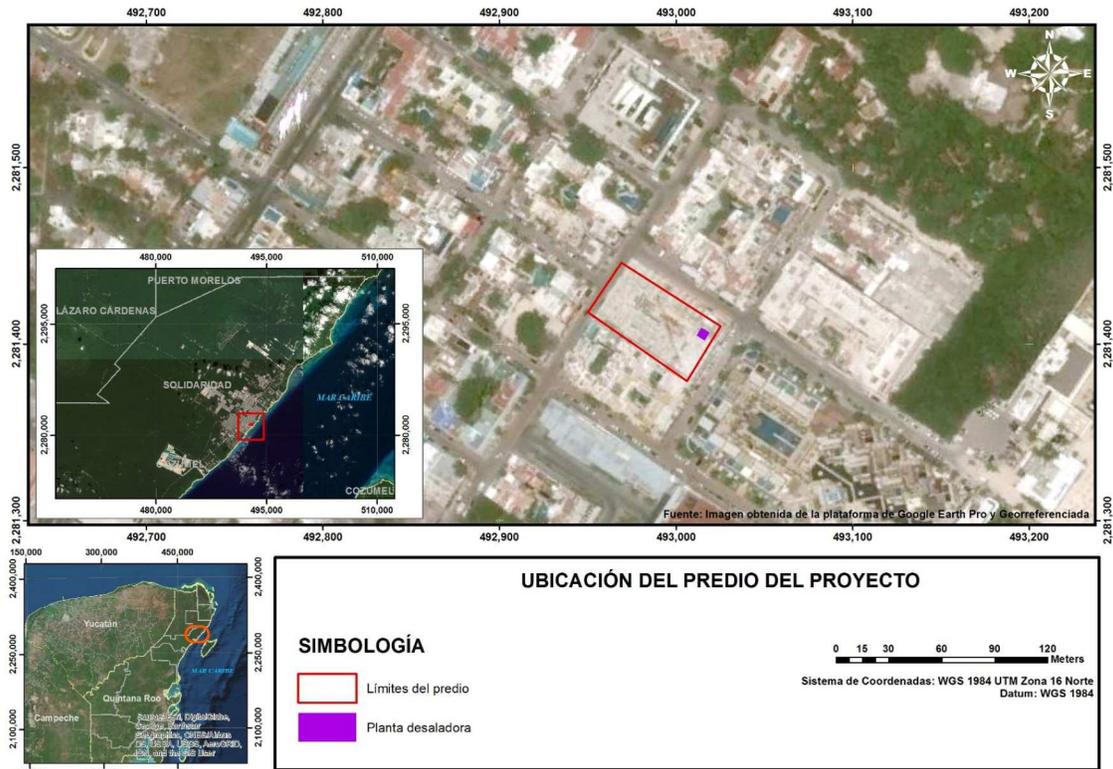


Figura 2b. Ubicación de la planta desaladora.



Figura 2c. Ubicación de pozos del proyecto.

## **1.6 USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS.**

La planta desaladora se ubicará en el “Hotel The Reef 28”, el cual cuenta con un total de 120 habitaciones distribuidas en un edificio de 5 niveles y roof garden.

El hotel se encuentra en la zona urbana de la Ciudad de Playa del Carmen y está regulado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen 2010-2050, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, Tomo III, Número 110 extraordinario Ter, Séptima Época, de fecha 20 de diciembre de 2010, de acuerdo con el cual el predio tiene asignado un Uso de Suelo MC (Comercial mixto).

También le es aplicable el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad publicado en el Periódico Oficial del estado de Quintana Roo el 25 de mayo de 2009, el predio de interés se ubica en la UGA 10, en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 10 denominada Zona Urbana de Playa del Carmen, con política de aprovechamiento urbano y sujeta a lo que establezca el PDU vigente.

La zona tiene como uso predominante el habitacional y turístico hotelero, dado que se observan en las colindancias condominios con departamentos y hoteles. También en la zona se encuentran algunos comercios y oficinas.

## **1.7 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.**

Debido a que el proyecto “Planta desaladora del Hotel The Reef 28” es una obra complementaria del hotel que actualmente se encuentra en operación, el cual está ubicado en una zona en la que actualmente operan varios desarrollos turísticos que generan una importante fuente de empleo para la localidad, el proyecto contará con todos los servicios necesarios para su construcción y operación, mismos que se describen a continuación:

**Vialidades de acceso:** Se tendrá acceso al predio por la Calle 28 Norte y la Avenida 1 Norte.

**Energía eléctrica:** El abastecimiento de electricidad para la instalación y funcionamiento de la planta desaladora se llevará a cabo a través de la red de suministro e infraestructura de la Comisión Federal de Electricidad con que cuenta actualmente el Hotel The Reef 28.

**Agua:** El agua potable que pudiera requerirse durante la preparación y construcción se obtendrá de la red de agua habilitada actualmente para la operación del hotel que proporciona el Municipio.

Por otro lado, una vez que la planta desaladora se encuentre en funcionamiento, el agua potable para consumo del hotel, será la obtenida del proceso de ósmosis inversa.

## 2. VOLÚMENES DE AGUA REQUERIDOS PARA LA OPERACIÓN DEL HOTEL.

Agua para Consumo Humano en operación: Tomando en cuenta que el promedio de gasto de agua es de 1.5 m<sup>3</sup> x día x Habitación, y que el número de cuartos que pretenden abastecerse con la planta desaladora es de 120 habitaciones, el volumen anual demandado a capacidad plena es de 65,700.00 m<sup>3</sup>/año de agua potable de primera calidad para consumo humano.

Cuadro 1. Volumen de agua para consumo humano.

NÚMERO DE CUARTOS	1.5 M <sup>3</sup> /DÍA X CUARTO	M <sup>3</sup> /AÑO
120	180.0	65,700.00

Uso en Áreas de Servicios: Se considera que, en las áreas de servicio, el promedio utilizado por empleado es de 100 L, por lo que, si se considera que el hotel cuenta con 20 empleados, incluyendo personal de vigilancia, recursos humanos, gerencia, mantenimiento y cocineros el volumen diario que se demandará será de 2.0 m<sup>3</sup> por día, es decir 730.00 m<sup>3</sup>/año.

Cuadro 2. Volumen de consumo de agua en áreas administrativas y de servicios.

SERVICIOS	100 LITRO POR EMPLEADO	
Empleados	20	Empleados
Índice	100	L/empleado/día
Volumen	2,000	L/día
	2.0	m <sup>3</sup> /día
<b>TOTAL</b>	<b>730.00</b>	<b>m<sup>3</sup>/año</b>

En suma, el gasto anual de agua potable que se contempla es de 66,430.00 m<sup>3</sup>/año, o 182.00 m<sup>3</sup>/día.

Para lograr el suministro del volumen señalado, se requiere realizar la extracción de agua por medio de ósmosis. Se calcula que para producir 500 litros de agua dulce se requiere extraer 1,250 litros de agua salada con una concentración máxima de 36,000 mg/l de sólidos disueltos totales, de tal forma que se requiere extraer 166,075.00 m<sup>3</sup> anuales de agua salada con los que se obtendrán 66,430.00 m<sup>3</sup>/año de agua dulce de primer uso para consumo humano. Resultado de esto, se rechazarán 99,645.00 m<sup>3</sup>/año de aguas saladas con concentraciones entre los 57,200 y 79,200 mg/l de sólidos disueltos totales. Después del uso del agua potable en habitaciones y servicios se producirán 53,144.00 m<sup>3</sup>/año (80%) de agua residual que serán enviados a su depuración al cárcamo de rebombeo que se conecta con la red de drenaje municipal (Cuadro 3).

Cuadro 3. Volumen que se requiere extraer de agua salada para obtener la cantidad estimada de agua dulce para consumo humano, el volumen de rechazo y el agua residual que se producirá.

	<b>m<sup>3</sup>/Año</b>	<b>m<sup>3</sup>/Día</b>	<b>LPS</b>
EXTRACCIÓN	166,075.00	455.00	5.26
PRODUCTO	66,430.00	182.00	2.11
RECHAZO	99,645.00	273.00	3.16
AGUA RESIDUAL	53,144.00	145.60	1.69

De acuerdo con lo anterior, se requiere extraer un volumen de 455.0 m<sup>3</sup>/día de agua salada, que equivale a 5.26 lps. Derivado de lo anterior se producirán 182.0 m<sup>3</sup>/día y se rechazarán 273.0 m<sup>3</sup> de agua con salmuera. Considerando estos datos se requiere una planta desaladora con capacidad para obtener 182.0 m<sup>3</sup>/día ó 2.11 lps.

### **3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.**

La planta desaladora que se propone tendrá una capacidad para obtener 200.0m<sup>3</sup>/día, que equivale a 2.31 lps, mientras que para el proyecto se requiere de un volumen de 182.0 m<sup>3</sup>/día de agua, que equivale a 2.11 lps, por lo que tendrá la capacidad necesaria para abastecer al proyecto. Derivado del proceso de ósmosis inversa se producirán 182.0 m<sup>3</sup>/día de agua y se rechazarán 273.0 m<sup>3</sup>/día. Se contará con un pozo de captación con capacidad para extraer 7.0 lps y un pozo de descarga con capacidad para rechazar un volumen de 5.0 lps.

La planta desaladora ocupará una superficie de 24.0 m<sup>2</sup> y quedará en la zona de talleres del sótano del hotel. Los dos pozos requeridos para su operación se ubicarán en la zona de estacionamiento del sótano.

A continuación, se enlistan los componentes generales de la planta desaladora y sus obras relacionadas:

- Sistema de pretratamiento (filtros dual media, dosificador de inhibidor de incrustaciones).
- Sistemas de bombeo de alta presión y equipo de recuperación de energía.
- Sistema de potabilización de agua salada a través de ósmosis inversa (banco de membranas).
- Unidad de limpieza de membranas (CIP).
- Instrumentación y control.
- Un pozo de aprovechamiento con diámetro de 12" de ademe y tubería de 10" de diámetro para la alimentación de la planta de ósmosis inversa.
- Un pozo de rechazo con diámetro de 14" de ademe y tubería de 8" de diámetro.

En la Figura 3 se muestra la ubicación de la planta desaladora junto a los talleres del sótano, así como el acomodo y la distribución de los equipos que permitirán llevar a cabo el proceso de potabilización del agua.



Figura 3. Ubicación y distribución de la planta desaladora dentro del área de servicios del sótano.

## Características de los componentes

### Pozos de captación y de rechazo

En la siguiente figura se muestra la profundidad estimada para los pozos de captación y para el pozo de rechazo. El pozo de captación tendrá el ademe liso en 10.0 m y el ademe ranurado en 5.0 m. Mientras que el pozo de rechazo tendrá 60.0 m de ademe liso y 20.0 m de ademe ranurado.

En lo que refiere al diámetro de tubería de succión designado para el pozo de captación será de 10" con ademe de 12". En tanto que la tubería del pozo de rechazo será de 8" con ademe de 14".

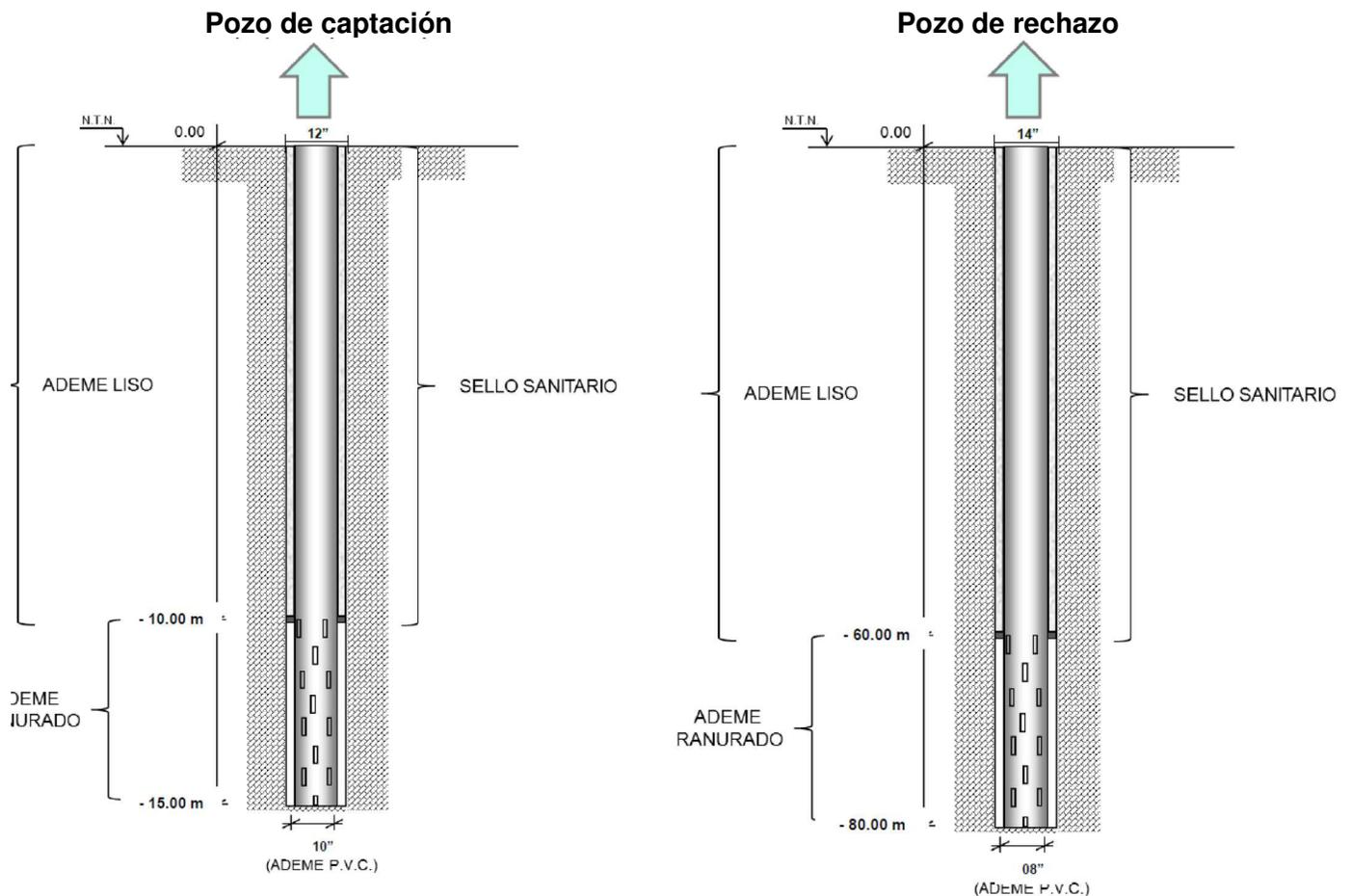


Figura 4. Profundidad estimada para el pozo de captación y de rechazo.

### Sistema de pretratamiento

Este equipo acondicionará el agua para ser llevada a la máquina de ósmosis inversa, y constará de un filtro multi media marca H2O Innovation de operación manual con capacidad de hasta 120 GPM (galones por minuto) cada uno como

pretratamiento al equipo de ósmosis inversa para remoción de sólidos suspendidos.

### Módulo desalador de agua de mar

Se considera un módulo desalador de agua de mar por el proceso de ósmosis inversa de operación automática con capacidad de 200.0 m<sup>3</sup>/día. El módulo contará con sistema de control por PLC para secuencia de arranque/paro, protecciones y alarmas.

El sistema tendrá un flujo de alimentación de 100 GPM (galones por minuto), el flujo de agua del producto será de 38 GPM (galones por minuto) y el flujo de rechazo de 62 GPM (galones por minuto). Tendrá capacidad para tratar agua con valores de hasta 36,000 ppm de sólidos disueltos totales y producirá agua con valores menores a 500 ppm de sólidos disueltos totales.

Especificaciones del sistema. El sistema contará con los siguientes equipos.

#### *Filtro pulidor de cartuchos*

Para eliminar sólidos suspendidos mayores a 20 micras, se contará con un filtro multimedia de operación manual. El tanque será de la marca Structural y estará fabricado en fibra de vidrio para evitar cualquier tipo de corrosión. Los medios filtrantes consistirán de grava, arena y antracita.

El filtro tendrá un diámetro de 63 pulgadas para un área de filtración de 12.5 ft<sup>2</sup>. En flujo normal la batería de filtración estará en su ciclo de servicio operando a una tasa de filtración aproximada de 5.0 gpm/ft<sup>2</sup>. Para realizar las secuencias de servicio, retrolavado y enjuague, cada filtro contará con un cuadro de 5 válvulas manuales de mariposa, fabricadas en su totalidad de PVC.

#### *Portafiltro de cartuchos*

El módulo contará con tres portafiltros de un cartucho tipo vertical fabricado en su totalidad en polipropileno reforzado. El portafiltro maneja una presión de diseño de 85 psi y una presión de ruptura de 200 psi.

El cartucho filtrante tendrá un grado de filtración de 1 micra y se fabrica en polipropileno extruido con un diámetro de 4.5 pulg. x 20 pulg. de largo. El cartucho es desechable con una duración aproximada de 30 a 45 días de operación continua.

#### *Equipo dosificador de anti-incrustante.*

El equipo consta de una bomba dosificadora de diafragma de desplazamiento positivo la cual se puede regular tanto la abertura del diafragma como la

frecuencia de pulsaciones. El inhibidor se preparará en un tanque de polietileno de alta densidad con capacidad de 200 L.

### *Bomba de alta presión*

El sistema de bombeo de alta presión en cada planta consistirá en una bomba centrífuga marca FEDCO con partes húmedas en acero inoxidable duplex 2205 y 316 L pasivado con motor de 50 HP.

En el siguiente diagrama de tuberías e instrumentación se muestra el proceso general de una planta desaladora que emplea el procedimiento de ósmosis inversa con recuperador de energía.

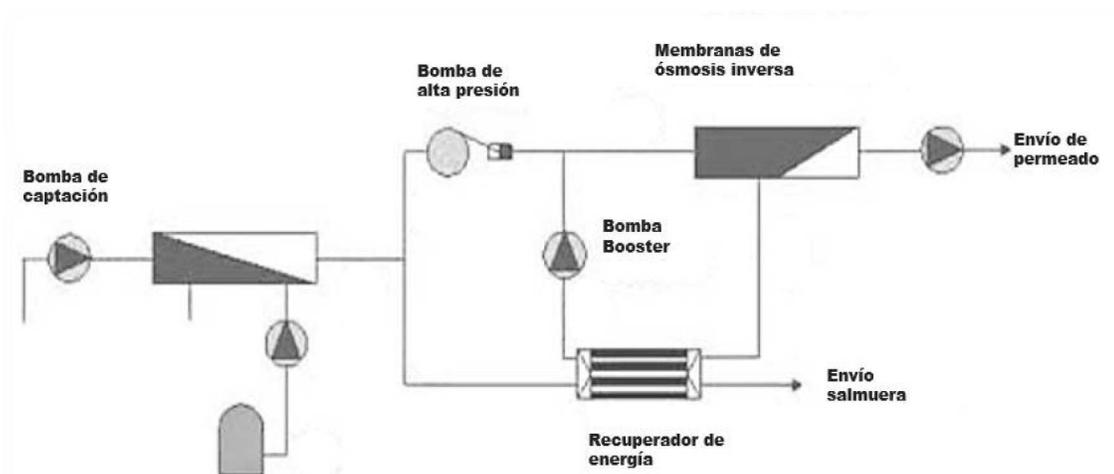


Figura 5. Diagrama de tuberías del proceso general de una planta desaladora con recuperador de energía. Fuente: Gascón *et al.* (2011).

### *Banco de membranas*

El módulo contará con doce membranas para agua de mar marca LG, instaladas en tres recipientes de presión marca Protec. Las membranas tienen un área de filtración de 400 ft<sup>2</sup> con un rechazo de sales de 99.8%.

Cada recipiente de presión (portamembranas) albergará seis membranas y estará fabricado en fibra de vidrio (FRP) diseñado para trabajar a una presión de 1000 psi.

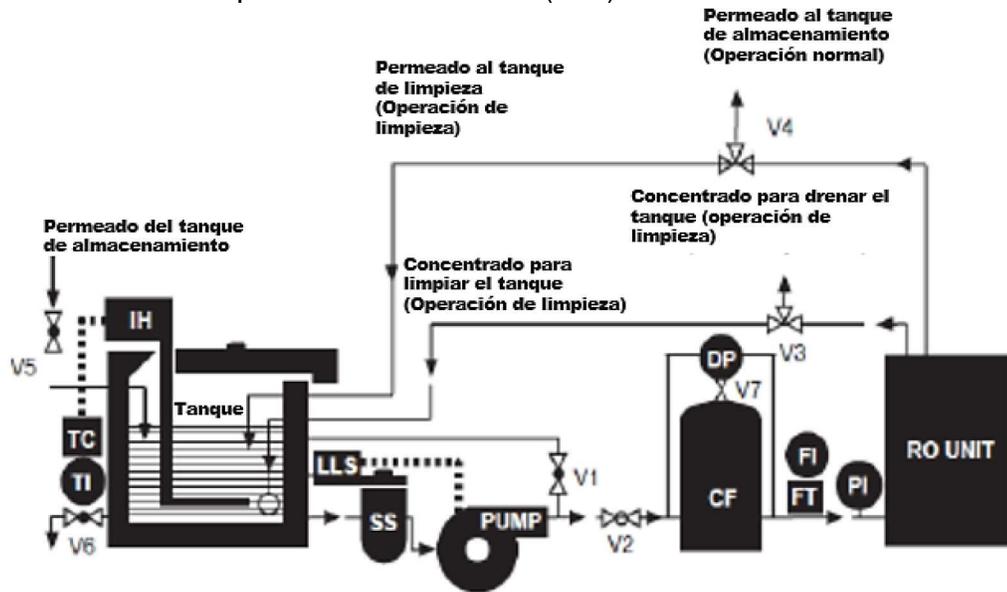
### *Unidad de limpieza de membranas (CIP)*

Se contará con una unidad de limpieza de membranas para la planta, la cual se utilizará para realizar lavados alcalinos y ácidos cuando las membranas lo requieran. El equipo consiste principalmente en un tanque con fondo cónico con capacidad de 500 lt. y una bomba de recirculación con partes húmedas en acero inoxidable, con capacidad de 70 gpm a 50 psi. El equipo cuenta con válvulas

automáticas que están conectadas al cabezal de alimentación y rechazo del banco de membranas.

El tanque cuenta con tres interruptores de nivel para determinar el llenado del mismo y el arranque y paro de la bomba de limpieza. Este mismo equipo se empleará para realizar enjuagues automáticos cada vez que el equipo salga de operación para desplazar el agua salada del banco de membranas.

En la siguiente figura se presenta el diagrama de tuberías del proceso general de una unidad de limpieza de membranas (CIP).



Simbología (Por sus siglas en inglés)	
TC	Controlador de Temperatura
TI	Indicador de Temperatura
FT	Transmisor de Caudal
FI	Indicador de Caudal
PI	Indicador de Presión
LLS	Interruptor de Nivel de Luz
RO	Unidad de Ósmosis inversa
DP	Conexión de Presión
CF	Factor de concentración

Figura 6. Diagrama de tuberías de la unidad de limpieza de membranas (CIP).  
 Fuente: Gamma Química de Venezuela (2016).

### Equipo de bombeo de pozo

El sistema de bombeo de pozo consistirá en una bomba centrífuga superficial de cárcamo seco marca AMPCO con partes húmedas en Níquel-Aluminio-Bronce diseñada para trabajar con agua de mar con motor de 15 HP.

### Equipo dosificador de hipoclorito.

Consta de un tanque con bomba dosificadora con capacidad de 200 L de polietileno de alta densidad de la marca Pulsafeeder con flujo de 30 GPM (galones por minuto). Es un equipo dosificador de hipoclorito de sodio con una bomba para la desinfección del agua.

### Equipo dosificador de carbonato de sodio.

Consta de un tanque con bomba dosificadora con capacidad de 200 L de polietileno de alta densidad de la marca Pulsafeeder con flujo de 30 GPM (galones por minuto). Es un equipo dosificador de carbonato de sodio con una bomba que se utiliza para precipitar el calcio.

### Filtro para eliminación de ácido sulfhídrico

Se contempla un filtro de granate KDF 85 de la marca H2O Innovation de operación manual con capacidad de hasta 40 GPM (galones por minuto) cada uno como postratamiento al equipo de ósmosis inversa para remoción de ácido sulfhídrico.

### Instrumentación y control

La planta contará con un sistema de instrumentos que midan y transmitan las variables del proceso a fin de regular y poder actuar sobre el mismo de manera automática o semiautomática.

De acuerdo con la etapa de que se trate variarán los instrumentos de medición, control, elementos de regulación, las conexiones entre estos elementos y los programas encargados de automatizar el proceso y de garantizar la repetitividad de las medidas.

Entre los instrumentos de medición y control que se prevén utilizar durante las diferentes etapas del proceso se incluyen manómetros, interruptores, reguladores y medidores de nivel, indicadores y transmisores de temperatura y presión, presostatos y caudalímetros. Asimismo, la planta desaladora contará con un centro de controles, el cual cuenta con sistema PLC (Controlador Lógico Programable) para el control automático del sistema e interruptor para paro de emergencia.

A continuación, se describen las características particulares con las que habrá de contar el proyecto.

- Capacidad de diseño de la planta:

La planta estará diseñada para producir 200 m<sup>3</sup>/día.

- Volumen de agua extraído:

Será extraído un total de 180.0 m<sup>3</sup>/día del tren de ósmosis inversa

- Origen de las aguas recibidas:

Para fines del proyecto, el pozo por medio del cual será obtenido el agua desde el manto acuífero, alcanzará una profundidad de 15 m contemplando el ademe ranurado y tendrá una capacidad de extracción de 7 lps.

- Calidad esperada del agua después del tratamiento:

Al finalizar el proceso de desalinización, se espera que tanto los sólidos totales disueltos en el agua potable como la dureza sean menor a 500 ppm.

- Volumen de agua de rechazo:

Se prevé un volumen de 273.0 m<sup>3</sup>/día de agua concentrada en sales.

- Destino final del efluente de rechazo:

La salmuera resultante del proceso de desalación volverá al manto acuífero, para ello, será conducida al pozo de rechazo a razón de 3.16 lps, el cual tendrá una capacidad de rechazo de hasta 5 lps. El pozo tendrá 80.0 m de profundidad, contemplando 20 m de ademe ranurado.

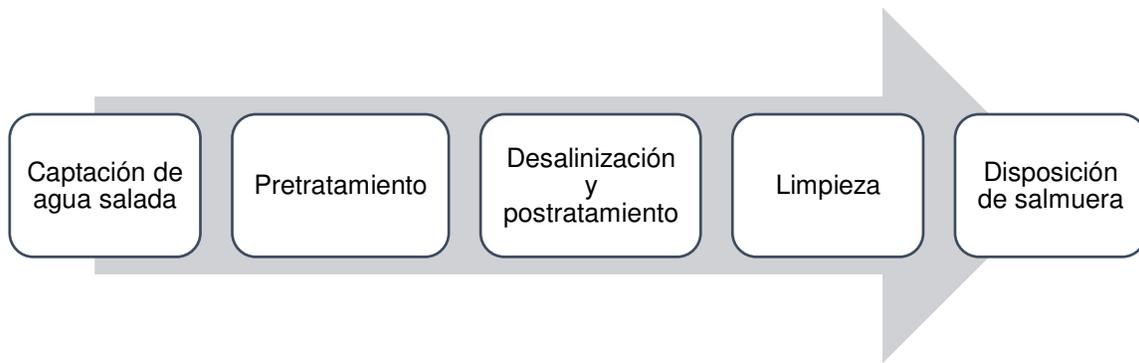
- Capacidad máxima de tratamiento:

200 m<sup>3</sup>/día

### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO QUE RECIBIRÁ EL AGUA.**

El agua salada extraída de los pozos pasará por un proceso de desalinización y/o potabilización a través de la planta de ósmosis inversa, para ser bombeada a cisternas y redes internas de suministro a las diferentes áreas del proyecto.

El proceso de desalación consta de las siguientes etapas:



### Captación de agua salada

El agua salada se extraerá del acuífero a través de un pozo de captación, el cual contará con una profundidad de 15 m; que a su vez se dividen en 10 m que es la profundidad a la que se extraerá el agua y 5 m en los que se instalará ademe ranurado. El pozo contará con 10" de tubería de succión y 12" de ademe de pozo. El flujo de aprovechamiento será de 5.26 lps.

### Pretratamiento

El agua salada requiere de un pretratamiento y acondicionamiento químico para poder ser alimentada a las membranas desaladoras. Es de gran importancia el realizar un pretratamiento adecuado ya que de lo contrario las membranas sufrirían taponamientos e incrustaciones constantes incrementando la frecuencia de limpiezas y reduciendo la vida útil de las mismas.

El pretratamiento consiste en los siguientes equipos:

- a) Filtro multimedia de operación manual
- b) Dosificación de inhibidor de incrustaciones
- c) Un filtro pulidor de cartuchos

- a) Filtro multimedia

El proceso comienza con la alimentación del agua de pozo con una salinidad de hasta 36,000 ppm de sales disueltas hacia el filtro multimedia.

El agua pasa a través de los lechos filtrantes como arena y antracita para eliminar sólidos suspendidos mayores a 20 micras. Cada filtro posee un manifold de cinco válvulas manuales tipo mariposa, las cuales se posicionan de la siguiente manera:

- Servicio
- Retrolavado
- Enjuague

- Servicio.

En la etapa de servicio el agua se alimenta por la parte superior por medio de un distribuidor interno pasando por los lechos filtrantes. El agua filtrada se recolecta en el fondo del filtro por medio de un colector interno y pasa a la siguiente etapa de filtración fina (filtro pulidor de cartuchos). Dependiendo de la suciedad del agua, el filtro permanece en la posición de servicio durante horas, hasta que el lecho filtrante se encuentre lo suficientemente sucio para ser retrolavado.

- Retrolavado.

Esta etapa se pondrá en marcha cuando el filtro haya atrapado una alta cantidad de sólidos, provocando una caída de presión alta superior a las 15 psi. Dicha caída de presión deberá ser detectada por el operador para que inicie la etapa de retrolavado en forma manual.

El retrolavado consiste en pasar agua salada a contra corriente por la parte inferior del filtro expandiendo los lechos filtrantes y expulsando los sólidos retenidos por la parte superior del filtro. El agua sucia se descarga a la línea de drenaje. La duración del retrolavado es normalmente de 20 a 30 minutos.

Una vez finalizado el retrolavado, el filtro se posicionará en la etapa de enjuague en forma manual.

- Enjuague.

El enjuague consiste en retirar el remanente de agua sucia que queda dentro del filtro después de un retrolavado. Al posicionarse las válvulas en la etapa de enjuague, el agua pasa por la parte superior del filtro, pasa por el lecho filtrante y se recolecta en el fondo por medio del colector como si estuviera en servicio. La única diferencia es que el agua de enjuague en lugar de irse hacia la planta de ósmosis se descarga a la línea de drenaje. El enjuague toma alrededor de 10 a 15 minutos.

b) Filtro pulidor de cartuchos

El agua una vez filtrada por los filtros dual media, pasará en cada módulo a través de un filtro pulidor de cartuchos para remover los sólidos en suspensión mayores a una micra.

El filtro está fabricado en polipropileno para resistir cualquier tipo de corrosión debido al agua salada. En el interior del filtro se encuentra el medio filtrante el cual consiste de un cartucho cilíndricos desechables fabricados de polipropileno extruido. Los cartuchos tienen un grado de filtración de hasta una micra y se deberán reemplazar por nuevos cuando la caída de presión sea mayor a 12 psi o cada 45 días de uso, lo que suceda primero.

### c) Dosificador de inhibidor de incrustaciones

Para evitar cualquier tipo de incrustación inorgánica debido a la alta dureza del agua de mar, cada módulo de ósmosis inversa contará con un dosificador de inhibidor de incrustaciones.

El inhibidor de incrustaciones se inyectará en la línea de alimentación previa al filtro de cartuchos. La dosificación requerida para mantener las membranas libres de incrustaciones es de 3 ppm.

El equipo consta de una bomba dosificadora de diafragma de desplazamiento positivo la cual se puede regular tanto la abertura del diafragma como la frecuencia de pulsaciones. El inhibidor se preparará en un tanque de polietileno de alta densidad con capacidad de 100 lt.

### Desalinización y postratamiento

Una vez que el agua está filtrada y acondicionada pasa a través del sistema de bombeo de alta presión para alimentar al banco de membranas. El banco de membranas consistirá de doce elementos de 8" de diámetro x 40" de longitud marca LG distribuidos en 2 recipientes en un arreglo 2:0.

Las membranas en cada módulo se encargarán de reducir la salinidad del agua de 36,000 ppm hasta menos de 500 ppm produciendo un flujo de 136 m<sup>3</sup>/día a una recuperación promedio de 40% con respecto al flujo de alimentación. A esta razón de flujo de permeado (producto), las membranas estarán trabajando a un flujo de 11.0 gal /día ft<sup>2</sup>.

Posteriormente, se llevará a cabo el proceso de postratamiento del agua, que consiste en dosificar hipoclorito de sodio y carbonato de sodio al agua permeada antes de que ésta llegue al tanque de almacenamiento, con ello se logrará su desinfección y ajuste de pH. En esta parte del proceso se incluye el monitoreo de la calidad del agua, para ello se tomará una alícuota periódicamente del efluente potabilizado, la cual será enviada a un laboratorio certificado.

### Limpieza

Las membranas de ósmosis requerirán limpieza. Ésta se llevará a cabo en la unidad de limpieza de membranas (CIP) cada que el flujo permeado disminuya un 15% y/o la presión de alimentación haya aumentado un 15%.

En el tanque del CIP se preparará la solución de limpieza con detergentes alcalinos o ácidos (dependiendo del tipo de taponamiento / incrustación) y se bombeará al banco de membranas por medio de una bomba centrífuga. La solución se recirculará por espacio de 30 a 45 minutos. Después de la limpieza, las membranas recibirán enjuague y la planta se posicionará de nuevo en servicio.

La unidad CIP estará instalada para dar mantenimiento a las membranas y también se utilizará para realizar los enjuagues con agua de permeado cada vez que el equipo salga de operación. Este enjuague ayudará a desalojar el agua salada dentro del banco de membranas y así prevenir una post-precipitación de sales. El enjuague estará programado en el tablero de control y se realizará automáticamente.

### Disposición de salmuera

Parte del agua generada en el proceso previamente descrito es agua de rechazo, la cual será conducida al subsuelo a través de un pozo de inyección previo cumplimiento con la normatividad aplicable.

### **3.2 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.**

Se presenta un cronograma de trabajo, para el establecimiento y entrada en operación de la planta desaladora, así como las actividades que requerirán las obras y el tiempo aproximado en bimestres para su realización (Cuadro 4). La construcción de la planta desaladora se pretende realizar en un periodo de 2 años, una vez que se cuente con todos los permisos correspondientes. A partir del tercer año entrará en operación la planta hasta el fin de su vida útil que es de 30 años.

Cuadro 4. Programa general de trabajo.

Actividades	Construcción e instalación												Operación (años)	
	Bimestres	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
Obtención de los permisos correspondientes de la CONAGUA y otros	■	■	■	■										
Construcción de pozos					■									
Instalación periférica						■								
Instalación central							■							
Instalación de la Planta de ósmosis								■	■	■	■			
Afinado y detalles de construcción												■		
Pruebas de operación y ajustes													■	
Pruebas de calidad del agua													■	
Operación del proyecto														■

### **3.3 PREPARACIÓN DEL SITIO.**

No se consideran actividades de preparación del sitio, ya que los pozos y la planta desaladora se instalarán en el área del sótano del edificio del hotel, donde no se requiere realizar actividades de preparación del sitio.

#### **3.3.1 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.**

No se consideran obras provisionales, ya que la instalación de la planta desaladora se realizará en el sótano del edificio del hotel, que cuenta con todos los servicios necesarios.

Para la construcción de los pozos se requiere la delimitación de 20.0 m<sup>2</sup> para los trabajos y maniobras alrededor de la zona destinada a perforación, la cual se establecerá dentro de los 4.0 m<sup>2</sup> destinados a cada pozo.

### **3.4 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.**

- Construcción de pozos.

Esta etapa consiste en la perforación y acabado de los pozos, la cual se realizará con equipo y maquinaria de perforación convencional que será contratada para tal efecto. La construcción se llevará a cabo teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en la NOM-003-CNA-1996. Las principales fases de esta actividad son:

#### **1. Ubicación de los pozos de captación y rechazo.**

A partir de los estudios de prospección hidrológica realizado en un pozo exploratorio, se determinó el sitio en el que se construirán los pozos de captación y rechazo que se requiere perforar (Figura 7), los cuales estarán ubicados en el área de estacionamiento del sótano.

#### **2. Preparación del fluido de perforación con agua limpia:**

Una vez que se encuentren listas las fosas y el equipo está preparado, se lleva a cabo la mezcla de sustancias con las que se formará el fluido o lodo de perforación.

#### **3. Perforación:**

Se inicia la secuencia de perforación del pozo, esto consiste en el ataque alternado de percusión y rotación de la broca, y una vez que se comprueba visualmente que la pieza comienza a penetrar en el suelo en forma vertical, se inicia la inyección del fluido a fin de evacuar el material del corte. En esta fase se cambiará o alargará la barra de perforación tantas veces como sea necesario.

4. Primera limpieza:

Tanto el fluido de perforación como los materiales en suspensión serán extraídos, éstos se prepararán para el entubado o encamisado, posteriormente se llevará a cabo el lavado con la ayuda de la bomba de fluido, la cual se coloca en un recipiente con abundante agua limpia y se inyecta a presión hasta que salga clara. Una vez terminado este proceso, los tubos de perforación son retirados.

5. Colocación de ademe:

El ademe a instalar contará con diámetro de 12" para el pozo de captación y de 14" para el pozo de rechazo. La sección más profunda del ademe de admisión consiste en un tubo ranurado y protegido con una malla para filtrar el agua que ingresa desde el acuífero, en tanto que el ademe de la parte menos profunda se mantiene liso.

6. Colocación del filtro granular:

El espacio entre el ademe de admisión y la pared del sustrato perforado se llenará con grava inerte u otro material redondeado de origen natural, exento de materia orgánica o cualquier sustancia que altere las propiedades del agua, a fin de que evite el ingreso de materiales finos al pozo.

7. Desarrollo del pozo:

Consiste en una segunda limpieza con agua limpia a presión. Para el bombeo de extracción del agua salada se colocará un equipo de bombeo tipo sumergible, el cual proporcionará el suministro de agua necesaria.

8. Cierre sanitario:

Una vez terminados los trabajos de excavación e instaladas las conexiones de extracción, se coloca una tapa en la apertura superficial del pozo para sellarlo.

9. Instalación de tablero.

Implica la conexión del tablero que contendrá los dispositivos a partir de los cuales podrá controlarse el encendido, apagado o pausado de las bombas para la extracción o salida del efluente.

En lo que refiere al proceso de perforación del pozo de rechazo es semejante a la descrita para el pozo de captación, sin embargo, la distancia a la que debe hacerse la perforación es mayor.



Figura 7. Ubicación de los pozos de captación y rechazo en el área de estacionamiento en el sótano.

- Instalación periférica:

Líneas de conducción. Consiste en la instalación de las líneas de conducción desde los pozos de extracción hasta el área de pretratamiento y acondicionamiento químico y los sitios en los cuales se establecerá el sistema de filtrado; y las líneas de conducción desde la salida de los flujos de agua desalada y agua de rechazo hasta las cisternas de agua potable y el pozo de rechazo, respectivamente.

Líneas de energía. Se mantendrán líneas de alimentación de energía eléctrica desde el área de transformadores, hasta la sala de máquinas y hasta las bombas sumergibles. El calibre y la fase del cableado se instalará en función de las necesidades del equipo y cada uno de sus componentes.

- Instalación de los módulos de la planta desaladora

Consiste en el montaje mecánico, las interconexiones de tuberías de agua y las conexiones eléctricas que permiten operar los motores eléctricos de las bombas, y conducir los caudales a los sitios adecuados.

- Afinado y detalles de construcción:

Consiste en realizar la revisión del equipo una vez que haya sido instalado, a fin de detectar deficiencias de acomodo y/o ensamblado que pudiera presentarse.

- Pruebas de operación:

Posterior a la instalación del sistema, se llevarán a cabo pruebas de funcionamiento y operatividad que garantice la seguridad de los operarios y el correcto funcionamiento del equipo. Asimismo, se evaluará la calidad del agua obtenida, mediante un laboratorio certificado que avale los resultados.

### **3.5 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

#### **3.5.1 Operación.**

Las actividades que se llevarán a cabo durante la etapa de operación consiste básicamente en la extracción de agua salada, el acondicionamiento mediante procesos físicos y químicos de la misma, y su traslado a través de las líneas de conducción hasta llegar al equipo de ósmosis inversa en donde se encuentran las membranas semipermeables y equipo de bombeo que proporciona la presión necesaria para obligar al agua salada a pasar parcialmente a través de las membranas, produciendo con ello dos caudales: el agua potable que atraviesa las membranas y un agua llamada de rechazo que se concentra en sales al no atravesar las membranas.

Los caudales son separados, el agua sin sales continúa hacia los depósitos de agua potable del hotel en tanto que el agua de rechazo será devuelta al acuífero mediante un pozo de 80 m de profundidad. La proporción prevista para el equipo a instalar es de 40:60 producto-rechazo.

Si bien, el sistema está diseñado para trabajar de forma automatizada, algunas de las actividades o equipos requieren de operación manual, tal es el caso de la etapa de filtrado en la que cada filtro multimedia cuenta con un manifold de cinco válvulas manuales tipo mariposa. En este sentido, para dar inicio al proceso de retrolavado, será el operador quien habrá de detectar el momento en el que exista una caída de presión alta superior a las 15 psi derivado de la retención de una alta cantidad de sólidos en el filtro multimedia.

A razón de los antes expuesto, durante la operación de la planta desaladora, el hotel contará con personal destinado a los trabajos operativos, de mantenimiento y seguridad a fin de cubrir con las necesidades del proyecto.

### **3.5.2 Mantenimiento.**

Debido a que la actividad del proyecto principal es la prestación del servicio de hotelería, éste implica el uso de diversas instalaciones de apoyo, equipos y tecnología, los cuales es importante mantener en óptimas condiciones de funcionamiento para prolongar su periodo de vida y funcionalidad. Tal es el caso de la planta desaladora la cual estará contemplada en un Programa de Mantenimiento Preventivo, en el cual se calendaricen las acciones que se deben de realizar a todos los dispositivos e instalaciones. Estas actividades deberán de estar coordinadas por parte de un departamento de mantenimiento, quienes deberán llevar un control puntual a través del uso de bitácoras.

El Programa de Mantenimiento Preventivo interno, será diseñado por el personal de mantenimiento, una vez que la planta termine de construirse y entre en operación, ya que, para poder definir las fechas y el periodo de mantenimiento de las máquinas y equipos se requiere conocer las condiciones básicas de la operación y funcionamiento de los equipos y máquinas que se adquieran.

A fin de proteger el acuífero, el mantenimiento de los pozos de extracción se llevará a cabo de acuerdo con los lineamientos establecidos por la NOM-004-CNA-1996.

Adicionalmente, en forma periódica y como parte del proceso de limpieza y mantenimiento que constituye la planta desaladora, se realizará un proceso de retrolavado el cual consiste en pasar agua salada a contra corriente por la parte inferior del filtro expandiendo los lechos filtrantes y expulsando los sólidos retenidos por la parte superior del filtro. Asimismo, las membranas de ósmosis reciben limpieza en la unidad de limpieza de membranas (CIP).

### **3.6 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO.**

No se requieren obras asociadas distintas a las descritas como parte del proyecto.

### **3.7 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.**

Al término de la vida útil del proyecto, la empresa someterá ante la autoridad competente en materia de impacto ambiental el programa de desmantelamiento y abandono del sitio, o en su caso se realizarán las acciones que la autoridad competente determine.

### **3.8 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.**

No se prevé la utilización de explosivos.

### **3.9 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.**

- Sólidos

Construcción.

Se prevé la generación de residuos sólidos domésticos derivados del consumo de bebidas y alimentos de los trabajadores durante el proceso de perforación e instalación de la planta desaladora, así como de residuos sanitarios.

Además, se espera que, durante los trabajos de construcción de pozos, específicamente durante la etapa de perforación, se generen sedimentos (tierra y lodos).

En cuanto a la instalación de la planta, se generarán residuos de la construcción, como son pedacería de plástico, PVC, mosaico, vidrio, cartón y papel, principalmente.

Operación.

Durante esta etapa se prevé que los residuos provengan de los generados por los encargados de la operación de la planta, entre los que se encuentran envases plásticos y cartón.

Por otro lado, debido a que los filtros pulidores de cartucho son desechables, deberán ser sustituidos periódicamente, por lo que se generarán residuos sólidos derivados de este proceso.

- Líquidos:

#### Construcción.

Los residuos líquidos consistirán en agua inyectada que utiliza la maquinaria de perforación durante el proceso de perforado, la cual no contiene ningún tipo de contaminante y es parte del proceso de perforación.

Asimismo, se espera la generación de agua residual proveniente de los trabajadores, sin embargo, ellos utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel, que está conectado a la red de drenaje municipal.

#### Operación.

En esta etapa se prevé una generación de agua de rechazo cargada con sales (salmuera) con una concentración al doble de la que tiene el agua antes del tratamiento. Dicha agua de rechazo será inyectada en profundo, a una capa del acuífero en la que la concentración de sales es aún mayor a la contenida en la que se inyecta. Se calcula que el volumen diario de agua de rechazo generada será de aproximadamente 273.0 m<sup>3</sup>. Adicionalmente, se generará agua residual proveniente de la etapa de retrolavado.

- Emisiones a la atmósfera

#### Construcción.

En esta etapa las principales emisiones a la atmósfera serán las generadas por la combustión de hidrocarburos de la maquinaria de perforación, sin embargo, operará por un tiempo limitado, y la emisión de ruido, toda vez que la actividad de perforación suele generar un ruido intenso, sin embargo, se limitará a las horas diurnas, durante un horario laboral y se dotará de equipo de protección personal que incluya protectores auditivos a los trabajadores.

#### Operación.

Durante la operación de la planta se generan cantidades reducidas de calor y ruido. Sin embargo, en virtud de operar con motores eléctricos, indirectamente se le puede considerar generadora de baja magnitud de productos de la combustión de los utilizados en las plantas generadoras de energía eléctrica de la CFE, dadas las dimensiones de la desaladora.

- Residuos peligrosos

Construcción.

Como parte de esta etapa, se espera la generación de residuos peligrosos que incluyan principalmente estopas impregnadas con solventes derivados de la instalación de la planta, así como envases de pegamento, impermeabilizante y pintura.

Operación.

Una vez que la planta se encuentre en operación se generarán envases impregnados con los químicos requeridos como parte del proceso de pretratamiento y postratamiento, entre los que se encuentra los inhibidores de incrustaciones, hipoclorito de sodio y carbonato de sodio.

### **3.10 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS.**

- Sólidos.

Construcción:

Los residuos domésticos y sanitarios generados por los trabajadores de las obras serán manejados con la infraestructura ya existente del hotel, la cual incluye depósitos para basura y sanitarios.

En el caso del sedimento, éste se acopiará en costales para ser trasladado fuera del sitio y depositado en el lugar que disponga la autoridad.

Por otro lado, los residuos de obra generados a partir de la instalación de la planta, tales como, pedacería de plástico, PVC, mosaico y vidrio serán colectados en tambos de 200 L y posteriormente serán llevados al área de acopio de residuos del hotel.

Algunos de los residuos que serán generados en esta etapa serán susceptibles de reutilización o de reciclaje, por lo que se realizará la separación de los residuos. Los residuos inorgánicos no valorizables y los residuos orgánicos serán enviados al relleno sanitario municipal, a través del servicio de recolección municipal, en tanto que los residuos susceptibles de reciclaje, serán entregados a una empresa autorizada registrada ante la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo para su reciclaje.

### Operación:

Se anexa a la presente el programa de manejo de residuos que refiere específicamente al desarrollo de la planta desaladora, de modo que, los residuos generados a partir de la operación de la planta desaladora serán tratados y dispuestos en apego a este programa. Para ello, se colocarán contenedores debidamente identificados y diferenciados dentro del área en la que se ubicará la planta desaladora, en los que se dispondrán los residuos generados.

Asimismo, el hotel cuenta con una cámara seca para el resguardo de los residuos inorgánicos y los residuos que resulten susceptibles de reciclaje.

- Líquidos.

#### Construcción.

Debido a que durante la construcción de los pozos se inyectará agua potable, la cual no contiene contaminantes, no se establecerá infraestructura como tal.

En lo referente a las aguas residuales generadas por el uso de sanitarios por parte de los trabajadores, estas se conducirán a través de la red de drenaje interna del hotel que está conectada a la red de drenaje municipal.

#### Operación.

La infraestructura para el manejo de residuos líquidos de la planta desaladora consiste en un pozo de descarga el cual contará con previa autorización de la Comisión Nacional del Agua, asimismo implica las tuberías para dirigir el caudal de rechazo.

En lo que refiere al agua residual generada en la etapa de retrolavado, será canalizada a la red de drenaje interna del hotel, que está conectada a la red de drenaje municipal.

- Residuos peligrosos

#### Construcción.

A fin de dar una correcta separación y disposición final a los residuos peligrosos generados durante la construcción de la planta desaladora, se habilitarán contenedores, los cuales estarán debidamente identificados con el tipo de residuo de que se trate, asimismo, serán confinados al almacén de residuos peligrosos del hotel, en donde permanecerán hasta su disposición final con una empresa autorizada.

### Operación.

En lo que refiere a los envases impregnados con productos químicos, deberán ser colectados en contenedores debidamente etiquetados, asimismo, se verificará la compatibilidad con otros residuos peligrosos. Estos residuos se mantendrán en el almacén de residuos peligrosos del hotel, en donde el tiempo de permanencia no será mayor a seis meses. La disposición de estos residuos se llevará a cabo con una empresa autorizada.

# **CAPÍTULO III**

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

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.</b>	<b>LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL. ....</b>	<b>3</b>
1.1.1.	Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental... 7	7
<b>2.</b>	<b>LEY DE AGUAS NACIONALES. ....</b>	<b>8</b>
<b>2.1</b>	<b>LINEAMIENTOS PARA EL OTORGAMIENTO DE CONCESIONES O ASIGNACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA SALADA PROVENIENTE DE CAPTACIONES UBICADAS EN LA PROXIMIDAD LITORAL.....</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE PLAYA DEL CARMEN.....</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO. ....</b>	<b>12</b>
<b>5.</b>	<b>PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE. ....</b>	<b>24</b>
<b>6.</b>	<b>NORMAS OFICIALES MEXICANAS. ....</b>	<b>27</b>
<b>6.1.</b>	<b>NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994. ....</b>	<b>31</b>
<b>6.2.</b>	<b>NOM-059-SEMARNAT-2010, PROTECCIÓN AMBIENTAL-ESPECIES NATIVAS DE MÉXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE-CATEGORÍAS Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN O CAMBIO-LISTA DE ESPECIES EN RIESGO. ....</b>	<b>31</b>
<b>7.</b>	<b>REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN (CONABIO: ARRIAGA <i>ET AL.</i> 2000).....</b>	<b>32</b>
<b>7.1</b>	<b>REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS. ....</b>	<b>32</b>
<b>7.2</b>	<b>REGIONES MARINAS PRIORITARIAS. ....</b>	<b>37</b>

## 1. ANALISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS.

Debido a que la construcción y operación de la planta desaladora que se propone, forma parte de las actividades de operación del Hotel The Reef 28, a continuación, se realizará la vinculación correspondiente a la construcción y operación del proyecto “**Planta Desaladora del Hotel The Reef 28**” con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.

### 1.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL.

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 el 23 de abril del 2018 en el Diario Oficial de la Federación, establece:

**“Artículo 5.-** *Son Facultades de la Federación:*

**...X.-** La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el Artículo 28 de esta Ley, y en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes...”

**“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 (...)*

I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;

El proyecto de la Planta Desaladora del Hotel The Reef 28, corresponde a una obra hidráulica, encuadrando en la fracción I del artículo ya citado.

El presente estudio que corresponde a la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto “Planta Desaladora del Hotel The Reef 28”, se somete a consideración de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para obtener la autorización a que se refiere el artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (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.”*

En atención a lo dispuesto en el presente artículo de la Ley, se presenta esta Manifestación modalidad particular, para que sean evaluados los impactos ambientales que pudieran ser ocasionados por el proyecto.

Al mismo tiempo, se somete ante la H. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), quien es la autoridad competente en la materia, la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular correspondiente al proyecto **“Planta Desaladora del Hotel The Reef 28”** para que sea evaluado en Materia de Impacto Ambiental de conformidad con lo dispuesto por los Artículos 35 y 35 BIS de la LGEEPA y 49 del Reglamento, solicitando la autorización en materia de Impacto Ambiental para las actividades de construcción y operación del proyecto que fueron planteadas en el Capítulo II del presente estudio.

A efecto de referenciar los preceptos legales que norman el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental aplicables al proyecto, a continuación, se transcriben literalmente en su parte conducente las disposiciones legales aplicables al caso.

*“**Artículo 35.**- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.*

*Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el Artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.*

*Asimismo, para la autorización a que se refiere este Artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.*

*Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:*

*I.- **Autorizar la realización** de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;*

*II.- **Autorizar de manera condicionada** la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará*

los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista,  
o

### **III.- Negar la autorización solicitada:**

La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate..”

**“Artículo 35 Bis.-** La Secretaría dentro del plazo de sesenta días contados a partir de la recepción de la manifestación de impacto ambiental deberá emitir la resolución correspondiente.

La Secretaría podrá solicitar aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la manifestación de impacto ambiental que le sea presentada, suspendiéndose el término que restare para concluir el procedimiento. En ningún caso, la suspensión podrá exceder el plazo de sesenta días, contados a partir de que ésta sea declarada por la Secretaría, y siempre y cuando le sea entregada la información requerida.

Excepcionalmente, cuando por la complejidad y las dimensiones de una obra o actividad la Secretaría requiera de un plazo mayor para su evaluación, éste se podrá ampliar hasta por sesenta días adicionales, siempre que se justifique conforme a lo dispuesto en el reglamento de la presente Ley”.

De manera adicional, en el Título Tercero sobre el Aprovechamiento Sustentable de los elementos naturales, en el capítulo I de dicha Ley se indican los criterios para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos teniendo que:

**Artículo 88.-** para el aprovechamiento racional el agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios:

	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<i>I.- Corresponde al Estado y a la Sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico;</i>	En cumplimiento a este criterio, se ha considerado la concientización al personal y los huéspedes del hotel, que harán uso del recurso agua durante todas las etapas del proyecto.
<i>II.- El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos deben realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico;</i>	Se considera que el aprovechamiento del agua salada será de manera responsable y sustentable, debido a que únicamente se extraerá el volumen de agua necesario correspondiente al gasto anual de agua potable el cual se contempla es de 66,430.00 m <sup>3</sup> /año, ó 182.0 m <sup>3</sup> /día.  Para lograr el suministro del volumen señalado, se requiere realizar la extracción de agua por medio de ósmosis. Se calcula que para producir 1,000 litros de agua dulce se requiere extraer 1,250 litros de agua salada con una concentración máxima de 36,000 mg/l de

	<b>Vinculación con el proyecto</b>
	sólidos disueltos totales, de tal forma que se requiere extraer 166,075.00 m <sup>3</sup> anuales de agua salada con los que se obtendrán 66,430.00 m <sup>3</sup> /año de agua dulce de primer uso para consumo humano. Resultado de esto, se rechazarán 99,645.00 m <sup>3</sup> /año de aguas saladas con concentraciones entre los 57,200 y 79,200mg/l de sólidos disueltos totales mismos que serán inyectados nuevamente a través de pozos de inyección a una profundidad de 80.0m, para evitar intrusión salina.
<i>III.- Para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos y áreas boscosas y selváticas y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, y la capacidad de recarga de los acuíferos, y</i>	El proyecto se realizará en un hotel ya construido y en operación, por lo que no se modificarán elementos naturales.  El predio se encuentra en una zona de descarga de agua por la cercanía a la costa.
<i>IV.- La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.</i>	En cumplimiento a este criterio, se ha considerado la concientización al personal y los huéspedes del hotel, que harán uso del recurso durante todas las etapas del proyecto.

**Artículo 89** Los criterios para el aprovechamiento racional del agua y de los ecosistemas acuáticos, serán considerados en:

	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<i>I.- La formulación e integración del Programa Nacional Hidráulico;</i>	Este criterio corresponde a las autoridades correspondientes por lo que no se considera el cumplimiento del mismo.
<i>II.- El otorgamiento de concesiones, permisos, y en general toda clase de autorizaciones para el aprovechamiento de recursos naturales o la realización de actividades que afecten o puedan afectar el ciclo hidrológico;</i>	La promovente, realizará los trámites correspondientes para el aprovechamiento de agua subterránea ante la CONAGUA, así mismo, se somete a evaluación esta MIA-P para la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental para la planta desaladora que requiere el hotel.
<i>III.- El otorgamiento de autorizaciones para la desviación, extracción o derivación de aguas de propiedad nacional;</i>	
<i>IV.- El establecimiento de zonas reglamentadas, de veda o de reserva;</i>	Este criterio corresponde a las autoridades correspondientes.
<i>V.- Las suspensiones o revocaciones de permisos, autorizaciones, concesiones o asignaciones otorgados conforme a las disposiciones previstas en la Ley de Aguas Nacionales, en aquellos casos de obras o actividades que dañen los recursos hidráulicos nacionales o que afecten el equilibrio ecológico;</i>	El desarrollo del proyecto se apegará a la normatividad vigente con la finalidad de evitar afectaciones ecológicas. Al mismo tiempo se considerará de observancia este criterio.

	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<i>VI.- La operación y administración de los sistemas de agua potable y alcantarillado que sirven a los centros de población e industrias;</i>	La construcción y operación de la planta desaladora es una obra complementaria para el servicio del Hotel The Reef 28, por lo que no se realizarán actividades de operación y/o administración de los sistemas de agua potable del centro de población de Playa del Carmen.
<i>VII.- Las previsiones contenidas en el programa director para el desarrollo urbano del Distrito Federal respecto de la política de reuso de aguas;</i>	Este criterio no es vinculable con el proyecto debido a que este se llevará a cabo en el estado de Quintana Roo.
<i>VIII.- Las políticas y programas para la protección de especies acuáticas endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;</i>	No se consideran afectaciones a especies acuáticas, debido a que el pozo de captación estará construido a 15 m de profundidad, mientras que el pozo de rechazo estará a 80m de profundidad, además de que su diseño se propuso con base en el estudio de prospección geohidrológica que se realizó para el proyecto (Anexo técnico 1).
<i>IX.- Las concesiones para la realización de actividades de acuacultura, en términos de lo previsto en la Ley de Pesca, y</i>	El proyecto no contempla la realización de actividades de acuacultura, ni actividades de pesca.
<i>X.- La creación y administración de áreas o zonas de protección pesquera.</i>	

### **1.1.1. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.**

**“Artículo 4.-** Compete a la Secretaría:

*I.- Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento...”*

**“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:

#### **A) HIDRAULICAS**

*XII. Plantas desaladoras;*

Del análisis de lo anterior se desprenden que la obra objeto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, encuadra en el supuesto del artículo 5 inciso A), por ser una obra hidráulica, consistente en una planta desaladora, fracción XII del inciso mencionado. Por tanto, se trata de obras de competencia federal que requieren previa autorización en materia de impacto ambiental.

**“Artículo 49.-** Las autorizaciones que expida la Secretaría sólo podrán referirse a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate y su vigencia no podrá exceder del tiempo propuesto para la ejecución de éstas.

Ahora bien, una vez establecidos los motivos por los que la LGEEPA y el Reglamento norman tanto el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto y su operación, es importante manifestar que éste cumplirá con los preceptos legales que le son aplicables tanto de la LGEEPA como del Reglamento, hecho que se puede corroborar en la información vertida en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

La Manifestación del proyecto **Planta Desaladora Hotel The Reef 28**, de acuerdo con el **Artículo 11** del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental, es de modalidad Particular, ya que:

- No se trata de obras de parques industriales, acuícolas, carreteras, vías férreas, proyectos de generación nuclear, presas y, en general proyectos que alteren cuencas hidrológicas.
- No se afectará ningún tipo de región ecológica y,
- Tampoco se pretende afectar la interacción de los diferentes componentes a nivel regional a desarrollar, generar impactos acumulativos, ni sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

## **2. LEY DE AGUAS NACIONALES.**

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de diciembre de 1992, última reforma publicada el 24 de marzo de 2016 establece:

*Artículo 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:*

*Aguas Nacionales: son aquellas referidas en el párrafo quinto del artículo 27 de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos; (...)*

*Aguas del subsuelo: aquellas aguas nacionales existentes debajo de la superficie terrestre; (...)*

*Artículo 4. La autoridad y administración en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes corresponde al Ejecutivo Federal, quien la ejercerá directamente o a través de "la Comisión".*

Por lo que, de conformidad con lo antes señalado, corresponde a la Comisión Nacional de Agua, proporcionar los permisos correspondientes por el uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo.

En virtud de lo antes señalado, la promovente, previó al alumbramiento de los pozos y su uso, solicitará los permisos correspondientes a la Comisión Nacional del Agua.

## **2.1 LINEAMIENTOS PARA EL OTORGAMIENTO DE CONCESIONES O ASIGNACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA SALADA PROVENIENTE DE CAPTACIONES UBICADAS EN LA PROXIMIDAD LITORAL.**

Los lineamientos para el otorgamiento de concesiones o asignaciones de agua subterránea salada proveniente de captaciones ubicadas en la proximidad litoral, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de mayo de 2017 establecen:

En los artículos de estos lineamientos se establece lo siguiente:

*PRIMERO. - Los presentes lineamientos tienen por objeto establecer las reglas y procedimientos que regularán la extracción de agua subterránea salada en la franja costera mediante captaciones ubicadas en la proximidad del litoral para destinarla a diferentes usos, previa desalinización en su caso, sin afectar a terceros, a ecosistemas costeros o a la disponibilidad y salinidad de agua de los acuíferos costeros.*

*TERCERO. - Los presentes lineamientos son aplicables a las personas físicas o morales que pretenden llevar a cabo la explotación o uso del agua salada extraídas mediante captaciones ubicadas en la proximidad del litoral.*

De acuerdo con lo anterior, le son aplicables al proyecto.

### **PROCEDIMIENTO.**

#### **PERMISOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS EXPLORATORIOS.**

*CUARTO. - "El Solicitante" presentará a "La Comisión" el proyecto a desarrollar justificando la necesidad de contar con una concesión o asignación de agua para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas subterráneas saladas de la "franja costera" de los acuíferos. En caso de que se trate de agua para uso público urbano, deberá anexar copia del documento en que conste que el municipio que corresponda no tiene capacidad para suministrar el volumen de agua requerido.*

#### **OTORGAMIENTO DE LA CONCESIÓN O ASIGNACIÓN.**

*SÉPTIMO.- "El Solicitante" considerará los resultados de los pozos exploratorios, actividades y estudios, especificados en los "Términos", en la elaboración de la respectiva manifestación de impacto ambiental, y los presentará a "La Comisión", junto con la solicitud de concesión o asignación de "Agua subterránea salada", anexando expediente que contenga el proyecto constructivo de los pozos de bombeo, el régimen de extracción, volumen y gasto de los mismos, la composición del agua de rechazo producto de la desalinización y la forma de su disposición final, conforme a la normativa aplicable.*

Cuando se realicen los trámites ante la CONAGUA, se realizará la solicitud correspondiente y se incluirán los estudios requeridos.

Estos lineamientos incluyen en su anexo técnico los Términos de referencia generales para realizar los estudios técnicos básicos como requisito para solicitar concesión de agua subterránea salada en la "Franja costera" de los acuíferos.

"Los Términos" se refieren exclusivamente a los estudios de carácter hidrogeológico y no a los demás aspectos del proyecto en cuestión, como el diseño de las plantas desalinizadoras o la disposición de sus aguas de rechazo, entre otros; asimismo, no son limitativos, dejando abierta la posibilidad de emplear otros métodos y tecnologías aceptadas en el ámbito de las especialidades involucradas, que sean aplicables en cada caso.

El solicitante deberá:

*4.1. Recopilar información. La información topográfica, geológica, hidrológica, hidrogeológica de la "Zona de Estudio" y sus inmediaciones, disponible en la CONAGUA o en otras fuentes de información.*

*4.2. Estudios de campo*

*4.2.1. Levantamiento topográfico. Realizará un análisis topográfico y mareográfico para determinar la posición de la "Bajamar", de la "Pleamar" y de la "Franja costera" en la "Zona de Estudio", basado en el proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-146-SEMARNAT-2015, en los registros de un mareógrafo cercano o, en su defecto, en un reconocimiento de las huellas del oleaje.*

Se realizará el levantamiento topográfico respectivo.

De manera específica, el punto 4.2.2, señala lo siguiente:

*4.2.2. Sondeos geofísicos.*

*"El Solicitante" realizará un estudio geofísico de la "Zona de Estudio", con métodos que dependerán de la extensión superficial de ésta y de la profundidad de investigación:*

*(...) Para superficies menores de 2 km<sup>2</sup>, no se requerirá estudio geofísico.*

De acuerdo con lo anterior, y considerando que el predio del proyecto posee una superficie de 2,487.93 m<sup>2</sup> equivalente a 0.002 km<sup>2</sup>, en tanto que la superficie en la que se pretende desarrollar la Planta Desaladora del Hotel The Reef 28 corresponde a 28 m<sup>2</sup> (considerando la superficie de la planta desaladora y la construcción de pozos), por consiguiente, no se requiere realizar estudio geofísico. Sin embargo, se llevó a cabo el estudio geohidrológico anexo a la presente manifestación (Anexo técnico 1).

Los demás puntos solicitados se relacionan con el estudio, por lo que no serían aplicables. Sin embargo, el estudio geohidrológico elaborado para la planta desaladora que se somete a autorización, los cubre para su valoración técnica en términos de los impactos potenciales de generarse por el proyecto.

### 3. PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE PLAYA DEL CARMEN.

El predio en estudio se localiza en el Centro de Población y está regulado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen 2010-2050, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo Tomo III, Número 110 extraordinario Ter, Séptima Época, de fecha 20 de diciembre de 2010, de acuerdo con el cual el predio tiene asignado un Uso de Suelo Comercial Mixto (Figura 1).

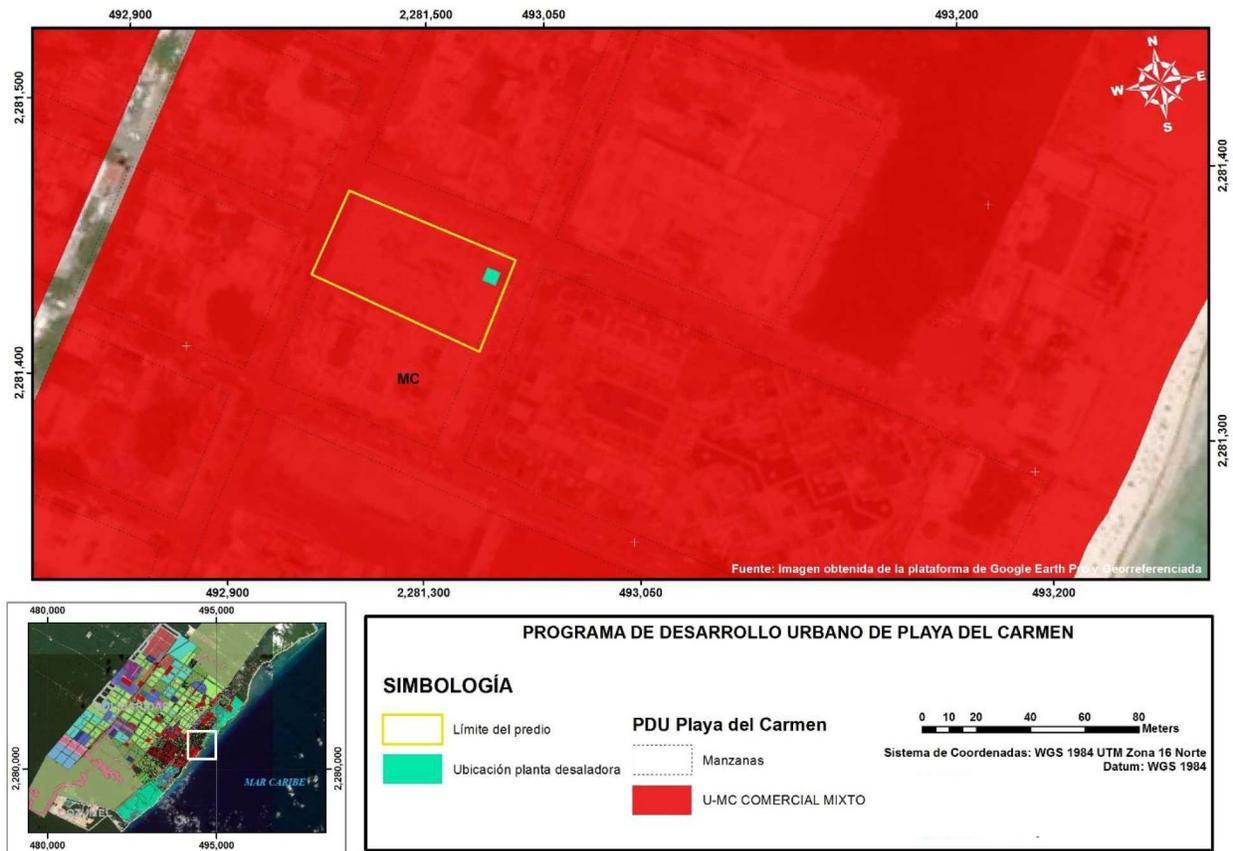


Figura 1. Se muestra que al predio le corresponde un uso de suelo comercial mixto de acuerdo con el PDU de Playa del Carmen (2010).

En el predio de interés se encuentra construido el Hotel The Reef 28, el cual corresponde a un desarrollo turístico, que es compatible con el uso Mixto Comercial. En el siguiente cuadro se presentan las restricciones urbanas establecidas para este uso.

Cuadro 1. Parámetros Urbanos. Se presentan las restricciones urbanas para el uso Mixto Comercial establecidas en el PDU de Playa del Carmen.

Restricciones urbanas	PDU
Uso de Suelo	Mixto Comercial MC
Superficie mínima	500 m <sup>2</sup>
Densidad	40 viviendas/Ha 80 cuartos/Ha
Coefficiente de Ocupación del suelo	25 % de la superficie neta
Coefficiente de Uso de Suelo	0.75

Restricciones urbanas	PDU
	de la superficie neta
Coefficiente de Modificación de Suelo	0.90
Frente mínimo del lote	25.0 m
Restricción frontal	6.0 m
Restricción posterior	5.00 m
Lateral	3.0 m
Altura máxima	12 m o 3 niveles

Para fines del proyecto, y toda vez que se instalará de un edificio ya construido, no le aplican los parámetros establecidos, sin embargo, su instalación es acorde con los usos permitidos.

#### **4. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.**

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad publicado en el Periódico Oficial del estado de Quintana Roo el 25 de mayo de 2009, el predio de interés se ubica en la UGA 10, en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 10 denominada Zona Urbana de Playa del Carmen, con política de aprovechamiento urbano y sujeta a lo que establezca el PDU vigente (Figura 2).

El predio del proyecto se encuentra en un centro de población, y por tanto le son aplicables los criterios de regulación ecológica de carácter urbano (CU) conforme lo establece en el numeral 2.5 -“Criterios de Regulación Ecológica”- del ordenamiento legal en comento, los cuales son aplicables a la totalidad del territorio ordenado dentro de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio de Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

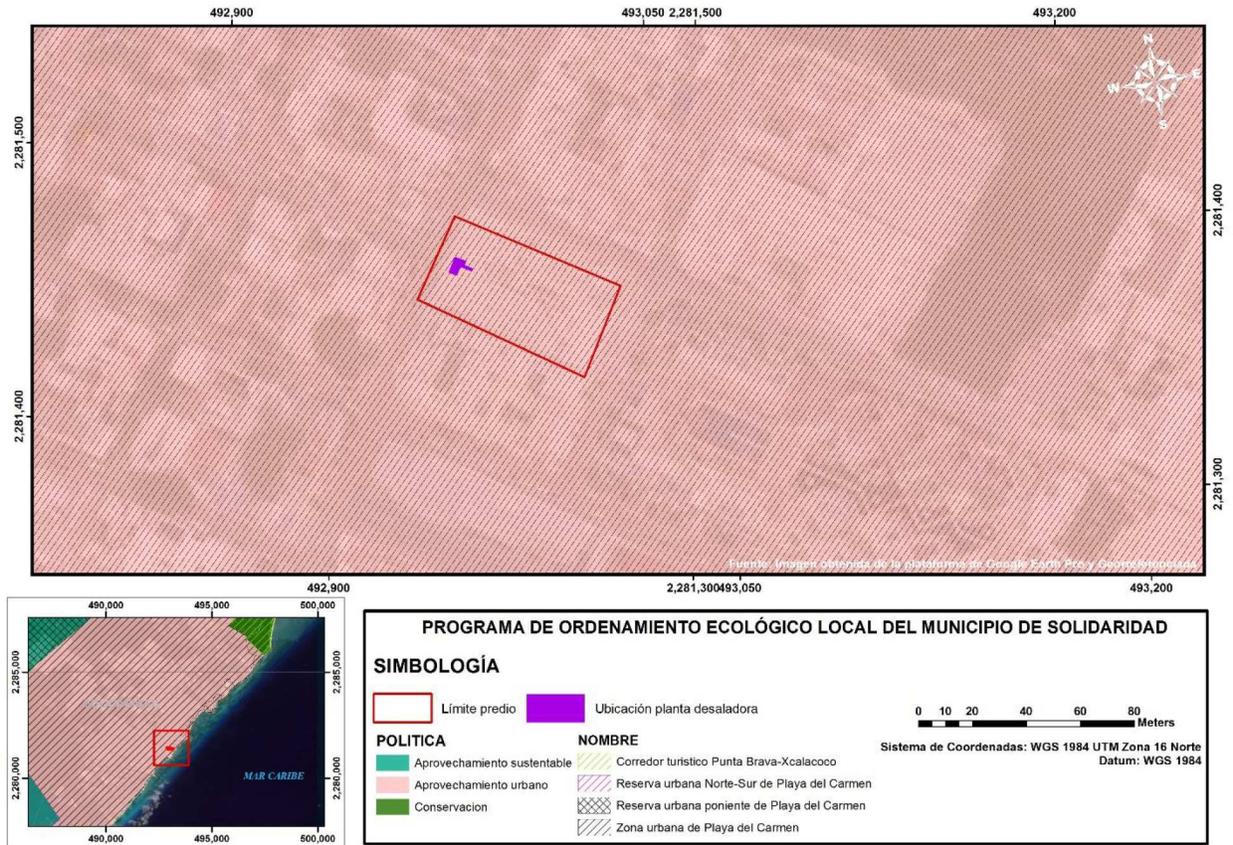


Figura 2. Ubicación del predio en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, 2009.

A continuación, se presentan las características de la UGA 10, Zona Urbana de Playa del Carmen y los criterios que le aplican, asimismo se describe la forma en que se les dará cumplimiento.

Cuadro 2. Unidad de gestión ambiental dentro de la cual se encuentra el predio del proyecto.

<b>Unidad de gestión ambiental</b>	10
<b>Nombre</b>	Zona Urbana de Playa del Carmen
<b>Política ambiental</b>	Conservación
<b>Vocación de uso de suelo</b>	Urbana.
<b>Usos condicionados</b>	Los que establezca el Programa Director de Fortalecimiento Urbano 2002-2026 (P.O. 1 de abril de 2002) y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano No. 1 del Centro de Población de Playa del Carmen 2008-2013, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, denominado del “fuego y del agua” (P.O. 29 de mayo de 2008).
<b>Usos incompatibles</b>	Los que establezca el Programa Director de Fortalecimiento Urbano 2002-2026 (P.O. 1 de abril de 2002) y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano No. 1 del Centro de Población de Playa del Carmen 2008-2013, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, denominado del “fuego y del agua” (P.O. 29 de mayo de 2008).

Unidad de gestión ambiental		10
Nombre	Zona Urbana de Playa del Carmen	
Criterios de regulación ecológica	Uso	CRITERIOS DE REGULACIÓN APLICABLES A LAS ÁREAS URBANAS
	Urbano	1 al 33
	Uso	CRITERIOS ESPECÍFICOS
	Urbano	39,79, 95, 98, 103, 104,105, 106

Cuadro 3. Criterios de carácter urbano.

<b>CRITERIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VINCULACIÓN</b>
CU-01	<p>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.</p>	<p>El presente proyecto se planteó con pleno conocimiento y para dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente. La presente Manifestación de Impacto Ambiental se somete a consideración de esa H. Autoridad en materia de impacto ambiental para dar cumplimiento a lo establecido en el Artículo 28, fracción I de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo, y al Artículo 5 fracción A del Reglamento de la Ley en materia de Impacto Ambiental.</p>
CU-02	<p>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 vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</p>	<p>El proyecto que se propone se construirá en el sótano del edificio del hotel, por lo que no se afectarán áreas con vegetación y por tanto no se requiere realizar actividades de rescate de flora y fauna.</p>
CU-03	<p>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 aplicarse determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las</p>	

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	
CU-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.	La planta desaladora y los pozos que se proponen se instalarán en el sótano del edificio del hotel, y no se considera la conformación de áreas verdes, por lo que este criterio no le aplica al proyecto.
CU-05	Para el desplante de cualquier obra o instalación se deberán utilizar preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	La planta desaladora y los pozos de captación y de rechazo se construirán en las áreas de servicios ubicadas en el sótano del edificio del hotel, por lo que se utilizará un área construida, dando cumplimiento a este criterio.
CU-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.	Las obras que se proponen se construirán en el sótano de un edificio, por lo que no se afectarán áreas con vegetación, y por ende no es posible realizar la recuperación de tierra vegetal, y el triturado de material vegetal.
CU-07	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	En el hotel, el drenaje sanitario está separado del pluvial. Durante la operación de la planta desaladora el agua residual generada en la etapa de retrolavado, será canalizada a la red de drenaje interna del hotel, que está conectada a la red de drenaje municipal.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CU-08	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de 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), de conformidad con la normatividad aplicable.	No se pretende realizar la canalización de agua pluvial a través de pozos de absorción pluvial.
CU-09	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.	Los materiales que se utilicen para la construcción del proyecto provendrán de comercios legalmente establecidos.
CU-10	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones, 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).	Debido a las características del proyecto, no se pretende el uso de plaguicidas y/o agroquímicos de ningún tipo.
CU-11	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.	<p>Se tiene previsto que los residuos derivados de las obras se dispongan en los contenedores y sitios de acopio con los que cuenta el hotel, donde serán almacenados y posteriormente serán trasladados al relleno sanitario.</p> <p>Se realizará un manejo adecuado de los residuos de acuerdo con lo establecido en el Programa de Manejo de Residuos, que se adjunta al presente como Anexo técnico 2.</p>
CU-12	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.	<p>No se tiene prevista la instalación de campamentos de construcción en el proyecto.</p> <p>Los trabajadores que participen en el proyecto contarán con agua potable y utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel. Asimismo, se colocarán contenedores para disponer los residuos que se generen.</p>
CU-13	En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmonte de predios urbanos o suburbanos, ni para la	En el proyecto no se tiene previsto utilizar fuego en ninguna de sus actividades.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	disposición de residuos sólidos en áreas abiertas.	
CU-14	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.	<p>Los posibles residuos peligrosos que se generen tendrán un manejo adecuado mediante su colecta, almacenamiento temporal y entrega a una empresa autorizada en su manejo tanto en la etapa de construcción como de operación.</p> <p>Se colocarán contenedores para la disposición de residuos peligrosos provenientes de la planta desaladora, los cuales se trasladarán al almacén de residuos peligrosos con el que cuenta el hotel, y estos periódicamente serán entregados a una empresa autorizada en su manejo.</p>
CU-15	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.	En el Anexo 2 se presenta el Programa de Manejo de Residuos, en el que se describen los procedimientos para manejar adecuadamente los residuos que se generen en cada una de las etapas del proyecto.
CU-16	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 al interior de los centros de población con programa de desarrollo urbano decretado incluye únicamente a los predios colindantes con la zona federal marítimo terrestre.	El predio del proyecto no colinda con la zona federal marítimo terrestre y se encuentra en la Calle 28 Norte y la Avenida 1 Norte, por lo que de acuerdo con esta definición no se encuentra en un ecosistema costero.
CU-17	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.	Dentro del predio del proyecto no existen cuerpos de agua o cavernas con vestigios arqueológicos.
CU-18	Las reservas territoriales destinadas a aprovechamiento urbano y las áreas de preservación ecológica establecidas en	El predio del proyecto se encuentra dentro de la UGA 10, en la zona urbana de Playa del Carmen cuya política

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	<p>el programa de desarrollo urbano deberán mantener su cobertura vegetal original mientras no se incorporen al desarrollo y se autorice su aprovechamiento por las autoridades competentes.</p>	<p>ambiental es de aprovechamiento sustentable.</p> <p>El proyecto está regulado por el Programa de Desarrollo Urbano de Playa el Carmen (P.O. 20 de diciembre de 2010) y está sujeto a lo que establezca este instrumento y el H. Ayuntamiento de Solidaridad.</p>
<p>CU-19</p>	<p>El desarrollo de proyectos en las áreas de reserva urbana se realizará de acuerdo con la programación prevista en el plan o programa director de desarrollo urbano que le corresponda.</p>	<p>El proyecto está regulado por el Programa de Desarrollo Urbano de Playa el Carmen (P.O. 20 de diciembre de 2010) y está sujeto a lo que establezca este instrumento y el H. Ayuntamiento de Solidaridad.</p>
<p>CU-20</p>	<p>Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.</p>	<p>Dentro del predio no existen cenotes o accesos a cavernas, por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.</p>
<p>CU-21</p>	<p>En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o chuntunes) sólo se permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.</p>	<p>Dentro del predio del proyecto, no existen cenotes o cuevas inundadas o lagunas ni ninguna otra formación cárstica, por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.</p>
<p>CU-22</p>	<p>Las aguas residuales deberán canalizarse hacia las plantas de tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado o el organismo operador autorizado por esta instancia. En el caso de que no existan plantas de tratamiento que puedan atender la demanda del proyecto, el promovente deberá instalar una planta que cumpla con las condiciones establecidas en la normatividad vigente en materia de aguas residuales tratadas.</p>	<p>El hotel The Reef 28 está conectado a la red de drenaje municipal, que conduce las aguas residuales a una planta operada por Aguakan, por lo que se cumple con este criterio.</p> <p>Durante la construcción del proyecto, se espera la generación de agua residual por parte de los trabajadores, sin embargo, ellos utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel, que están conectados a la red de drenaje interna del hotel.</p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
		<p>Durante la operación de la planta desaladora, se producirá agua residual derivada de la etapa de retrolavado, la cual será canalizada a la red de drenaje interna del hotel, que está conectada a la red de drenaje municipal.</p>
<p>CU-23</p>	<p>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.</p>	<p>El hotel está conectado a la red de drenaje municipal de la zona urbana de Playa de Carmen, por lo tanto, no contará con una planta de tratamiento y por ende no generará lodos.</p>
<p>CU-24</p>	<p>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, jardines, áreas verdes, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.</p>	<p>La planta desaladora y sus pozos se pretenden construir en el sótano del edificio del hotel, por lo que no se afectarán áreas con vegetación, y no se considera la conformación de áreas verdes.</p>
<p>CU-25</p>	<p>La superficie de aprovechamiento de un predio, así como sus coeficientes de uso (CUS) y ocupación del suelo (COS), estarán en función de lo que determine el programa o plan de desarrollo urbano vigente que le aplique.</p> <p>Sólo se permite el desmonte de la superficie que resulte de multiplicar el Coeficiente de Modificación del Suelo por la superficie total del predio, para lo cual deberá obtener de manera previa la autorización por excepción del cambio de uso del suelo en terrenos forestales y las autorizaciones estatales y municipales respectivas. Será obligatorio mantener la superficie remanente con la vegetación original. En el caso que la superficie</p>	<p>La planta desaladora y sus pozos se pretenden construir en el sótano de un edificio ya construido, por lo que no se afectarán superficies adicionales dentro del predio.</p> <p>El desplante del edificio del hotel es de 2,487.93 m<sup>2</sup>, por lo que ocupa la totalidad del predio.</p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	<p>remanente se encuentre afectada o que carezca de vegetación, el promovente deberá procurar su restauración o reforestación.</p>	
<p>CU-26</p>	<p>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 estos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.</p>	<p>Para el proyecto no se aprovecharán especies animales o vegetales, ni recursos forestales, por lo que no le aplica este criterio.</p>
<p>CU-27</p>	<p>Se deberán mantener en pie e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de protección de 5m alrededor del tronco del árbol.</p>	<p>El proyecto se pretende establecer en un edificio ya construido, por lo que no se afectarán áreas con vegetación.</p>
<p>CU-28</p>	<p>Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto, únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.</p>	<p>No se considera la instalación de plantas de premezclado.</p>
<p>CU-29</p>	<p>Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental autorizado por la SEDUMA para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.</p>	<p>El proyecto dentro de su etapa de construcción no considera el uso de plantas de premezclado o dosificadoras.</p>
<p>CU-30</p>	<p>Se deberá instalar una malla perimetral para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.</p>	<p>Dado que el proyecto se pretende construir en el sótano del edificio del hotel, el cual tiene paredes, la emisión de polvos hacia el exterior será mínima.</p>
<p>CU-31</p>	<p>Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado, con objeto</p>	<p>Dada la naturaleza del proyecto, solo se contempla el uso de materiales pétreos para la construcción de los pozos en un volumen mínimo, por lo que en el momento que sea transportado se</p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	de minimizar la dispersión de partículas de polvo.	cumplirán con las medidas señaladas para evitar la dispersión de polvos.
CU-32	En predios urbanos en los que existan manglares, deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	El predio el proyecto no posee manglar.
CU-33	<p>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.</p> <p>En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que se empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso corrección, que aplicará.</p> <p>Para el almacenamiento de este tipo de sustancias 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.</p>	<p>Dentro del predio del proyecto se realizará el manejo adecuado de las sustancias peligrosas, ya que se colocarán en un sitio destinado para tal fin en el sótano del edificio. Los residuos derivados del empleo de estas sustancias se manejarán adecuadamente en contenedores específicos y serán dispuestos en el almacén destinado para tal fin con el que cuenta el hotel.</p> <p>Se prevé el uso de sustancias peligrosas como solventes, envases de pegamento, impermeabilizante y pintura durante la instalación de la planta, y durante la operación de la planta se utilizará los inhibidores de incrustaciones, hipoclorito de sodio y carbonato de sodio. Se realizará el suministro de estas sustancias utilizando el equipo adecuado y se contará con cubetas y cartones para contener derrames, en caso de escurrimientos accidentales.</p> <p>Así, de esta manera, la promovente pondrá en marcha una serie de medidas tendientes al manejo adecuado de sustancias peligrosas.</p>

Cuadro 4. Criterios específicos.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CE-39	Si un predio está dividido en dos o más UGA, la superficie máxima de aprovechamiento no es acumulativa entre esos usos o unidades de gestión.	El predio del proyecto solo se ubica en una UGA, y está sujeto a lo establezca el PDU del Centro de Población de Playa del Carmen (2010), por lo que no le aplica este criterio.
CE-79	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto	El predio de interés no colinda con la playa, dado que se encuentra entre la calle 28 Norte y 1 Avenida Norte, por lo que este criterio no le aplica.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías. Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT.	
CE-95	En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies	El predio del hotel no posee vegetación, por lo que no se registraron especies exóticas invasoras y no le aplica este criterio.
CE-98	Las reservas urbanas destinadas a aprovechamiento urbano deberán mantener su cobertura vegetal original en tanto no sean urbanizadas.	El predio del proyecto se encuentra dentro del centro de población de la Ciudad de Playa del Carmen y está regulado por el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen, 2010, por lo que este criterio no le aplica.
CE-103	En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	El predio del proyecto no posee duna costera ni bermas rocosas, dado que no colinda con la costa, por lo que estos criterios no le aplican.
CE-104	La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del predio.	
CE-105	Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los	El predio del proyecto no colinda con la playa, por lo que no le aplican estos criterios.

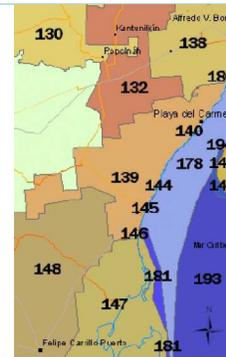
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.	
CE-106	Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna.	

### 5. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE.

De acuerdo al 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), el predio se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 139, Solidaridad.

Cuadro 5. Características UGA 139.

Tipo de UGA	Regional
<b>Nombre:</b>	Solidaridad
<b>Municipio:</b>	Solidaridad
<b>Estado:</b>	Quintana Roo
<b>Población:</b>	135,237 Habitantes
<b>Superficie:</b>	327,229.174 Ha.
<b>Subregión:</b>	Aplicar criterios zona Costera inmediata Mar Caribe
<b>Islas:</b>	
<b>Puerto Turístico</b>	Presente
<b>Puerto Comercial</b>	Presente
<b>Puerto Pesquero</b>	
<b>Nota:</b>	



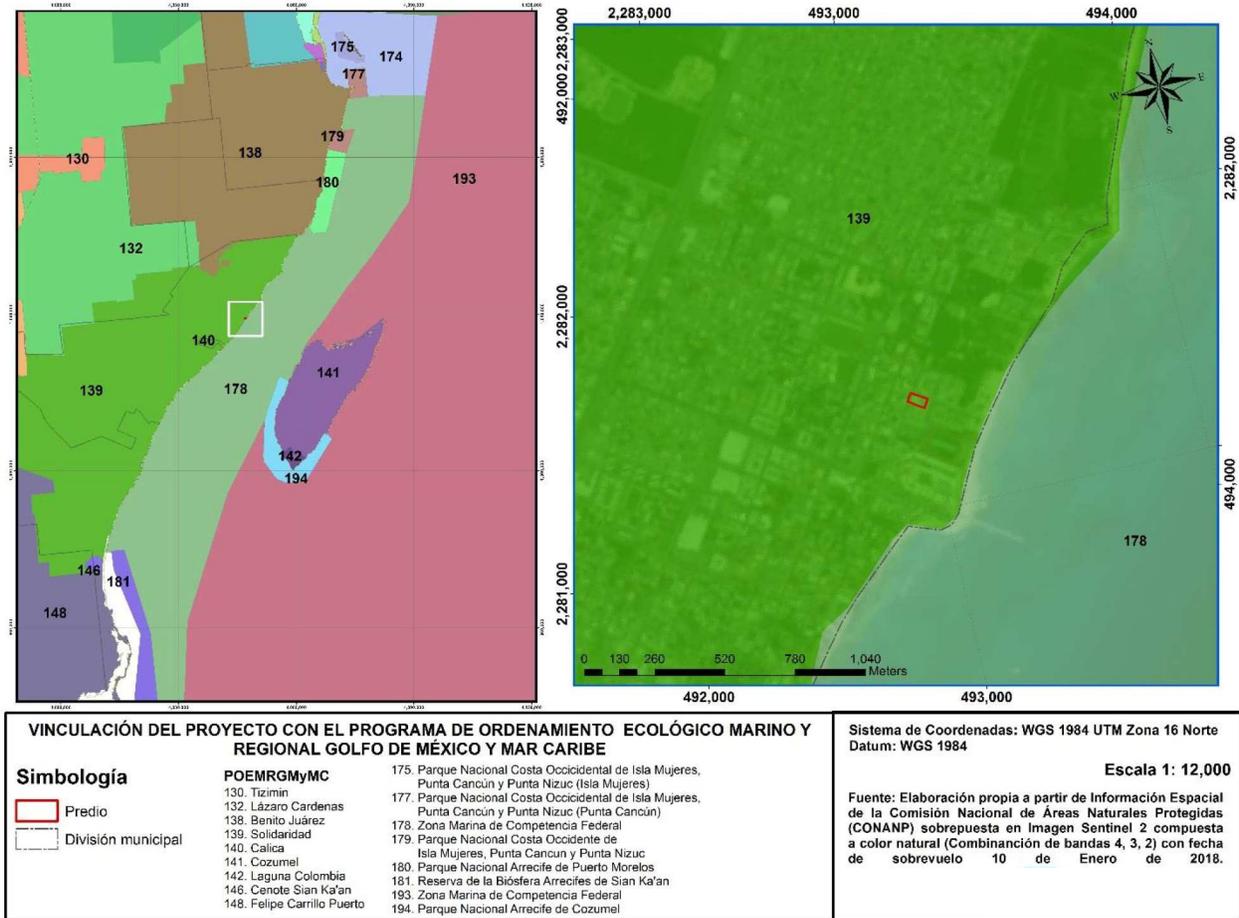


Figura 3. Ubicación del predio en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

En el Decreto del programa se establece en su Artículo 1, que se expide la parte marina del POEMyRGMMyMC y en su Artículo 2, indica que da a conocer la parte regional del mismo.

Mientras que el Artículo Tercero de dicho Programa el cual se cita a continuación:

**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.*

Con base en lo anterior y toda vez que, a la fecha no han sido emitidos los decretos correspondientes por parte de las Entidades afectadas, en este caso, el Estado de Quintana Roo, sólo está vigente la parte marina de dicho Programa de Ordenamiento.

Tomando en consideración lo señalado, y que el proyecto se ubica en una UGA regional que no está vigente, no se vincula el proyecto con los criterios establecidos para esta UGA.

## 6. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

Para el proyecto Planta Desaladora del Hotel The Reef 28 se han evaluado todos los procesos involucrados en las distintas etapas del proyecto, desde la construcción y la operación misma, identificando de manera clara las Normas Oficiales Mexicanas Ecológicas que inciden en la regulación de dichas obras o actividades, por lo que a continuación se enlistarán las normas a considerar para la realización del proyecto.

Cuadro 6. Normas Oficiales Mexicanas que le aplican al proyecto en cada una de las etapas. C= Construcción, y O=Operación.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS		APLICACIÓN
		C	O	
NOM-003-CNA-1996	Establece los requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.			<p>Esta Norma se aplica a la construcción de pozos para la extracción de aguas nacionales destinadas a los usos agrícola, agroindustrial, doméstico, acuacultura, servicios, industrial, pecuario, público urbano y múltiples.</p> <p>La responsabilidad en la aplicación y cumplimiento de la presente Norma corresponde al concesionario o asignatario que realice la construcción de pozos para la extracción de aguas nacionales.</p> <p>La ubicación de la planta desaladora y de los pozos está observando su diseño en profundidad, tipo de ademe liso y ranurado, ubicación lejos de instalaciones sanitarias a mínimo 30m.</p> <p>Para la perforación de los pozos se contratará a una empresa especializada en ello, la cual se verificará cuenta con herramienta para hacer las perforaciones de tipo comercial estándar, desinfectada y sin residuos de grasas o hidrocarburos que pudieran contaminar el acuífero, empleando los insumos que marca dicha norma. Asimismo, se verificará que los fluidos utilizados estén libres de patógenos con el pH que especifica la norma. Los lodos y materiales resultantes de la perforación serán utilizados en las áreas de construcción del mismo hotel, o dispuestos donde la autoridad municipal indique. Una vez que los pozos estén construidos con las características detalladas en el</p>

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS		APLICACIÓN
		C	O	
				<p>Capítulo 2 de la presente MIA-P, serán desinfectados y probados para poder iniciar su operación. De igual forma, serán instalados los dispositivos de medición (medición de caudal de extracción, medición del nivel del agua del pozo, etc.), y para monitoreo de la calidad del agua, requeridos por la CONAGUA para su operación.</p>
NOM-004-CNA-1996	<p>Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua para el cierre de pozos en general. Teniendo como objetivo proteger la calidad del agua en los acuíferos durante los trabajos de mantenimiento, rehabilitación y cierre de pozos, sea de forma temporal o definitiva.</p>			<p>Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable a todos los pozos de exploración, monitoreo o producción que penetren total o parcialmente un acuífero, y que sean destinados a alguno de los usos de extracción de agua clasificados en esta norma, así como aquellos que fueron perforados para otros usos, y que han quedado abandonados. Su cumplimiento es exigible a los concesionarios y asignatarios de pozos de extracción de agua y a los dueños de pozos para otros usos, y es independiente del trámite para la concesión o asignación del volumen de aguas nacionales.</p> <p>La promovente, deberá cumplir con lo especificado en esta ley en cuanto a:</p> <p>Mantenimiento de pozos para extracción de agua</p> <p>Para los pozos destinados a los usos público urbano, así como para aquellos destinados a usos agroindustrial e industrial que procesen alimentos, será obligatoria la desinfección del pozo, como se indica a continuación:</p> <p>Después de que haya sido instalado el equipo permanente del pozo (bomba y motor) y entre en operación, éste debe desinfectarse como mínimo cada tres años. Para ello, deberá aplicarse proporcionalmente al volumen de agua contenido en el pozo el desinfectante necesario para que el cloro activo sea de 200 mg/L como mínimo.</p>

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS		APLICACIÓN
		C	O	
				<p>El agua en el pozo deberá tratarse con cloro, tabletas de hipoclorito de calcio, solución de hipoclorito de sodio o cualquier otro desinfectante de efecto similar, con la concentración apropiada y aprobada por la Secretaría de Salud.</p> <p>Después de que el desinfectante haya sido aplicado, se agitará y se recirculará el agua del pozo para lograr una buena mezcla e inducir el contacto de dicha mezcla con las paredes del ademe, rejilla, filtro granular y formación del acuífero. Luego se dejará reposar la mezcla agua-desinfectante en el interior del pozo durante al menos 12 horas, pero no más de 24 horas.</p> <p>Monitoreo de calidad del agua</p> <p>En todos los pozos de extracción de agua se deberán tomar muestras simples cada tres años, con objeto de efectuar un análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua, de acuerdo con los métodos de análisis establecidos en Normas Mexicanas (NMX) o los internacionalmente aceptados, que incluyan la determinación de pH, conductividad eléctrica, sulfatos, nitratos, cloruros, dureza total, calcio, sodio, potasio, sólidos disueltos totales y bacterias coliformes fecales.</p>
NOM-081-SEMARNAT-1994	Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.			<p>Se deberá cumplir con esta norma, las fuentes fijas no deberán rebasar los límites permisibles de emisión de ruido.</p> <p>Los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A" emitido por fuentes fijas, son los siguientes:</p> <p>6:00 a 22:00 68 dB(A)                  22:00 a 6:00 65 dB(A)</p> <p>Por lo que la planta desaladora deberá cumplir con esos límites.</p>

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS		APLICACIÓN
		C	O	
NOM-085-SEMARNAT-2011	Establece los niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición			Se deberá cumplir esta norma durante la operación de las máquinas y equipos de combustión que se utilicen.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establecen las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.			Es de observancia para la identificación de los residuos peligrosos que se generen durante todas las etapas del proyecto.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.			Es de observancia durante la separación y almacenamiento de los residuos peligrosos que se generen durante todas las etapas del proyecto.

### **6.1. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994.**

El 18 de enero de 1996 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano – Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización".

Al respecto, se observa que el objetivo y campo de aplicación de esta norma señala que su función es establecer los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados.

En este tenor, será responsabilidad del promovente verificar continuamente que estos parámetros se están cumpliendo y de la Secretaría de Salud, verificar que se esté dando cumplimiento. Por lo anterior, se señala que se realizarán análisis a las aguas tratadas para verificar que se cumpla con los parámetros establecidos en la norma en comento.

Asimismo, se advierte que la especificación 4.3 señala que los límites permisibles de Sólidos Disueltos totales en el agua para uso y consumo humano, deberán ser de menos de 1000mg/l, con lo cual se observa que a través de la planta desaladora se cumpliría dicho parámetro, por mucho, pues se espera una concentración de 500mg/l (Considerando que 1ppm=1mg/l) en el agua tratada a través del sistema de ósmosis inversa.

### **6.2. NOM-059-SEMARNAT-2010, PROTECCIÓN AMBIENTAL-ESPECIES NATIVAS DE MÉXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE-CATEGORÍAS Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN O CAMBIO-LISTA DE ESPECIES EN RIESGO.**

Esta norma tiene por objeto identificar las especies de flora y fauna silvestre que se encuentran en riesgo en la República Mexicana mediante la integración de las listas correspondientes, asimismo, establece los criterios para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones.

Es de observancia obligatoria 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 en el territorio nacional.

En relación con lo anterior, no se registraron especies de flora y fauna enlistadas en esta norma, ya que el edificio del hotel está ocupando todo el predio y la planta desaladora que se propone solo se instalará en el sótano del edificio.

## **7. REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN (CONABIO: ARRIAGA ET AL. 2000).**

El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, Arriaga *et al.*, 2000), se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos. Así, CONABIO ha impulsado la identificación, además de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP, ámbitos acuáticos continentales) y de las Regiones Prioritarias Marinas (RPM, ámbitos costeros y oceánicos). Una regionalización complementaria, desarrollada por Cipamex, corresponde a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). De ahí que esta regionalización ha sido un esfuerzo técnico de la CONABIO por identificar aquellas regiones con alguna importancia, sin embargo, no han sido elevadas a calidad de regulación específica para el país, sea como norma u otro instrumento, ni publicadas en el Diario ni Periódico Oficial.

En este documento se determinó que el predio se ubica en una de las regiones prioritarias propuestas por la CONABIO, y se analiza su impacto en términos de lo que especifica el área.

### **7.1 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS.**

En México, la CONABIO tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, dicha institución inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias*, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, con la finalidad de establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido. Este programa junto con los *Programas de Regiones Marinas Prioritarias* y *Regiones Terrestres Prioritarias* forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

El predio del proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 105, denominada Región Cancún-Tulum, la cual cuenta con una extensión de 1,715.0 km<sup>2</sup> (Figura 4).

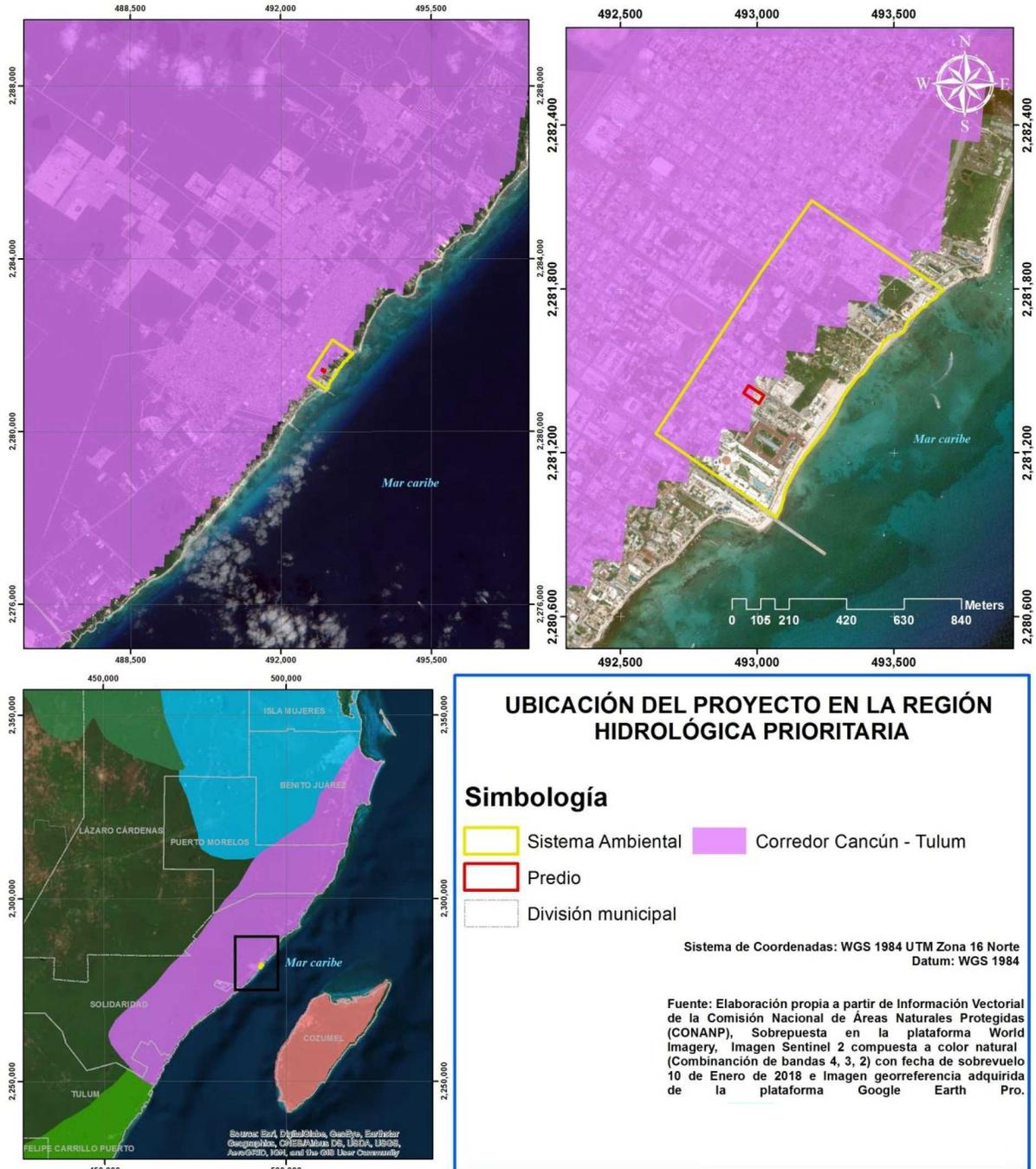


Figura 4. El proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica 105 Corredor Cancún Tulum.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

### Características principales con las que cuenta la Región Hidrológica Cancún Tulum.

<b>Lénticos:</b>	<b>Lagunas de Chakmochuch y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales</b>
<b>Lóticos:</b>	Aguas subterráneas
<b>Geología/Edafología:</b>	Suelos tipo Litosol, Rendzina y Solonchak. Los suelos se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza.
<b>Características varias:</b>	Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual de 26-28 °C. Precipitación total anual de 1000-2000mm.
<b>Principales poblados:</b>	Cancún, Playa del Carmen, Pto. Morelos, Tulum, Akumal, Xel-ha
<b>Actividad económica principal:</b>	Turismo, forestal y pecuaria
<b>Indicadores de calidad de agua:</b>	ND
<b>Biodiversidad:</b>	Tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, manglar, sabana, palmar inundable y vegetación de dunas costeras. Diversidad de hábitats: estuarios, humedales, dunas costeras, caletas, cenotes y playas. Flora característica: <i>Acacia globulifera</i> , <i>tasiste Acoelorrhaphe wrightii</i> , <i>Annona glabra</i> , <i>Atriplex cristata</i> , <i>Bactris balanoidea</i> , ramón <i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Bucida buceras</i> , chaca <i>Bursera simaruba</i> , <i>Caesalpinia gaumeri</i> , <i>Cameraria latifolia</i> , <i>Capparis flexuosa</i> , <i>C. incana</i> , <i>Coccoloba réflex flora</i> , <i>C. uvifera</i> , palma nakax <i>Coccothrinax readii</i> , <i>Cordia sebestena</i> , <i>Crescentia cujete</i> , <i>Curatella americana</i> , <i>Cyperus planifolius</i> , <i>Dalbergia glabra</i> , <i>Eugenia lundellii</i> , palo de tinte <i>Haematoxylum campechianum</i> , <i>Hampea trilobata</i> , <i>Hyperbaena winzerlingii</i> , <i>Ipomoea violacea</i> , chicozapote <i>Manilkara zapota</i> , chechén <i>Metopium brownei</i> , <i>Pouteria campechiana</i> , <i>P. chiricana</i> , palma <i>Pseudophoenix sargentii</i> , mangle rojo <i>Rhizophora mangle</i> , palma chit <i>Thrinax radiata</i> . La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como <i>Amphora ovalis</i> , <i>Cocconeis placentula</i> , <i>Cyclotella meneghiniana</i> , <i>Cymbella turgida</i> , <i>Diploneis puella</i> , <i>Eunotia maior</i> , <i>E. monodon</i> , <i>Gomphonema angustatum</i> , <i>G. lanceolatum</i> , <i>Nitzchi ascalaris</i> , <i>Synedra ulna</i> y <i>Terpsinoe musica</i> . Fauna característica: de crustáceos como el misidáceo <i>Antromysis (Antromysis) cenotensis</i> ; el anfípodo <i>Tulumella unidens</i> ; el palemónido <i>Creaseria morleyi</i> ; los decápodos <i>Typhlatya mitchelli</i> y <i>T. pearsei</i> ; los copépodos <i>Arctodiaptomus dorsalis</i> , <i>Eucyclop sagilis</i> , <i>Macrocylops albidus</i> , <i>Mastigodiatomus mustexensis</i> , <i>Mesocyclop sedax</i> , <i>Mesocyclop ssp. Schizopera tobae cubana</i> , <i>Thermocyclops inversus</i> , <i>Tropocyclops prasinus mexicanus</i> , <i>T. prasinuss</i> ; los ostrácodos <i>Candonocypris serratomarginata</i> , <i>Chlamydotheca mexicana</i> , <i>Cypridopsis niagrensis</i> , <i>C. rhomboidea</i> , <i>Cyprinotusputei</i> , <i>C. symmetricus</i> , <i>Darwinulaste venisoni</i> , <i>Eucypris cisternina</i> , <i>E. serrato marginata</i> , <i>Herpeto cypris meridiana</i> , <i>Meta cypris americana</i> , <i>Stenocypris</i>

	<p><i>fontinalis</i>, <i>Strandesia intrepida</i>, <i>S. obtusata</i>; de peces como los cíclidos <i>Archocentrus octofasciatus</i>, <i>Cichlasoma friedrichsthalii</i>, <i>C. robertsoni</i>, <i>C. salvini</i>, <i>C. synspilum</i>, <i>C. urophthalmus</i>, <i>Petenia splendida</i> y <i>Thorichthys meeki</i>; los poecílidos <i>Belonesox belizanus</i>, <i>Gambusia yucatana</i>, <i>Heterandria bimaculata</i>, <i>Poecilia mexicana</i>, <i>P. orrii</i> <i>P. petenensis</i>; la anguila americana <i>Anguilla rostrata</i>, el carácido <i>Astyanax aeneus</i> y el bagre <i>Rhamdia guatemalensis</i>. Endemismos del isópodo <i>Bahalana mayana</i>; de los anfípodos <i>Bahadzia bozanici</i>, <i>Mayaweckelia cenotocola</i>, <i>Tuluweckelia cernua</i>; del ostrácodo <i>Danielopolina mexicana</i>; del remípedo <i>Speleonectes tulumensis</i>; del termosbenáceo <i>Tulumella unidens</i>, los cuales habitan en cenotes y cuevas; de los peces <i>Astyanax altior</i>, la brótula ciega <i>Ogilbia pearsei</i>, la anguila <i>Ophisternon infernale</i>, <i>Poecilia velifera</i>; de aves el pavo ocelado <i>Agriocharis ocellata</i>, el loro yucateco <i>Amazona xantholora</i>, que junto con el manatí <i>Trichechus manatus</i> se encuentran amenazados por lo reducido y aislado de sus hábitats, por la contaminación y navegación respectivamente. Zona de reproducción de tortugas caguama <i>Caretta caretta</i>, blanca <i>Chelonia mydas</i>, laúd <i>Dermochelis coriacea</i> y el merostomado <i>Limulus polyphemus</i>. Todas estas especies amenazadas junto con los reptiles boa <i>Boa constrictor</i>, huico rayado <i>Cnemidophorus cozumela</i>, garrobo <i>Ctenosaura similis</i>, iguana verde <i>Iguana iguana</i>, casquito <i>Kinosternon scorpioides</i>, mojina <i>Rhinoclemmys areolata</i>, jicotea <i>Trachemys scripta</i>; las aves loro yucateco <i>Amazona xantholora</i>, garceta de alas azules <i>Anas discors</i>, carao <i>Aramus guarauna</i>, aguililla cangrejera <i>Buteogallus anthracinus</i>, hocofaisán <i>Crax rubra</i>, el trepatroncos alileonado <i>Dendrocincla anabatina</i>, garcita alazana <i>Egretta rufescens</i>, halcón palomero <i>Falco columbarius</i>, el gavilán zancudo <i>Geranospizac aerulescens</i>, el bolsero yucateco <i>Icterus auratus</i>, el bolsero cuculado <i>I. cucullatus</i>, zopilote rey <i>Sarcoramphus papa</i>, golondrina marina <i>Sterna antillarum</i>, <i>Strixnigro lineata</i> y los mamíferos mono aullador <i>Alouatta pigra</i>, mono araña <i>Ateles geoffroyi</i>, grisón <i>Galictis vittata</i> y oso hormiguero <i>Tamandua mexicana</i>.</p>
<p><b>Aspectos económicos:</b></p>	<p>Pesquerías de caracol y langosta. Cultivo de peces en la laguna de Nichupté. Turismo y ecoturismo. Porcicultura en Pto. Morelos.</p>

**Problemática:** - *Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.*

**Vinculación con el proyecto:** El predio se encuentra inmerso en el centro de población costero de Playa del Carmen. El proyecto que se propone se construirá en el sótano del edificio del hotel, por lo que no se afectarán áreas con vegetación.

- *Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.*

**Vinculación con el proyecto:** Para el manejo de los residuos, se implementará el Programa de Manejo de Residuos que se anexa a esta MIA-P, el cual será aplicado durante todas las etapas del proyecto, y se contará con la infraestructura adecuada para

el acopio y almacenamiento temporal de los residuos que se generen, los cuales se entregarán al servicio de limpia del Municipio de Solidaridad.

Durante la construcción del proyecto los trabajadores utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel, que están conectados a la red de drenaje interna del hotel, que a su vez se conecta con la red de drenaje municipal.

Durante la operación de la planta desaladora, sólo se espera generar aguas residuales derivadas del retrolavado, que será canalizada a la red de drenaje interna del hotel, que está conectada a la red de drenaje municipal. También se prevé una generación de agua de rechazo cargada con sales (salmuera) con una concentración al doble de la que tiene el agua antes del tratamiento. Dicha agua de rechazo será inyectada en profundo, a una capa del acuífero en la que la concentración de sales es aún mayor a la contenida en la que se inyecta. Se calcula que el volumen diario de agua de rechazo generada será de aproximadamente 273.0 m<sup>3</sup>.

- *Uso de recursos: pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco (Cocos nucifera) y tasiste (Acoelorrhapha wrightii).*

**Vinculación con el proyecto:** No se hará uso de estos recursos.

**Conservación:** *se necesita restaurar la vegetación, frenar la contaminación de acuíferos y dar tratamiento a las aguas residuales. Se desconoce la influencia de afloramientos de agua en la zona de la laguna de Nichupté. Están considerados Parques Nacionales Punta Cancún, Punta Nizuc y Tulum. El Parque Nacional Tulum está siendo afectado por la construcción urbana, el saqueo de material vegetal, la construcción de un tren turístico, la presencia de puestos comerciales de artesanías para los turistas y la gran cantidad de basura arrojada a las zonas de manglar y de selva mediana subperennifolia.*

**Vinculación con el proyecto:** Durante las actividades del proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos. Durante la construcción del proyecto los residuos que se generen serán colocados en contenedores ubicados en el área de la planta desaladora, y posteriormente serán almacenados en los cuartos de basura respectivos del hotel y entregados al servicio de limpia municipal.

Durante la construcción del proyecto los trabajadores utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel, que están conectados a la red de drenaje interna del hotel, que a su vez se conecta con la red de drenaje municipal.

Durante la operación de la planta desaladora, sólo se espera generar aguas residuales derivadas del retrolavado, que será canalizada a la red de drenaje interna del hotel, que está conectada a la red de drenaje municipal. También se prevé una generación de agua de rechazo cargada con sales (salmuera) con una concentración al doble de la que tiene el agua antes del tratamiento. Dicha agua de rechazo será inyectada en profundo, a una capa del acuífero en la que la concentración de sales es aún mayor a la contenida en la que se inyecta, lo cual puede afectar la calidad del agua del acuífero. Sin embargo, esta

forma de dispersión permite la difusión gradual de la salmuera dentro del acuífero marino y va reduciendo su salinidad conforme avanza.

**Grupos e instituciones que participaron en la delimitación de la Región Hidrológica Prioritaria:** El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; DUMAC; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM; Universidad Autónoma de Yucatán; Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP.

## **7.2 REGIONES MARINAS PRIORITARIAS.**

La magnitud de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Sin embargo, la intrincada dependencia del hombre de los recursos y la conciencia de que estos recursos están siendo fuertemente impactados por las mismas actividades humanas, ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

Bajo esta perspectiva, la CONABIO instrumentó el *Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México* con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés). Este programa reunió, por medio de talleres multidisciplinarios, a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación. Como resultado de los talleres, se logró delimitar 70 RMP.

El proyecto se encuentra inmerso en la RMP 63 Punta Maroma-Punta Nizuc, misma que cuenta con las siguientes características (Figura 5).

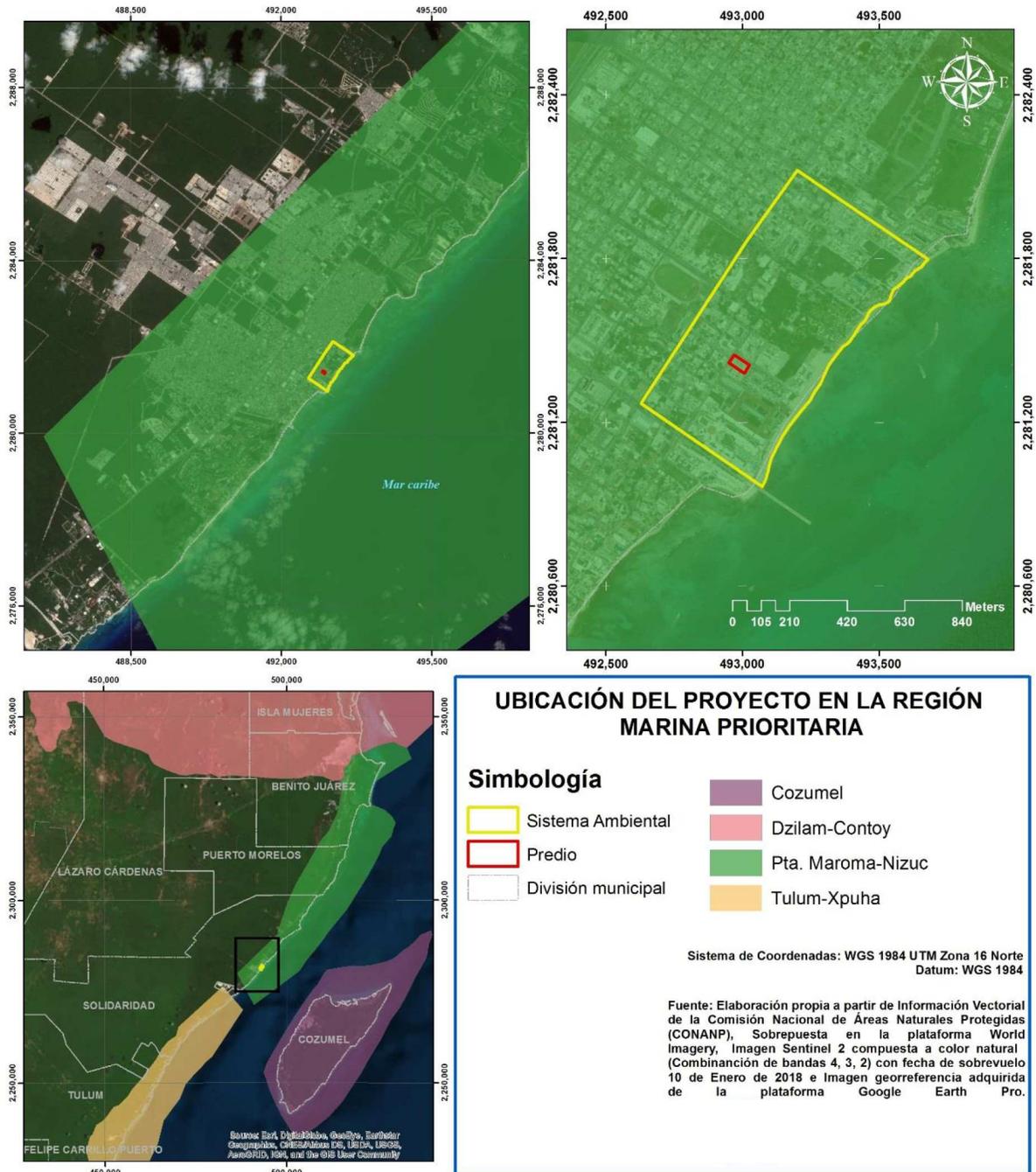


Figura 5. Ubicación del predio en RMP 63 Punta Maroma-Punta Nizuc.

**Estado (s):** Quintana Roo

**Extensión:** 1,005 km<sup>2</sup>

**Polígono:** Latitud. 21°11'24" a 20°32'24"  
 Longitud. 87°7'48" a 86°40'12"

**Clima:** cálido subhúmedo con lluvias en otoño. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren tormentas tropicales, huracanes, nortes.

**Geología:** placa de Norteamérica, rocas sedimentarias, plataforma amplia.

**Descripción:** arrecifes, lagunas, playas, dunas costeras, estuarios.

**Oceanografía:** predomina la corriente de Yucatán. Oleaje variable. Aporte de agua dulce por lagunas. Hay giros y contracorriente.

**Biodiversidad:** moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, esponjas, corales, artrópodos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja inundable. Zona de reproducción de tortugas y merostomados.

**Aspectos económicos:** zona de poca pesca organizada en cooperativas y libres. Se explotan crustáceos y peces. Crianza de peces en la laguna Nichupté. Turismo de alto impacto, ecoturismo y buceo. Hay porcicultura en Puerto Morelos, Quintana Roo.

**PROBLEMÁTICA:** *Modificación del entorno: por tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe deforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.*

**Vinculación con el proyecto:** El predio se encuentra inmerso en el centro de población costero de Playa del Carmen. El proyecto que se propone se construirá en el sótano del edificio del hotel, por lo que no se afectará la zona marina, por lo que no se llevarán a cabo actividades de remoción de pastos, modificación de barreras naturales, etc.

El proyecto solo implica la construcción y operación de una planta desaladora, a través de la cual se realizarán actividades de extracción de agua subterránea a una profundidad de 15.0 m y actividades de inyección de salmuera en un pozo profundo de 80.0 m, lo cual conlleva cambios en la calidad del agua, sin embargo, esto solo ocurrirá cuando ocurra la inyección del agua y se irá diluyendo a medida que avance por el acuífero.

**Contaminación:** *por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.*

**Vinculación con el proyecto:** Durante las actividades del proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos.

Durante la construcción del proyecto los trabajadores utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel, que están conectados a la red de drenaje interna del hotel, que a su vez se conecta con la red de drenaje municipal.

Durante la operación de la planta desaladora, sólo se espera generar aguas residuales derivadas del retrolavado, que será canalizada a la red de drenaje interna del hotel, que está conectada a la red de drenaje municipal. También se prevé una generación de agua de rechazo cargada con sales (salmuera) con una concentración al doble de la que tiene el agua antes del tratamiento. Dicha agua de rechazo será inyectada en profundo, a una

capa del acuífero en la que la concentración de sales es aún mayor a la contenida en la que se inyecta, lo cual puede afectar la calidad del agua del acuífero. Sin embargo, esta forma de dispersión permite la difusión gradual de la salmuera dentro del acuífero marino y va reduciendo su salinidad conforme avanza.

**Uso de recursos:** *presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.*

**Vinculación con el proyecto:** El proyecto no colinda con la zona federal marítimo terrestre, y no prevé actividades en la zona marina, por lo que no se afectarán los recursos pesqueros.

**Especies introducidas:** de *Cassuarina spp* y *Columbrina sp.*

**Vinculación con el proyecto:** El predio no posee vegetación y no prevé la introducción de especies exóticas.

**Conservación:** Ya están protegidos los arrecifes de Puerto Morelos; se recomienda dar impulso a su plan de manejo y a su bonificación. La Laguna de Nichupté debería estar sujeta a normas de uso y protección.

**Grupos e instituciones:** UNAM (ICMyL-Pto. Morelos), INP (CRIP-Pto. Morelos), IPN (Cinvestav-Mérida), Ecosur, CICY, Amigos de Sian Ka'an A.C, Gema.

# **CAPÍTULO IV**

## **DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.**

## ÍNDICE

<b>1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).....</b>	<b>3</b>
1.1 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SA. ....	3
<b>2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL. ....</b>	<b>4</b>
<b>3 ASPECTOS ABIÓTICOS. ....</b>	<b>5</b>
3.1 CLIMA. ....	5
3.2 TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN. ....	7
3.3 VIENTOS Y HURACANES. ....	8
3.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA. ....	10
3.5 SUELO. ....	11
3.6 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL. ....	13
3.7 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA. ....	16
<b>4 VEGETACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL. ....</b>	<b>21</b>
4.1 METODOLOGÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL SA. ....	21
4.2 RESULTADOS. ....	21
4.3 METODOLOGÍA. ....	26
4.4 RESULTADOS EN EL PREDIO. ....	26
<b>5 CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA DENTRO DEL ÁREA DONDE PRETENDE DESARROLLARSE EL PROYECTO.....</b>	<b>28</b>
5.1 ANTECEDENTES.....	28
5.2 METODOLOGÍA. ....	28
<b>5.3 RESULTADOS. ....</b>	<b>29</b>
5.3.1 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010. ....	30
<b>6 PAISAJE.....</b>	<b>30</b>
6.1 EVALUACIÓN DEL PAISAJE.....	31
6.2 ZONIFICACIÓN DEL ÁREA UTILIZABLE E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS FRÁGILES.....	36
<b>7 DIAGNOSTICO AMBIENTAL.....</b>	<b>38</b>
<b>8 MEDIO SOCIOECONÓMICO. ....</b>	<b>38</b>
8.1 JUSTIFICACIÓN. ....	38
8.2 POBLACIÓN. ....	39
8.3 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA).....	39
8.4 VIVIENDA. ....	39
8.5 SALUD Y SEGURIDAD SOCIAL.....	39
8.6 ASPECTOS URBANOS. ....	40
8.6.1 Equipamiento.....	40
8.7 ASPECTOS CULTURALES.....	41
<b>9 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.....</b>	<b>42</b>
9.1 TURISMO.....	42
9.1.1 Sector Primario. ....	43
9.1.2 Sector Secundario: Industria.....	43

## **1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).**

En este capítulo se describirá y se analizará el Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto “**Planta Desaladora del Hotel The Reef 28**”. La información que se presenta en este apartado, es el resultado de una prospección del área donde se construirá el proyecto y su área de influencia inmediata, así como del Sistema Ambiental.

Por otra parte, se presenta la integración del Sistema de Información Geográfica para la delimitación del Sistema Ambiental, el cual implicó técnicas de análisis espacial, fotointerpretación de imágenes aéreas, ortofotomosaicos e imágenes satelitales, con el cual se realizó la caracterización espacial del Sistema Ambiental del proyecto.

### **1.1 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SA.**

El sistema ambiental (SA) del predio se refiere al área que puede influenciar al proyecto y ser influenciada por el mismo de manera directa. Con la finalidad de obtener información de carácter territorial sobre el sitio donde se encuentra inmersa el área de estudio.

Para la delimitación del Sistema Ambiental, se hizo uso del Software ArcMap 10.5, en el cual se realizó la sobre posición de una imagen de satélite obtenida de la plataforma de ArcgisOnline, World Imagery 2018 sobre la cual, se observaron los criterios de delimitación del sistema ambiental, mismos que se enlistan a continuación:

1. Discontinuidades en la cobertura vegetal,
2. Presencia de estructuras antropogénicas,
3. Interacción con el medio social predominante.

El polígono que resultó como SA con base en los criterios mencionados se muestra en la siguiente imagen (Figura 1). Considerando lo anterior, los límites contemplados para el sistema ambiental fueron los siguientes:

- Límite Norte: este límite se encuentra definido en función de la existencia de la Avenida principal 46 Norte, misma que conecta la playa con la Carretera Federal 307.
- Límite Sur: este límite se encuentra definido en función de la existencia de la Avenida principal 38 Norte, misma que conecta la playa con la Carretera Federal 307.
- Límite Este: delimitado por el Mar Caribe.
- Límite Oeste: delimitado por la Avenida 10 Norte.

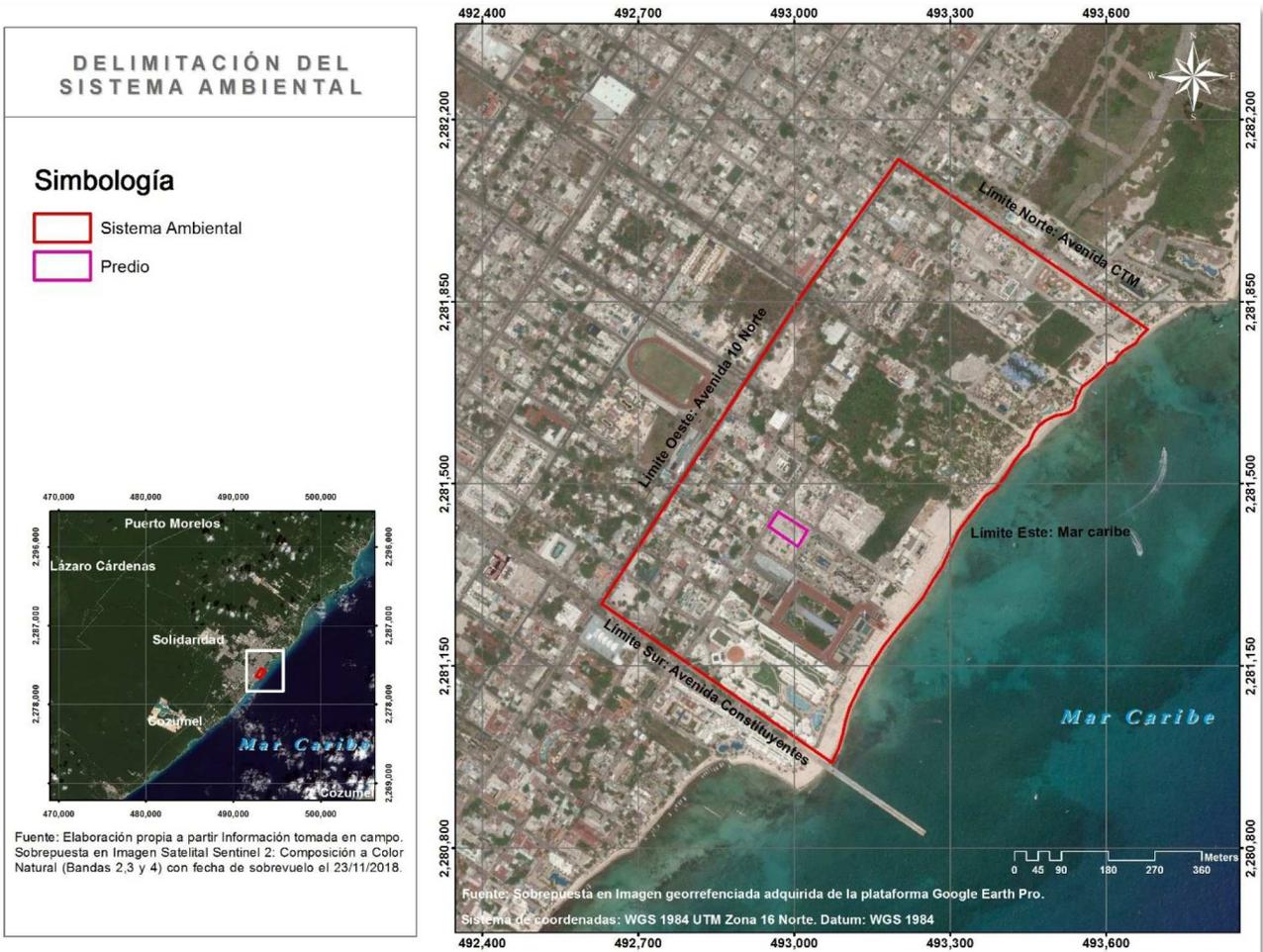


Figura 1. Delimitación del Sistema Ambiental.

Considerando los límites establecidos para términos de análisis del SA, este contempla únicamente la zona terrestre con una superficie de **536,417.13 m<sup>2</sup>** (53.64ha).

En cuanto a las condiciones ambientales y de infraestructura del SA este se encuentra inmerso en el centro de población de Playa del Carmen por lo que se puede observar la fragmentación y perturbación de la vegetación por el desarrollo urbano que involucra, entre otras cosas, la apertura de caminos ligados a la delimitación de los lotes de propiedad privada, vialidades de tránsito vehicular principales de la zona urbana, lotes con diferentes grados de desarrollo en su infraestructura, o bien, que ya cuentan con desarrollos turísticos operando.

## 2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.

La caracterización y análisis de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del SA del proyecto “**Planta Desaladora Del Hotel The Reef 28**” se realizó a partir del análisis de información bibliográfica y recursos electrónicos.

Los parámetros seleccionados para la caracterización y análisis del SA, responden a las características geográficas y geológicas de la zona donde se ubica el proyecto.

### **3 ASPECTOS ABIÓTICOS.**

#### **3.1 CLIMA.**

El Estado de Quintana Roo está situado dentro de la zona intertropical que le brinda condiciones particulares como un régimen climático de tipo cálido subhúmedo, característico en toda la Península de Yucatán, aunque son importantes los factores locales como la influencia marina por la cercanía del Mar Caribe al este y con el Golfo de México al norte y oeste. La reducida elevación sobre el nivel del mar y la ausencia de prominencias orográficas que puedan causar modificaciones importantes en los rasgos macro climáticas permite que la influencia marina se extienda sobre prácticamente toda la península.

El clima del Municipio de Solidaridad es cálido subhúmedo con lluvias en el verano de mayor humedad. La temperatura media anual es de 26°C, las temperaturas más bajas se registran en el mes de enero con 14°C y las máximas se alcanzan en el mes de agosto con 33°C. Los vientos predominantes son los del sureste. La precipitación pluvial anual oscila entre los 1,300 y los 1,500 milímetros con estación de lluvia de marzo a noviembre. El clima se ve afectado por ciclones o huracanes que aumentan la precipitación sobre todo en el verano. La temporada de huracanes se extiende del 1 de junio al 30 de noviembre de cada año.

Existe un índice de evapotranspiración total real de entre 1,000 a 1,100 mm anuales; por lo que el agua proveniente de la precipitación se pierde casi en su totalidad dando lugar a un posible déficit de recarga.

De acuerdo con la Carta de Climas de la Península de Yucatán (CONABIO 1998), basada en la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García (2004), al predio del proyecto le corresponde un tipo de clima Aw2 (x') "Clima cálido, el más húmedo de los subhúmedos, con lluvias en verano, alto porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2%, poca oscilación térmica y máxima temperatura antes del solsticio de verano uniformemente repartidas" (Figura 2).

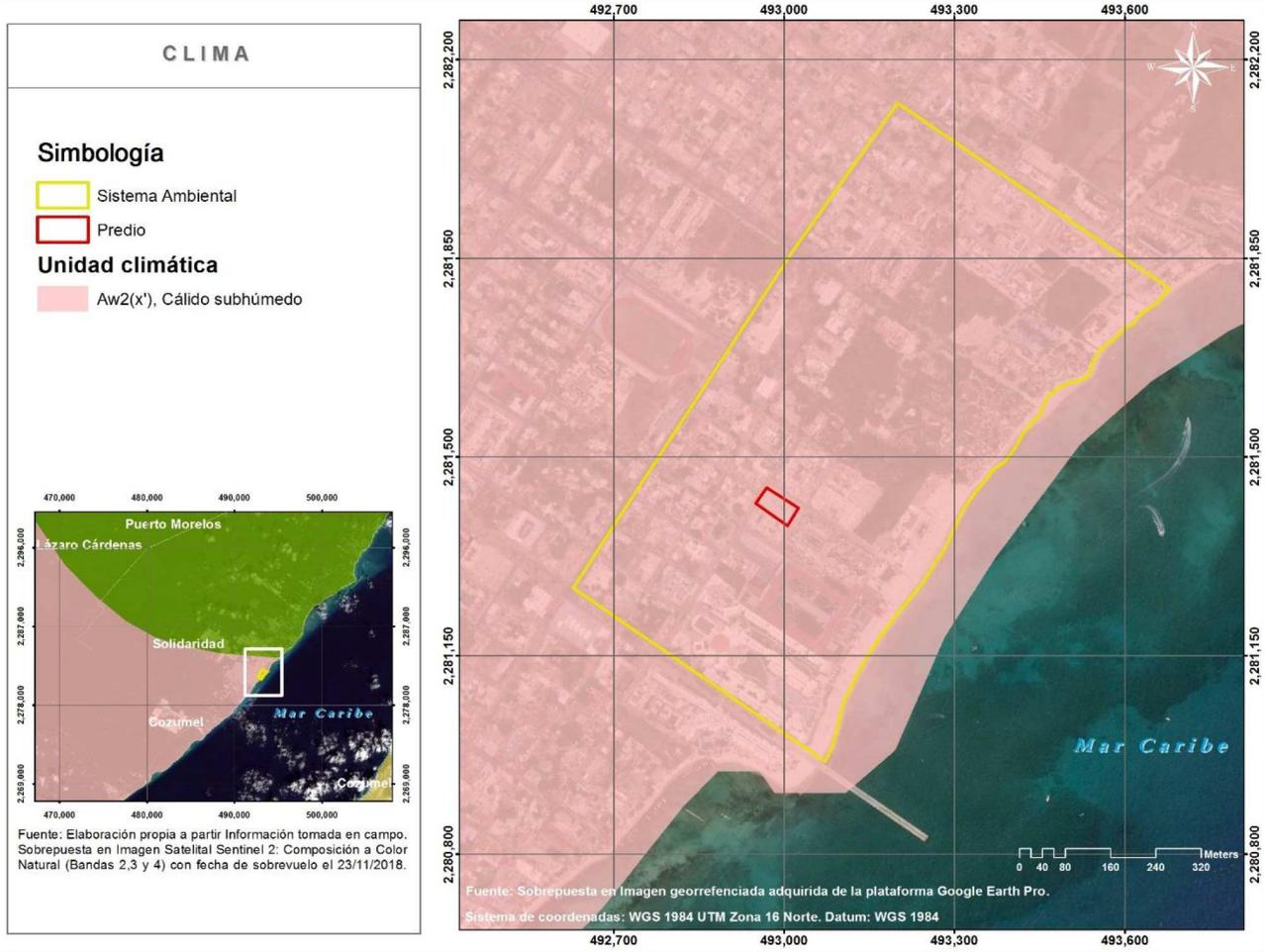


Figura 2. Clima del área de estudio.

Como efecto directo de su posición latitudinal, el municipio de Solidaridad, así como el estado de Quintana Roo en general se ve sometido a una intensa radiación solar durante prácticamente todo el año, lo que motiva la ocurrencia de altas temperaturas diurnas; sin embargo, recibe menor radiación durante invierno ya que el ángulo de incidencia de los rayos solares acusa una mayor inclinación dando como resultado que la intensidad de la radiación térmica sea menor que durante la primavera y el verano.

En cuanto a la variabilidad del régimen térmico, a causa de la vecindad del estado con el mar, se pone de manifiesto que los efectos son diferenciales, dependiendo que tan lejos o que tan cerca del litoral hacia tierra adentro se encuentre una determinada localidad. En ese orden de ideas se puede señalar que aquellos lugares ubicados sobre el cordón litoral o en sus proximidades, se muestran por lo regular temperaturas máximas diarias más bajas que las del resto de la entidad, mientras que las mínimas son ligeramente más elevadas, en consecuencia la franja costera se distingue por una menor variabilidad térmica en el transcurso del año.

### 3.2 TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN.

De acuerdo con el servicio meteorológico nacional y la estación meteorológica 23163 de la ciudad de Playa del Carmen, la temperatura promedio anual para el 2018 es de 27.2°C, mientras que la media mensual oscila de 22.8°C en el mes más frío (enero) a 29.1°C en el mes más cálido correspondiente a julio.

En cuanto a la precipitación, en el último año de registro con el que se cuenta (2018), se midió una precipitación media anual de 1,065.4 mm. Por otra parte, la oscilación mensual de la precipitación, permite dividir el año en dos temporadas: la primera es la estación de secas, misma que abarca los meses de enero a abril, en la cual la precipitación promedio mensual no supera los 99.2 mm. La segunda temporada corresponde a la estación de lluvias, que abarca de mayo a octubre con precipitaciones promedio mensuales superiores a los 113.8 mm, destacándose junio como el mes con mayor precipitación, pues registró para el 2018 una precipitación promedio de 160.2 mm.

En la figura 3 se presenta el diagrama ombrotérmico en el cual se representa de manera gráfica el comportamiento de la temperatura y la precipitación a lo largo del ciclo anual para el periodo de años de 1998 al 2018 del que se cuenta con datos.

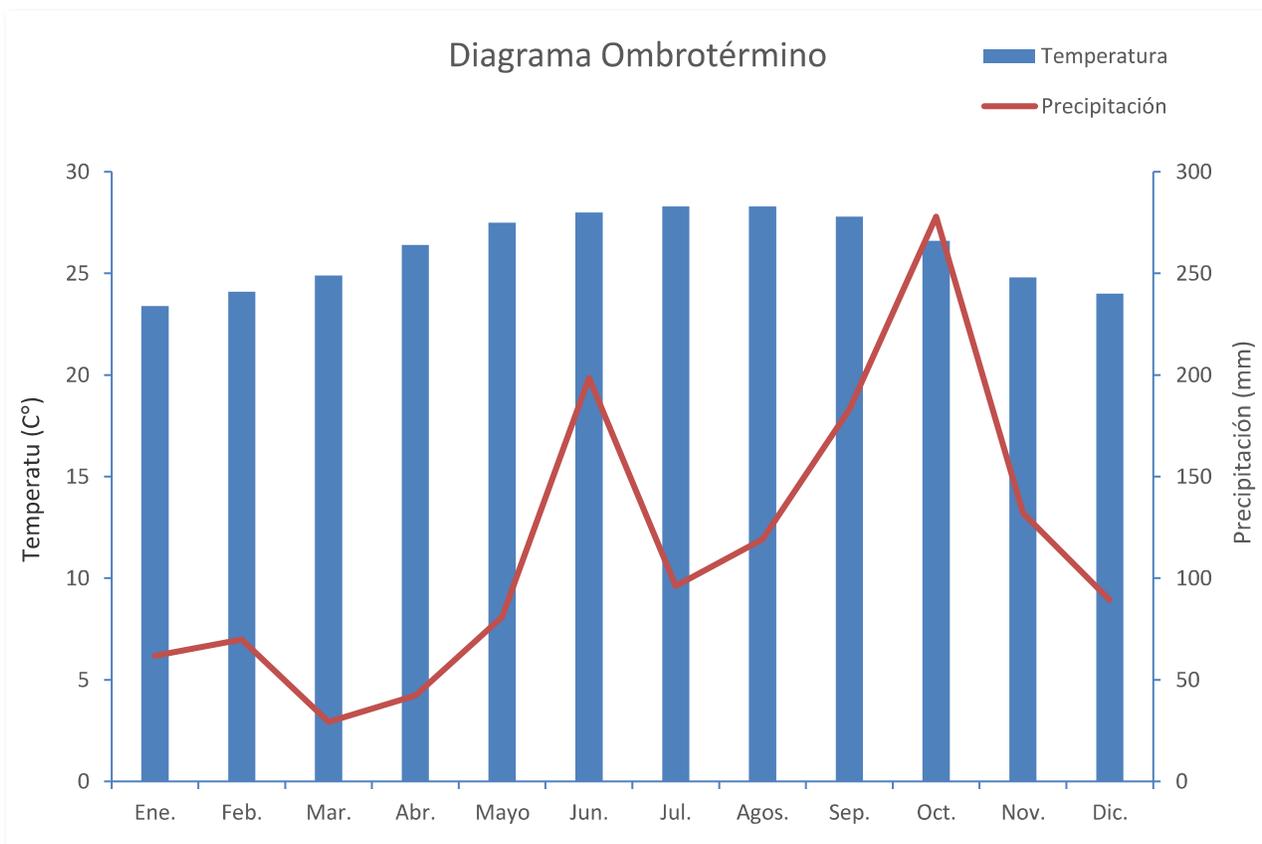


Figura 3. Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica 23163 de Playa del Carmen para el periodo 1998 al 2018.

### **3.3 VIENTOS Y HURACANES.**

El SA definido para el proyecto es impactado por varios eventos climatológicos: huracanes, tormentas tropicales, nortes, y suradas o surestes.

Los huracanes son frecuentes durante la última parte del verano y el comienzo del otoño (agosto-octubre e incluso noviembre). Cuando se generan estas perturbaciones atmosféricas afectan a las costas de Quintana Roo. Los fuertes vientos, el oleaje generado por los mismos y las ondas de tormenta que elevan considerablemente el nivel del mar causan con regularidad efectos destructivos en los ecosistemas costeros. Los vientos generados por estos fenómenos suelen alcanzar velocidades superiores a 120 nudos (222 km/h). Los huracanes son eventos climatológicos susceptibles de impactar cada año el sistema ambiental. En retrospectiva, los huracanes más importantes que han afectado el SA durante los últimos 30 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007). El huracán "Wilma", junto con "Gilberto", han sido catalogados como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en el hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por la Península de Yucatán. Dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 km/h.

Como un efecto secundario, los huracanes generalmente desprenden gran cantidad de árboles y arbustos produciendo cientos de toneladas de material vegetal combustible, lo que puede generar incendios de grandes proporciones una vez que llega la temporada de estiaje, situación que aconteció en algunas partes del sistema después del paso del huracán Emily y Wilma principalmente. Otros autores señalan que en las zonas con vegetación la mayor parte del daño incide en la defoliación cercana al 100% de árboles y plantas del sotobosque cayendo en promedio 4.5 toneladas/hectárea de hojas. La densidad de árboles puede disminuir hasta en un 33%, significando un decremento del 12% en el área basal. Los árboles de diámetro pequeño son derribados en su mayoría, mientras que los árboles de las clases diamétricas más grandes sobreviven. El promedio de alturas para los árboles entre 3 y 8 m puede disminuir hasta en un 6%, y para los árboles entre 8 y 16 m disminuye en un 9%. La densidad de plantas del sotobosque también disminuye hasta en un 51% y la cobertura tiene un decremento de 70%. La riqueza específica también disminuye (Sánchez - Sánchez e Islebe, 1999).

Los Nortes son masas de aire húmedas y frías que provienen del norte del Océano Atlántico, así como del continente y que alcanzan altas velocidades. Provocan grandes descargas de agua acompañadas de vientos hasta de 100 km/hr, lo que hace descender la temperatura local considerablemente. Estos fenómenos se presentan en los meses de noviembre a febrero, y eventualmente hasta marzo.

Las suradas o surestes son tormentas que se desplazan con dirección al norte y afectan principalmente la costa con vientos fuertes generalmente acompañados de precipitación abundante.

Los Informes de ciclones tropicales del Centro Nacional de Huracanes (2018)<sup>1</sup> (National Hurricane Center por sus siglas en Ingles) contienen información completa sobre cada ciclón tropical, incluida la historia sinóptica, las estadísticas meteorológicas, las víctimas y los daños, y la mejor trayectoria posterior al análisis (posiciones e intensidades de seis horas). Los ciclones tropicales incluyen depresiones, tormentas y huracanes. En la figura 4 se muestra aquellas que se han presentado recientemente en el área de estudio. Donde, se puede observar que el más reciente se presentó en el año 2011, que corresponde a una tormenta tropical de nombre Rina.

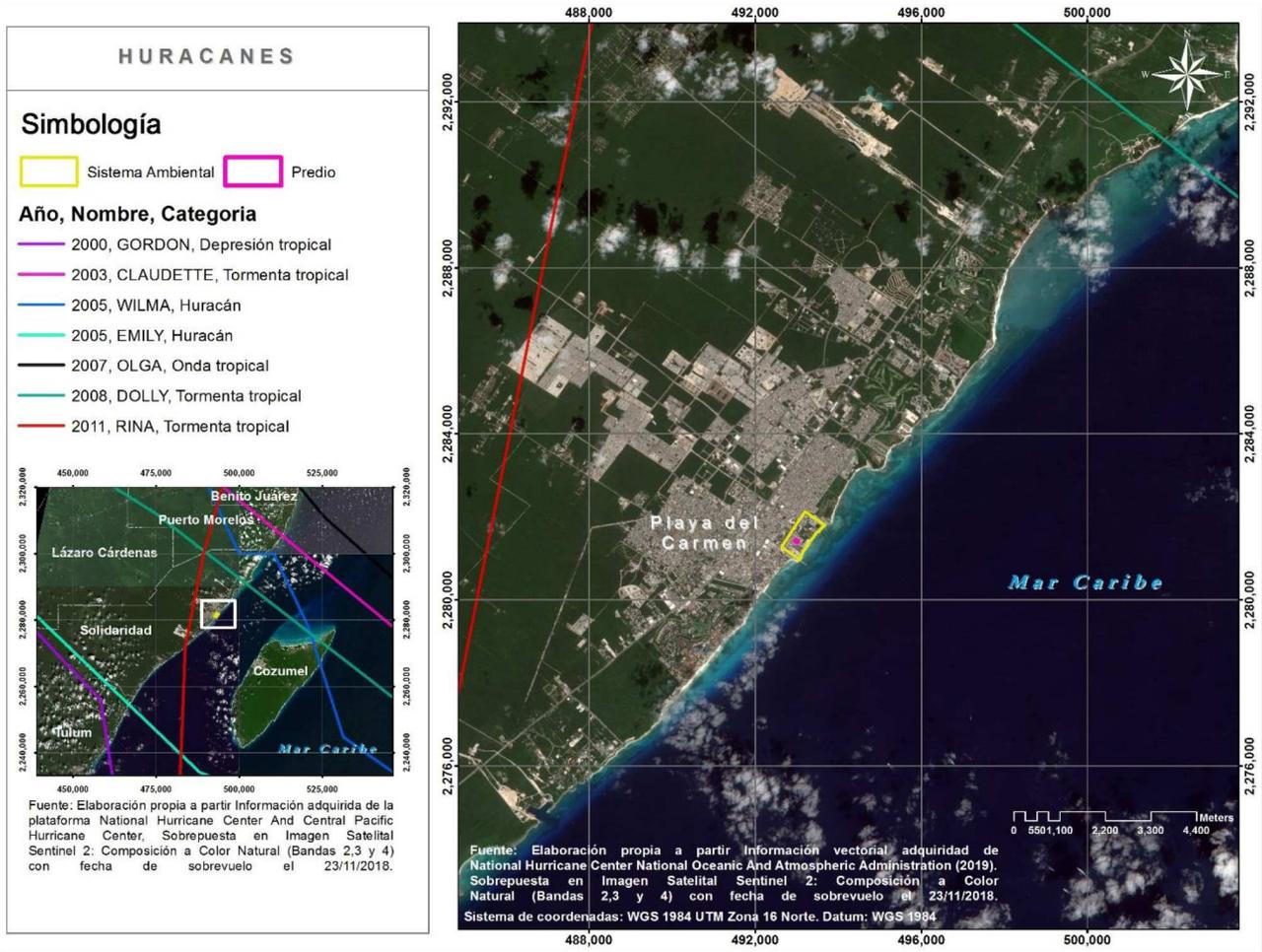


Figura 4. Mapa de fenómenos meteorológicos acontecidos en el área cercana al predio del proyecto (Fuente: National Hurricane Center And Central Pacific Hurricane Center, 2018).

Independientemente de que se trate de huracán, tormenta tropical, surada o norte, estos fenómenos son importantes agentes en la modificación de las Costas de Quintana Roo y contribuyen al proceso de erosión de las playas en el Estado. La fuerza del embate ocasiona muertes en la flora y fauna del litoral. Estas pérdidas

<sup>1</sup> National Hurricane Center And Central Pacific Hurricane Center National Oceanic And Atmospheric Administration. 2018. **Pistas ciclónicas tropicales del Atlántico.**

además se presentan en extensiones considerables. Las comunidades vegetales costeras, en particular la duna y el manglar sufren rupturas, desgajamiento y “quemaduras” por sal marina, de tal forma que se modifica temporalmente el paisaje.

Estos eventos meteorológicos afectan la dinámica costera de Quintana Roo, tanto a nivel geomorfológico como biológico. Por las características que presentan las costas del estado, las fuerzas de un huracán son suficientemente grandes como para modificar su morfología, aunque la magnitud y permanencia de estas modificaciones se determina en mucho por la densidad y la resiliencia de la cobertura vegetal asociada a la franja costera.

Otra consecuencia del paso de huracanes son los incendios que generalmente se presentan en la siguiente temporada de estiaje tras su paso, debido a la gran cantidad de material vegetal seco que es defoliado por los fuertes vientos y la brisa marina.

### **3.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.**

La Península de Yucatán se formó por sedimentación calcárea, encontrándose en un principio cubierta por un mar de poca profundidad, que fue emergiendo poco a poco, unos centímetros cada siglo, adquiriendo una forma de relieve plana, con escasa elevación sobre el nivel del mar y una ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos. Las unidades litológicas del estado están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario (Paleoceno) hasta el Cuaternario, aflorando las más antiguas en el suroeste y conforme se avanza rumbo al norte y este, se van haciendo más jóvenes.

Con base en la caracterización ambiental para el municipio de Solidaridad y en base a la carta geológica del INEGI, la mayor parte del territorio tiene origen geológico en el Terciario Superior con tipo de roca caliza abarcando principalmente la porción continental, mientras que en la costa se diferencian dos orígenes geológicos más, los cuales se refieren al Cuaternario y al Plioceno, con cuatro diferentes orígenes para los suelos que predominan en la zona, los cuales son: palustre (pa), litoral (li), eólico (eo) y lacustre (la). De acuerdo con lo anterior en el municipio de Solidaridad el 98.76% de la superficie tiene un origen geológico en el Terciario Superior, donde el 5.19% se clasifica dentro de la época del Plioceno, esta área se refiere a la porción continental del municipio básicamente; respecto a la costa que tiene un origen más reciente en el Cuaternario, en conjunto suman apenas el 1.24% de la superficie de este municipio, con diferentes orígenes de suelo.

Específicamente para el SA, se presentan dos tipos de rocas la primera corresponde al tipo Tpl (cz) que se refiere a rocas calizas sedimentarias de origen Neógeno dentro de la época del Plioceno (Figura 5), este tipo de rocas se forman cuando los sedimentos arrastrados de las rocas por meteorización o erosión se unen entre sí y forman cúmulos que alcanzan considerable espesor hasta que se convierten en nuevas rocas. Todo el proceso es un poco más complejo. Los materiales arrancados

suelen depositarse en el fondo de cuerpos de agua, y con el paso del tiempo se acumulan en varias capas. El peso de las capas superiores aplasta a las inferiores, y por ende, se compactan. Posteriormente los fragmentos se unen en un proceso llamado cementación, el cual origina las rocas sedimentarias.

De igual forma se presenta el tipo de depósito Q(li), Litoral, formado por material que se acumula en las zonas costeras por la acción de las olas y las corrientes marinas. Originada en la era del Cenozoico del sistema cuaternario.

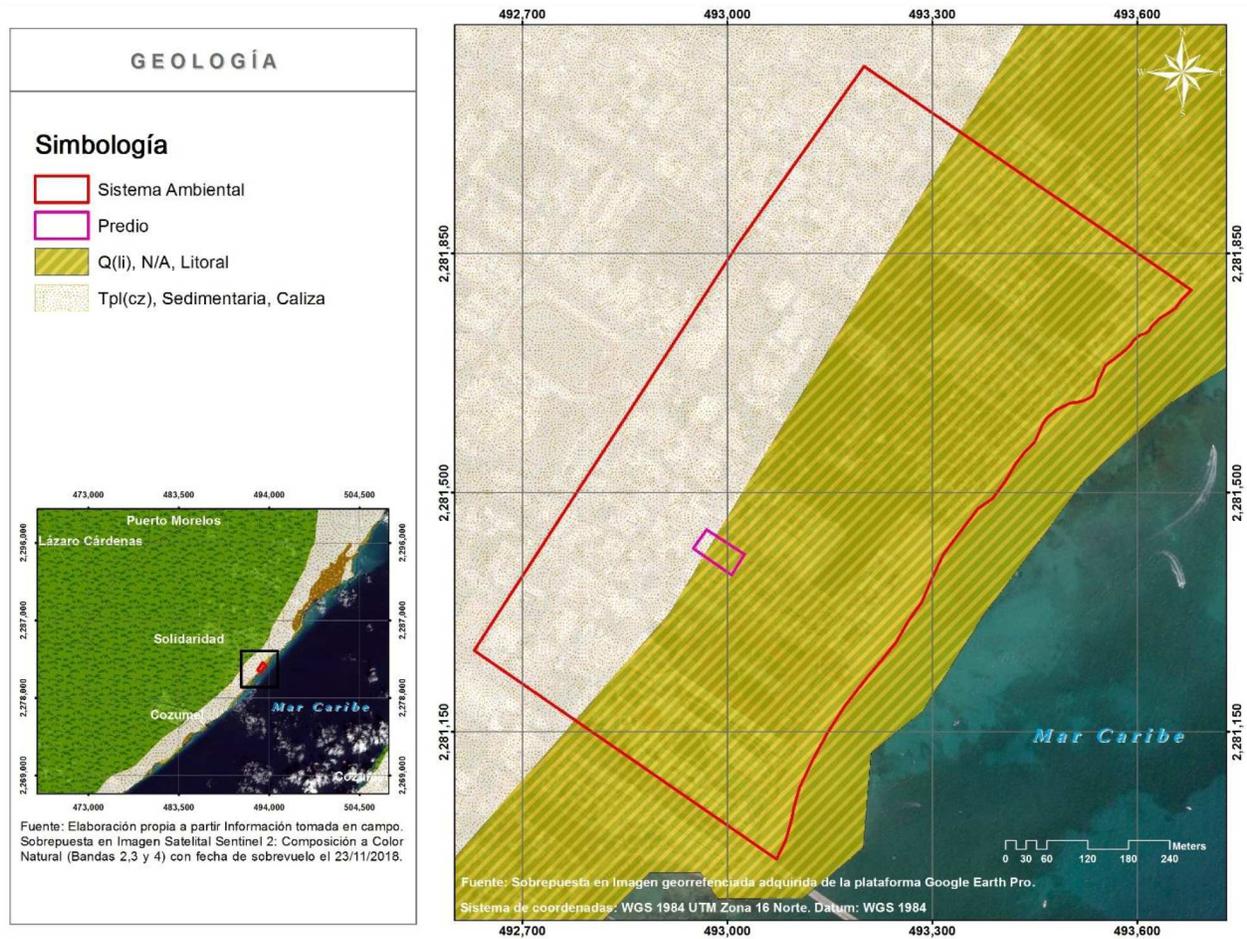


Figura 5. Mapa geológico del área de estudio que corresponde a las Calizas del Cuaternario Eólico.

### 3.5 SUELO.

El territorio del municipio de Solidaridad en la mayor parte de su superficie continental presenta suelo de tipo Litosol como suelo primario, mientras que en la porción Oriental, donde existen ecosistemas costeros y de manglar, los suelos primarios presentes son Litosol con Rendzina, Solonchak órtico, Solonchak gléyico, Gleysol mólico y Regosol calcárico. De acuerdo con la caracterización ambiental de Solidaridad, el 85.92% de la superficie del municipio presenta un suelo primario de Litosol, del cual el 82.57% tiene suelo secundario de Redzina de clase textural

media (I+E2); las Redzinas como suelos primarios ocupan una superficie del 12.96%, el Solonchak el 0.88%, el Regosol el 0.17% y el Gleysol 0.08%.

Los suelos encontrados en el Sistema Ambiental corresponden a Rendzinas y Regosol, mientras que en la superficie del predio se presenta únicamente el suelo de tipo Regosol (Figura 6), por lo que a continuación se describirá de manera más amplia de acuerdo con INEGI (2005):

**Rendzina:** estos suelos se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos por debajo de los 25 cm pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia.

**Regosol:** son suelos con poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí, en general son claros o pobres en materia orgánica, pareciéndose siempre a la roca que les da origen. En México, este tipo de suelos constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión. Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Se incluye en este grupo los suelos arenosos costeros y que son empleados para el cultivo de coco y sandía con buenos rendimientos.

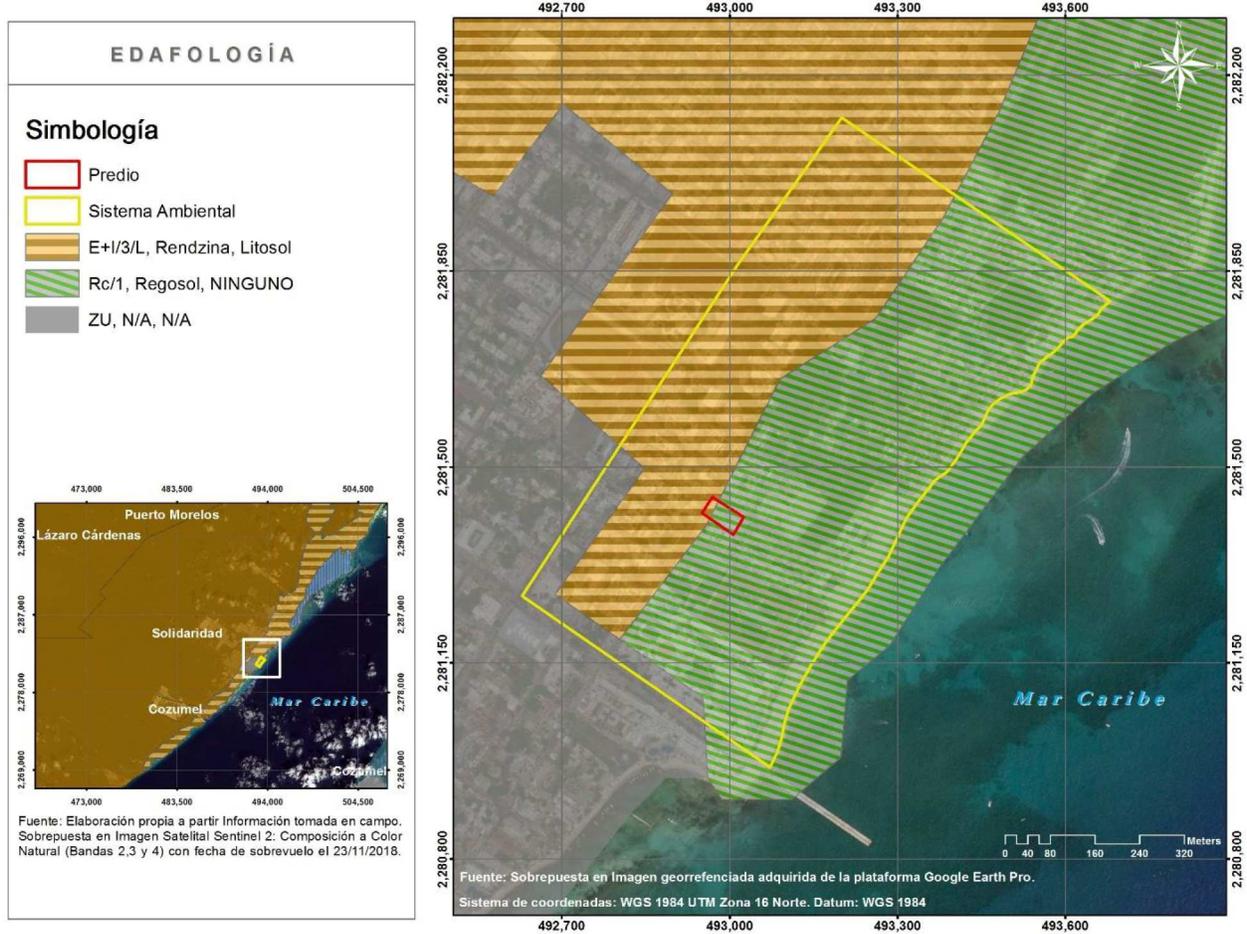


Figura 6. Tipo de suelo presente en el área de estudio y sistema ambiental.

### 3.6 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.

El SA se ubica en la Región Hidrológica 32 (como se muestra en la figura 7), Cuenca 32A Quintana Roo, la cual ocupa 31% de la superficie estatal e incluye prácticamente toda la zona norte del estado, así como las Islas Cozumel, Mujeres y Contoy; recibe una precipitación anual que va desde 800 mm en el Norte a más de 1,500 al Sureste de la cuenca, presentando un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda la porción continental, excepto las franjas costeras que tienen de 5 a 10 % o 10 a 20% debido a la presencia de arcillas y limos. En esta cuenca no existen corrientes superficiales, así como tampoco cuerpos de agua de gran importancia; sólo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna y La Unión, así como lagunas costeras como la de Conil, Chacmochuch y Nichupté.

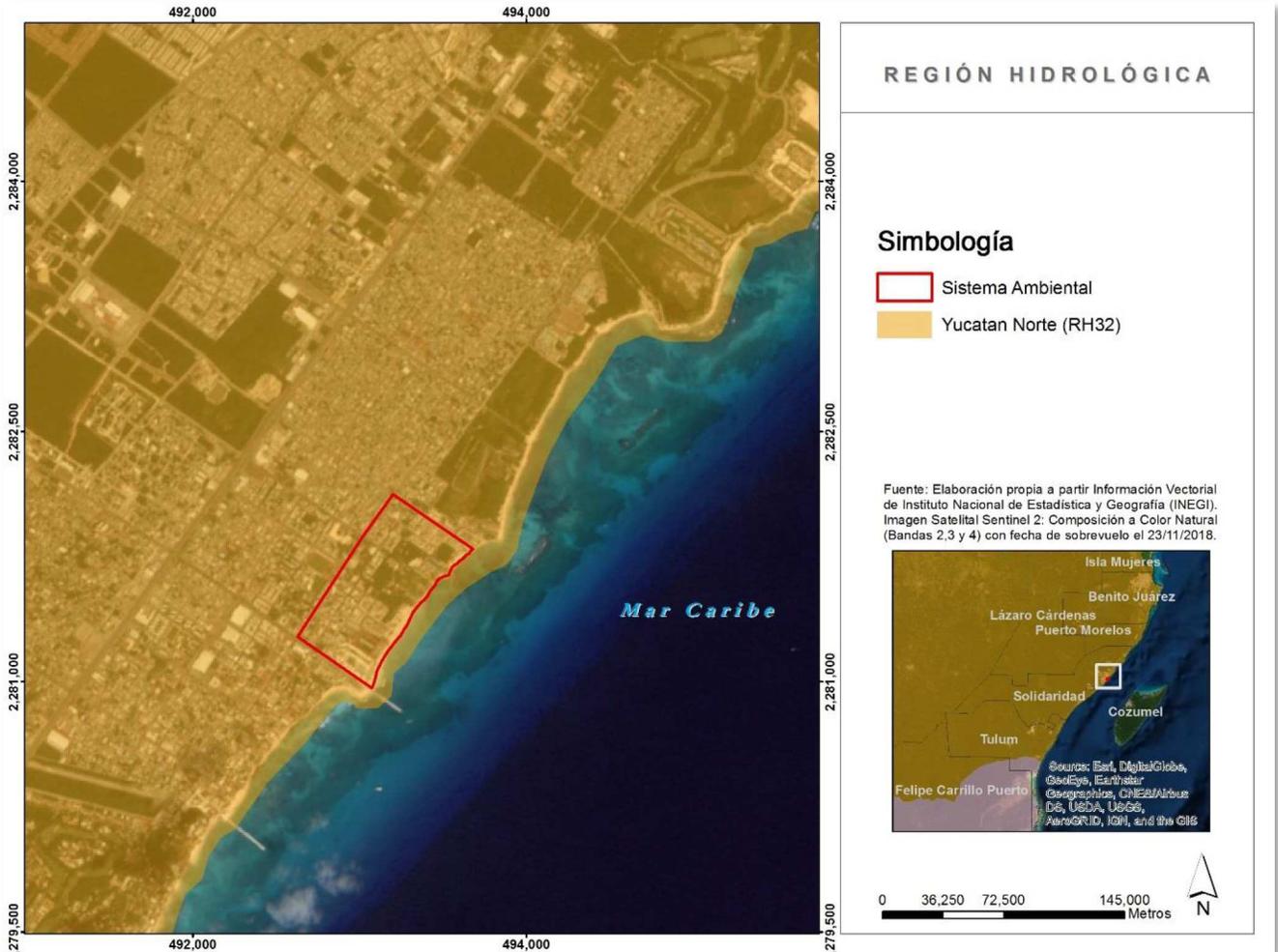


Figura 7. El SA se encuentra en la Región Hidrológica 32, denominada Quintana Roo.

La temperatura media anual es de 26°C con una precipitación que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 mm al Sureste y con un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda, excepto en las franjas costeras que tienen de 5 a 10 % o 10 a 20 % debido a la presencia de arcillas y limos (INEGI, 2002)<sup>2</sup>(Figura 8).

<sup>2</sup> SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. Inédito. En: INEGI, 2002. **Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo**. México, 79 p.

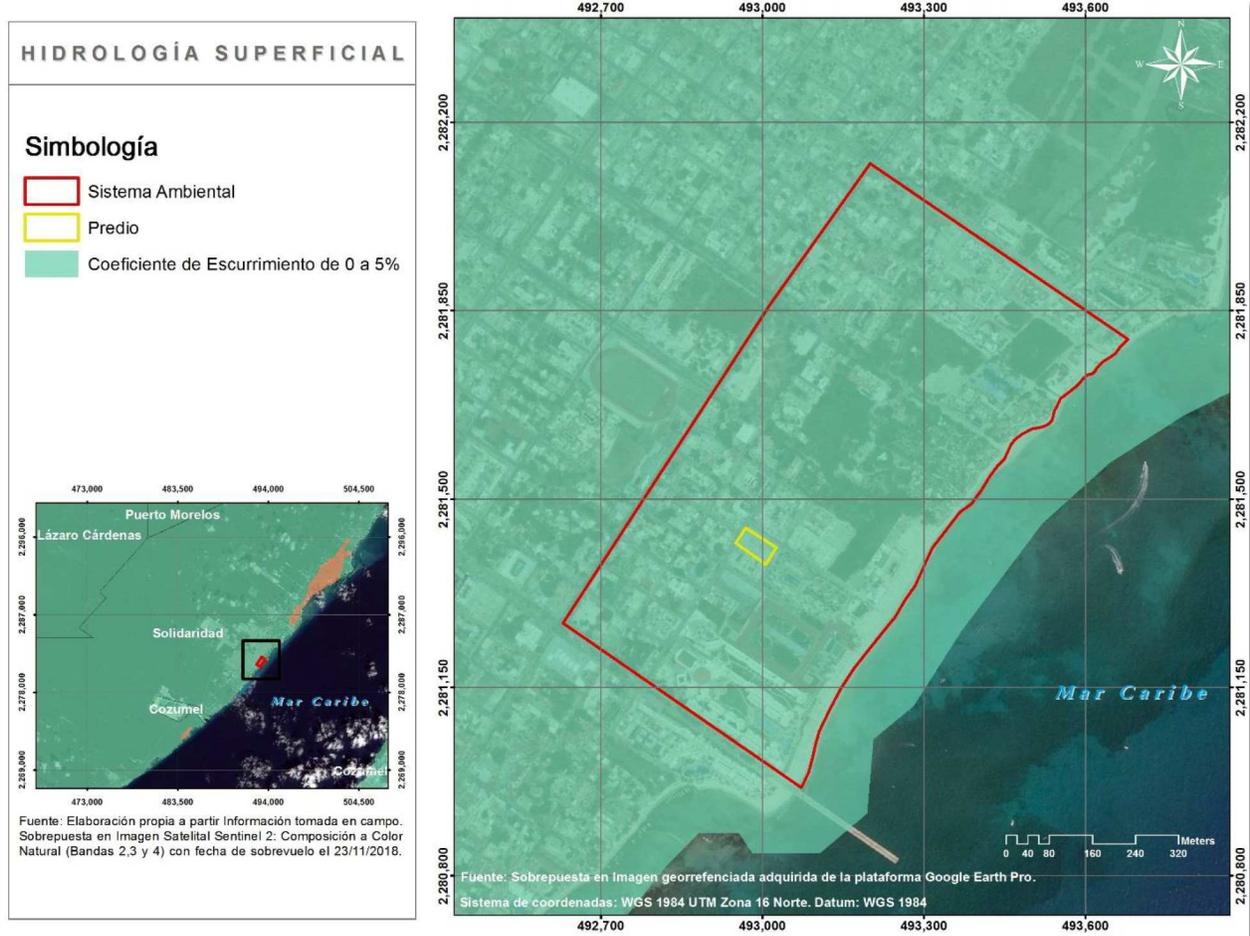


Figura 8. Mapa de la hidrología superficial donde se ubica el área de estudio.

Para el área de estudio como para el resto del estado de Quintana Roo la mayoría de las corrientes superficiales son transitorias, de bajo caudal, recorrido muy corto y desembocan en depresiones topográficas donde forman lagunas. Por este motivo, el aprovechamiento del agua superficial es muy limitado y, si se compara con el uso del agua subterránea, es muy poco significativo. La alta permeabilidad del suelo ha favorecido el desarrollo del relieve cárstico. Sin embargo, también hay superficies de permeabilidad intermedia y baja, ubicadas en depresiones tectónicas o cársticas donde se han acumulado suelos residuales y materiales transportados por la escasa actividad fluvial. Las corrientes superficiales suelen formar redes dendríticas, surgencias y pérdidas. El régimen de la mayoría de las corrientes, salvo algunas excepciones, es intermitente; muchas de ellas sólo circulan en presencia de pendiente en el suelo (mayor a 1.5 %), por lo que al llegar a una zona de ruptura de la pendiente su cauce desaparece en la superficie y continúa en la profundidad.

En el área de estudio no se presentan corrientes superficiales debido a la naturaleza cárstica del terreno y al relieve ligeramente plano que presenta alta permeabilidad. Al no existir flujos superficiales permanentes, la porción del agua pluvial que no se

pierde por evapotranspiración, se filtra al suelo, produciendo una saturación de las capas superficiales y por consiguiente su incorporación al acuífero subterráneo.

Los cuerpos de agua superficiales más representativos en el territorio del Municipio de Solidaridad y en el estado, corresponden principalmente a afloramientos de agua subterránea alumbrados por procesos naturales de disolución de la roca caliza por efecto del agua de lluvia que se infiltra al subsuelo y erosiona, química y físicamente, la roca, formando grutas y cavernas, algunas de las cuales presentan desplomes en su techo formando los denominados cenotes.

Otros cuerpos de agua que se presentan son intermitentes y de origen pluvial, Akalchés, como se les denomina localmente, los cuales se forman en suaves depresiones topográficas con sedimentos finos impermeables, hacia donde fluye el agua producto de la precipitación pluvial por escurrimientos y queda atrapada por el sedimento impermeable. La permanencia y temporalidad de estos cuerpos de agua dependen de factores climáticos como la temperatura, evaporación y precipitación pluvial.

### **3.7 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.**

Con base en la carta de hidrología subterránea del INEGI, existen 4 unidades geohidrológicas, las cuales se clasifican de acuerdo a sus características físicas e hidrológicas en dos grupos: consolidados y no consolidados, y conforme con su factibilidad de funcionar como acuífero en tres grupos: con posibilidades altas, medias y bajas.

Siguiendo con la cartografía mencionada, se tiene que parte del Sistema Ambiental se encuentra en la zona denominada, material consolidado con posibilidades altas, al igual que el predio del proyecto (Figura 9).

**Material consolidado con posibilidades altas.** Unidad constituida por uno o varios tipos de roca que funcionan como acuífero y deben su rendimiento principalmente a sus características de alta permeabilidad y transmisividad del fracturamiento, porosidad, disolución, estructura o grado de cementación. Las obras de explotación existentes en esta unidad suelen tener rendimiento mayor a 40 litros por segundo.

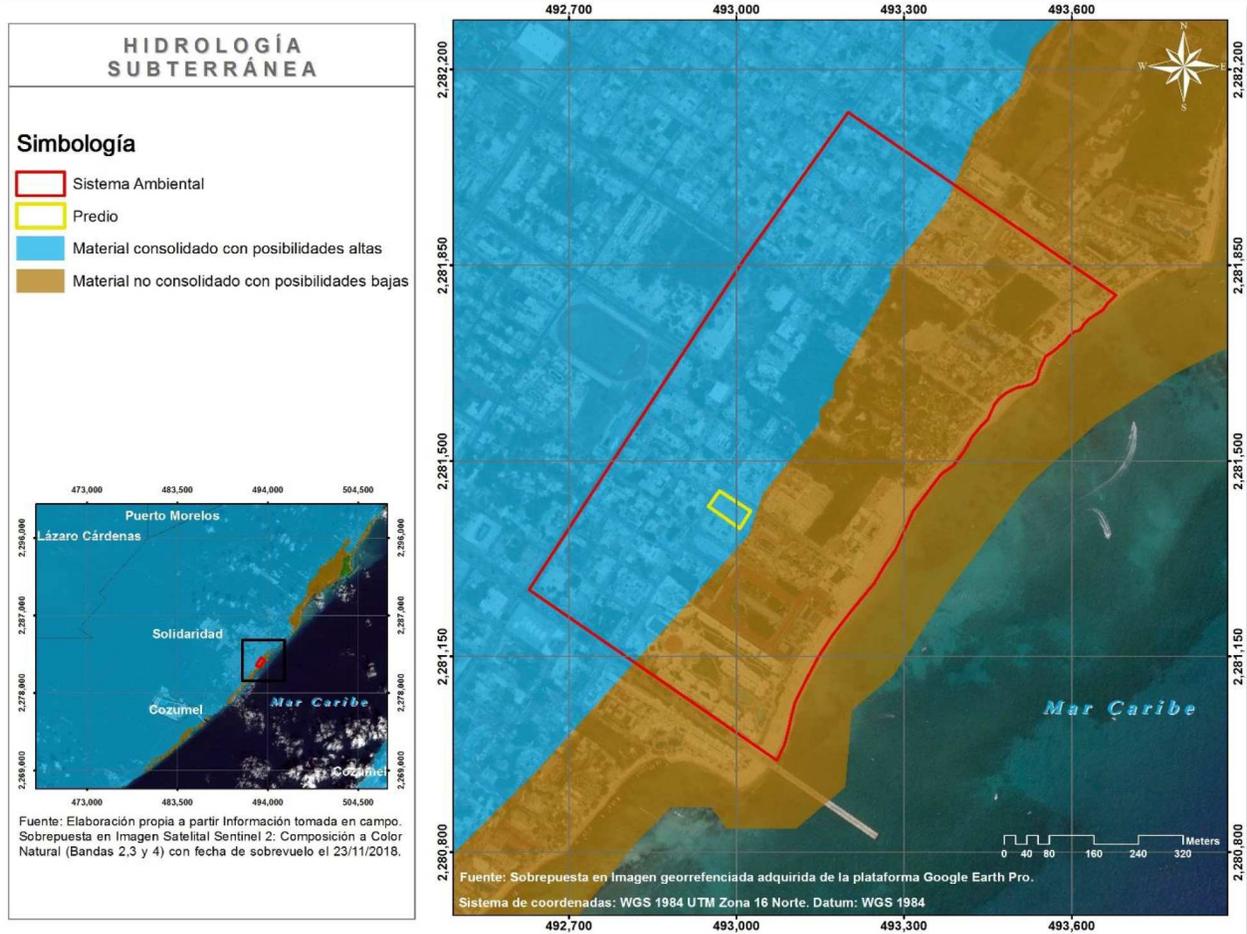


Figura 9. Mapa de hidrología subterránea del área de estudio.

Se realizó un Estudio Geohidrológico (Anexo 1 de la presente MIA-P) con el objetivo de determinar la no afectación del acuífero por la instalación de un sistema de Ósmosis para la potabilización y tratamiento de aguas y considerando los valores registrados en dicho estudio. Se determinó que en el área de estudio predomina un sistema cárstico que mantiene un balance hidráulico favorable debido al flujo subterráneo descrito y a la transmisibilidad del acuífero en la zona por lo que se hace viable la instalación del sistema de Ósmosis ya que no afectará el acuífero en ninguna forma la derrama de excedentes del agua de rechazo al inyectarla a un pozo profundo debidamente diseñado para este fin. Alguno de los resultados obtenidos en el Estudio Geohidrológico se presenta a continuación:

- Que los rasgos estructurales geológicos más notables en esta zona se exhiben en dos direcciones: una que corresponde principalmente a fracturas subterráneas que se alinea de noreste a suroeste, y otra, con una orientación de noreste a sureste, muestra claramente fracturas de dimensiones diversas y estructuras cavernosas normales, además que por regla general los cenotes se encuentran en estos accidentes o en su intersección.

- Con la finalidad de caracterizar de manera indirecta los materiales del subsuelo se realizaron estudios de resistividad eléctrica mediante sondeos eléctricos verticales. Los resultados de estos sondeos permitieron conocer la forma y distribución de las unidades geoelectricas en el subsuelo. Se establecieron 3 sondeos eléctricos verticales dentro del área de estudio, mismos que tuvieron alcances de 100 metros cada uno. De manera general en la zona las condiciones resistivas prevalecientes bajo la superficie del terreno, reflejan de manera indirecta tanto características litológicas, como las relacionadas con el agua subterránea que se mueve a través de las rocas, las zonas altamente conductoras se asocian con la intrusión del agua marina hacia el continente, con valores de resistividad menores de 100 ohm-m y por consiguiente la roca caliza presenta un alto grado de carsticidad o disolución, ya que permite un flujo con resistencias. En la figura 10 se muestra el diagrama de la sección geoelectrica A-B.

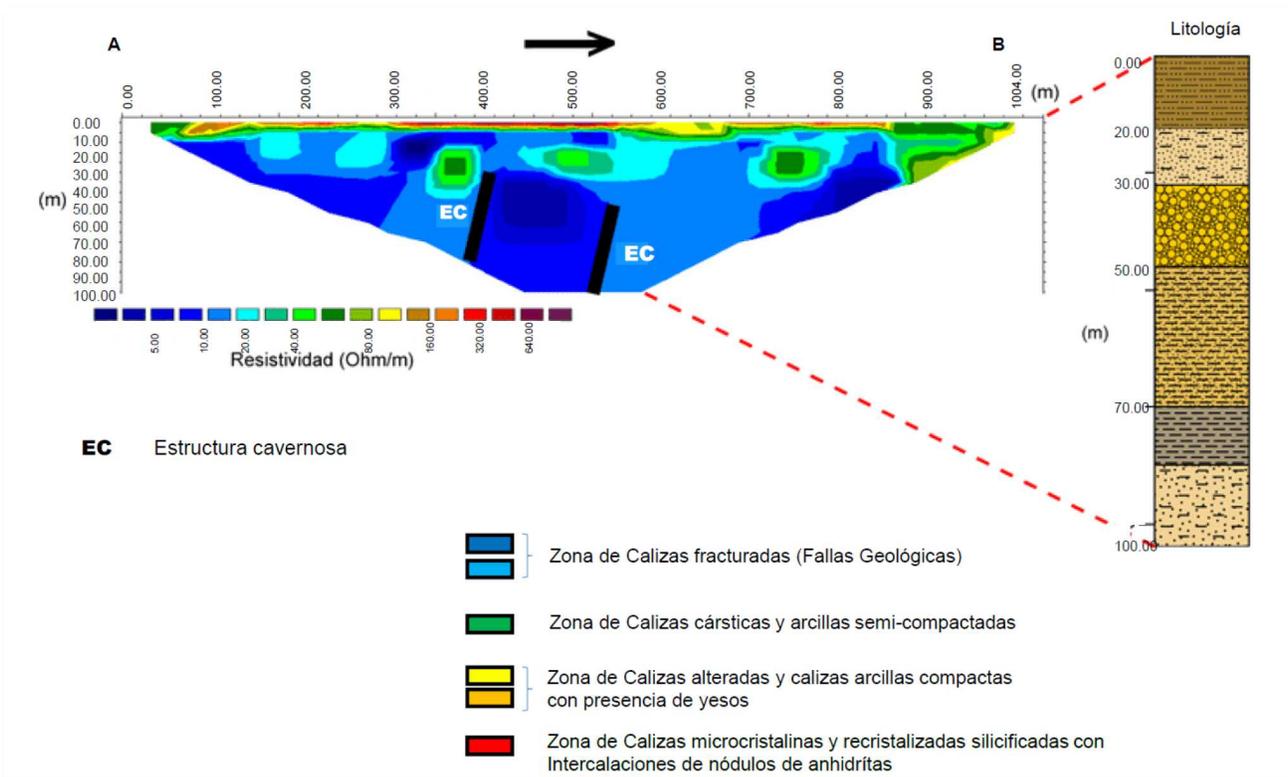


Figura 10. Descripción sección geoelectrica A-B.

- De la dirección de flujos, debido a la gran permeabilidad del acuífero el movimiento del agua es inducido por un gradiente hidráulico sumamente pequeño de 2 a 20 cm por km; en consecuencia, la carga hidráulica sobre el nivel del mar es menor que dos metros dentro de una faja de 10 a 50 km de ancho a partir de la costa, de 10 a 20 m en la porción alta de la llanura y de 20 a 30 m en el borde sur-occidental del estado. A escala regional no se ha provocado cambios apreciable en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles de agua, lo cual se debe, por parte, a que el volumen

de agua extraído es despreciable en comparación con la recarga. En la figura 11 se muestra el diagrama de flujo de la zona de estudio.

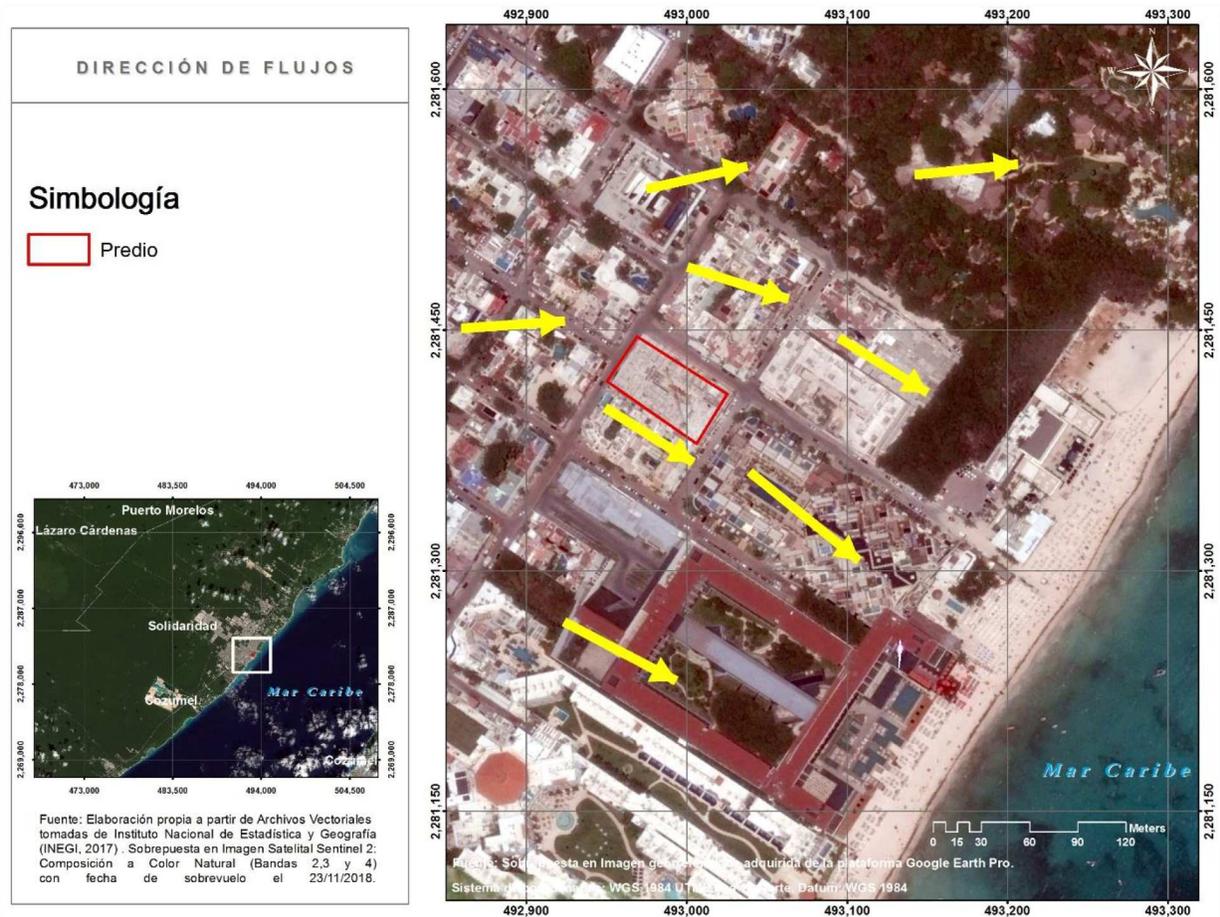


Figura 11. Dirección de flujos en el área de estudio.

- La medición del nivel freático en cada sondeo exploratorio se realizó para posteriormente calcular la elevación del nivel de agua con respecto al nivel medio del mar. Se observa que el potencial varía entre 51 y 75 cm de altura con respecto al nivel medio del mar. Se observa que los potenciales son muy parecidos revelando que el gradiente hidráulico del acuífero es muy bajo y que el flujo subterráneo es de los sondeos 1 y 2 hacia el 3.
- Se visualiza que la variación del mar sí afecta en la variación del nivel del acuífero de acuerdo al comportamiento de las mareas, sin embargo, el nivel del agua del mar no rebasa del acuífero en ninguno de los puntos monitoreados.
- El modelo de Ferris, supone que el efecto observado tierra adentro por efecto de la marea (eficiencia de la marea y variación periódica del nivel estático), se traduce en el resultado de la oposición del medio poroso (transmisividad y almacenamiento) a que ésta se transmita reduciendo su amplitud y retrasando su efecto. Fue con base a este modelo que se mostró que el acuífero alojado en su mayoría en la zona de estudio tiene un espesor de

caliza arrecifal de 5 m de espesor confinado por un acuitardo de calcarenita impermeable. Debido a las condiciones hidráulicas que imperan se supusieron valores de almacenamiento de entre  $1 \times 10^{-1}$  y  $1 \times 10^{-3}$  (suponiendo que el acuífero de calizas arrecifales está semi-confinado por el espesor de calcarenita; este último aloja un acuífero libre o semi-libre colgado), estos mismos almacenamientos fueron utilizados para simular en los sondeos el comportamiento del acuífero y a la influencia de la marea como se muestra en los registros. Por otro lado, se calculó el tiempo de retraso a la zona de estudio en 0 minutos y se determinaron amplitudes de marea de entre 1 y 4 cm, para S1; mientras que las mareas astronómicas arrojan amplitudes de mareas de entre 21 y 8 cm, por lo que la eficiencia de la marea es del 22 %. La distancia de los puntos a la costa es de 1,300 m.

- Al analizar los resultados de las conductividades hidráulicas se observó que la conductividad hidráulica puede adquirir valores de entre 13 y 1300 m/d, tomando un valor conservativo promedio de 641 m/d; hacia la costa se puede esperar que los valores de esta conductividad hidráulica reduzca debido al incremento del espesor saturado de calcarenitas; de igual forma, existen zonas donde pueden haber irregularidades en la litología (conductos de disolución, fracturamiento) que pueden conferir valores de conductividad hidráulica al acuífero cercanos al máximo calculado de 1,300 m/d, e incluso mayores.
- En la zona se ha calculado un gradiente promedio de  $2.00 \times 10^{-4}$  m/m; mismo que puede variar en función de la recarga del acuífero. Se observa que el flujo subterráneo del predio Hotel Reef 28, puede definir en 1 tubos de corriente que abarcan una zona de descarga del predio con una longitud de 1,200 m. Se debe recordar que la mayor cantidad de agua se mueve a través de los estratos más permeables de caliza arrecifal. Finalmente, como resultado se tiene que ingresan al predio una cantidad de 311 m<sup>3</sup>/día y salen en su zona de descarga 145 m<sup>3</sup>/día. Se calculó el gasto unitario; es decir, el gasto en metros cúbicos por día o litros por segundo que atraviesa por cada metro lineal de acuífero de espesor de 15 m. Los resultados son que ingresan 0.04 m<sup>3</sup>/día por cada metro lineal de acuífero.
- Para calcular las entradas y salidas subterránea se considera un mapa de equipotenciales y una red de flujo utilizando los datos de los resultados de los monitoreos. Los resultados muestran que el predio tiene entradas de agua al Oeste; y ha sido calculada en 311.34 m<sup>3</sup>/día y la descarga subterránea en 145 m<sup>3</sup>/día.
- Al hacer el balance de Entradas-Salidas (disponibilidad), se observa que el balance es positivo y muestra una disponibilidad de agua de 166.34 m<sup>3</sup>/día; sin embargo este balance incluye únicamente el agua dulce del predio atrapada en la duna de arena y el acuitardo de calcarenitas; despreciando el agua salobre y el acuífero de agua marina, por lo que el aprovechamiento de agua salobre estará disponible a las necesidades del usuario.

## 4 VEGETACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL.

### 4.1 METODOLOGÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL SA.

Para describir la vegetación del sistema ambiental, primero se consultó la caracterización vegetal realizada para el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, publicada por la UQROO (2005), después se prosiguió a identificar lo establecido en la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VI establecido por el INEGI.

Finalmente, para caracterizar la vegetación presente en el SA, se hizo una sobre posición del polígono que conforma el Sistema Ambiental sobre una imagen satelital obtenida de la plataforma de World Imagery 2018 directamente en el software ArcMap 10.5. Así mismo se analizaron algunos ortofotomosaicos, así como imágenes georeferenciados adquiridas de la plataforma de Google Earth Pro realizados en los años 2015 y 2016 para la zona de la carretera federal 307 hacia el Mar Caribe.

### 4.2 RESULTADOS.

La caracterización vegetal realizada para el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, publicado por la UQROO (2005), describe con mayor detalle los diferentes tipos de vegetación del estado. Este documento fue uno de los puntos de comparación para los resultados del presente estudio en lo que a vegetación terrestre se refiere. Según este documento en el área de estudio se desarrollan los siguientes tipos de vegetación:

- Vegetación manglar: Para el estado de Quintana Roo, el manglar integra por lo menos nueve asociaciones características, mismas que se distribuyen a lo largo de toda la zona costera desde Holbox a Xcalak. De hecho se puede considerar que el manglar ocupa la franja de este terreno paralela a la vegetación costera. En este sentido. De acuerdo a la caracterización realizada se ha determinado la presencia de una gran variación dentro de los ecosistemas de manglar, los cuales desde manglares chaparros y enanos (entre 1 a 3 metros de altura), dentro de las especies identificadas en este tipo de vegetación se encuentran: mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle negro (*Avicennia germinans*).
- Vegetación arbórea y arbustiva con desarrollo secundario: Esta vegetación es extensa en el estado en zonas donde la vegetación natural de selva (en sus tres niveles de altura), ha sido reemplazada por áreas de vegetación alterada y en distintos grados de recuperación, la cual en la gran mayoría de los casos alcanza la misma altura (8 a 14 m), y composición florística semejantes a las de la vegetación de selva baja Subcaducifolia, por esta razón la vegetación con desarrollo secundario en muchas ocasiones es inadecuadamente identificada. Las causas que han afectado a la vegetación son variadas y pueden ser atribuidas a fenómenos naturales como es el impacto de huracanes, a la presencia de incendios, o bien,

zonas desmontadas con fines agrícolas, pecuarios o desmontes furtivos que han quedado en abandono y en las que no se lleva a cabo ninguna actividad productiva. Otra de las actividades que promueve la formación de acahuales es el aprovechamiento furtivo de la madera, el cual se realiza sin ninguna tecnificación.

Ahora bien, a partir de la carta de Uso de Suelo y Vegetación 1:250,000 serie VI del INEGI<sup>3</sup>, tanto el Sistema Ambiental como el predio del proyecto, se encuentran inmersos en la unidad ambiental denominada como Urbano Construido (AH) como se muestra en la figura 12.

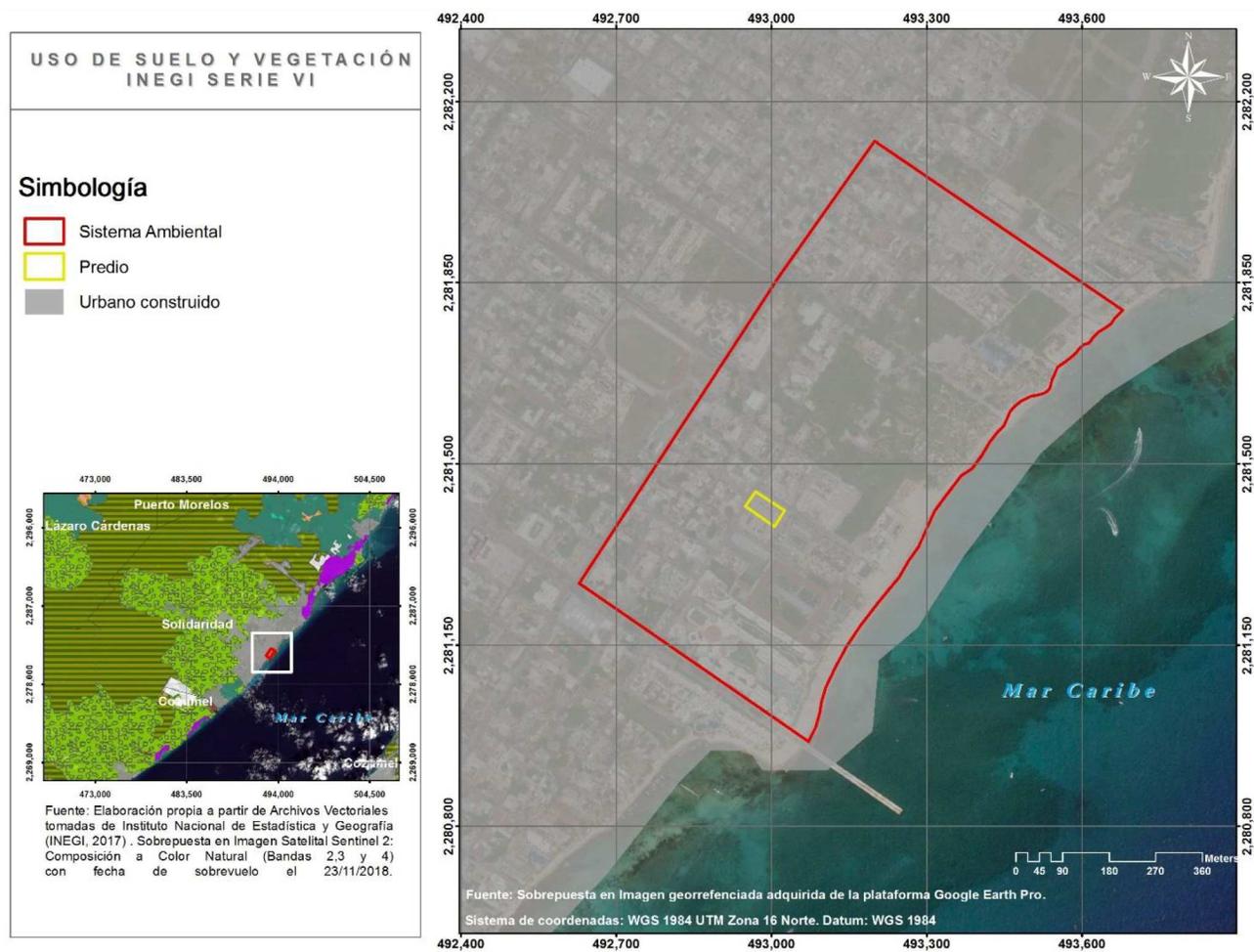


Figura 12. Mapa de uso de suelo y vegetación, resultado de la capa del mismo nombre del INEGI serie VI.

Como resultado del análisis de fotointerpretación se determinó que para el SA se distinguen 2 unidades ambientales por el tipo de cobertura vegetal, siendo en orden

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Diciembre 2017. **Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VI.** <  
[http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2017/especiales/especiales2017\\_12\\_01.pdf](http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2017/especiales/especiales2017_12_01.pdf)>.

de mayor a menor superficie: vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia con el 7.98%, y manglar con 2.1% (Figura 13). Asimismo, hay otras coberturas de índole natural como la playa arenosa que representa el 3.47% dentro del SA (Cuadro 1).

En cuanto a otras coberturas, la que presentó mayor superficie con un porcentaje de ocupación fue los asentamientos humanos con 83.83%, seguido del uso de área perturbada con 1.67%, y desprovisto de vegetación con un porcentaje de ocupación de 0.98%.

Con base a los resultados obtenidos de la fotointerpretación se puede notar que el sistema ambiental está cubierto en su mayor parte por los asentamientos humanos, seguido por vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

Cuadro 1. Superficies del SA cubiertos por los diferentes tipos de vegetación y asociaciones vegetales, de acuerdo con la fotointerpretación.

Tipo de vegetación	Superficie		
	m <sup>2</sup>	ha	%
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	42,790.58	4.28	7.98
Manglar	11,220.55	1.12	2.1
<b>Subtotal</b>	<b>54,011.13</b>	<b>5.40</b>	<b>10.08</b>
<b>Otras coberturas</b>			
Asentamientos humanos	449,701.12	44.98	83.83
Desprovisto de vegetación	5,244.16	0.52	0.98
Área perturbada	8,830.10	0.88	1.64
Playa arenosa	18,630.62	1.86	3.47
<b>Subtotal</b>	<b>482,406.00</b>	<b>48.24</b>	<b>89.92</b>
<b>Total</b>	<b>536,417.13</b>	<b>53.64</b>	<b>100.00</b>

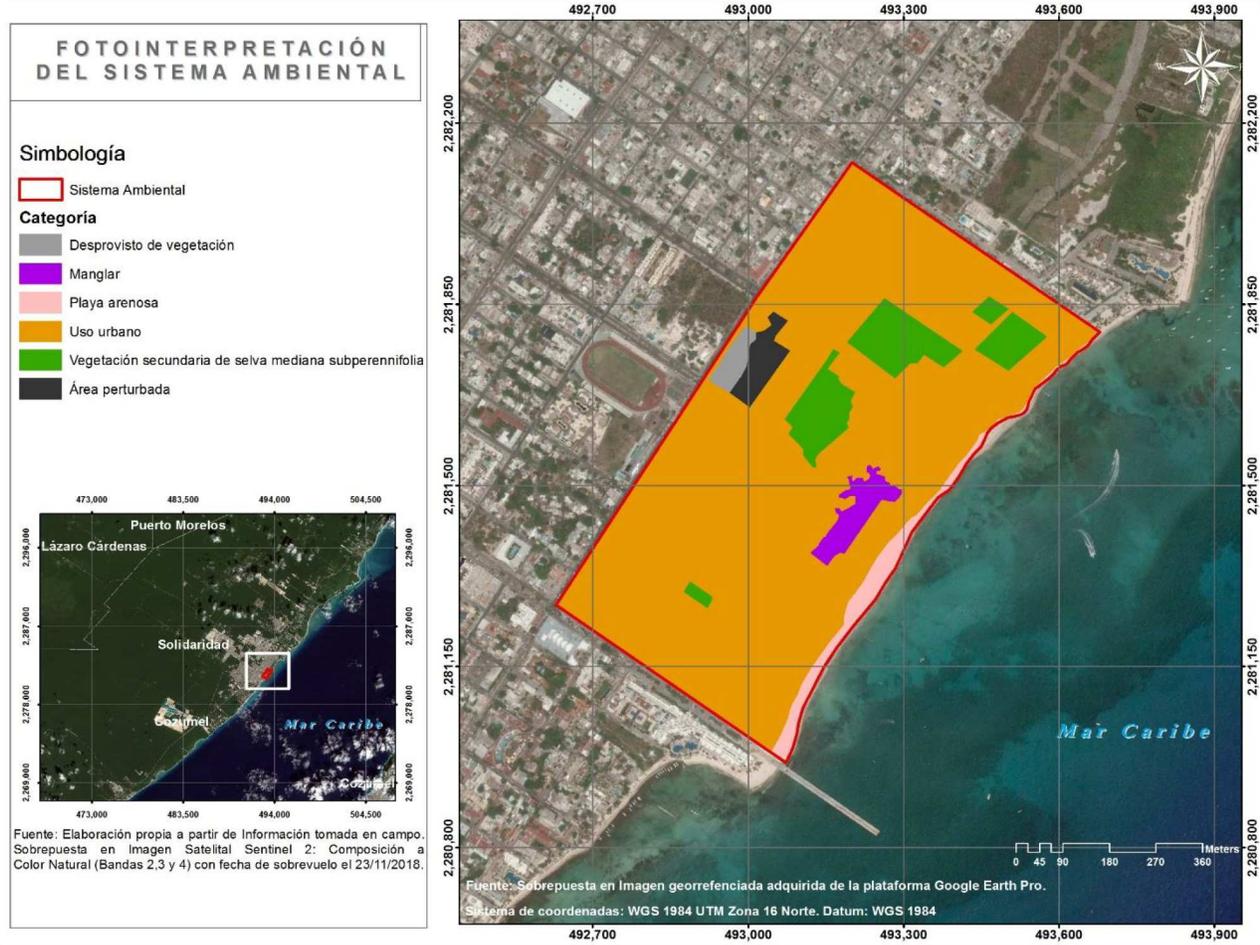


Figura 13. Mapa de vegetación y usos de suelo, resultado de la fotorinterpretación del polígono del SA.

La playa arenosa representa uno de los ambientes marinos más severos para las comunidades de los animales macro bentónicos, ya que éstas se encuentran controlados por procesos físicos (oleaje y corrientes) y geológicos (origen, sedimentación, tamaño de grano y transporte de sedimentos) que moldean la costa. En este tipo de cobertura dentro de SA no se identifican especies de flora, debido a las condiciones ambientales del área de estudio.

En cuanto a las coberturas identificadas como desprovisto de vegetación y área perturbada, posiblemente se relacionen con el desarrollo de alguna infraestructura. Resulta importante mencionar que dentro de la cobertura denominada asentamientos humanos, se encuentran agrupados desarrollos como hoteles, condominios y casas habitación. A continuación, se ilustran las unidades ambientales definidas para el SA.



Figura 14. Vista del límite sur del SA.



Figura 15. Infraestructura identificada en el SA.



Figura 16. Vegetación manglar identificada en el SA.

Con el objetivo de contar con un panorama detallado de las condiciones de la vegetación específicamente para el área del predio, objeto del presente estudio, se llevó a cabo la caracterización de las condiciones de dicho lote, siguiendo la metodología y obteniendo los resultados que se presentan a continuación.

### 4.3 METODOLOGÍA.

En Octubre de 2018 se recorrió el predio para el reconocimiento preliminar del área. En este reconocimiento se tomaron las coordenadas de los vértices del lote e identificación del desplante del proyecto.

Cabe mencionar que de acuerdo a las condiciones ambientales del predio del proyecto, no se realizó ningún método de muestreo específico.

### 4.4 RESULTADOS EN EL PREDIO.

El desplante de la planta Desaladora se llevará a cabo en una superficie construida del proyecto “Hotel The Reef 28” (Figura 17).

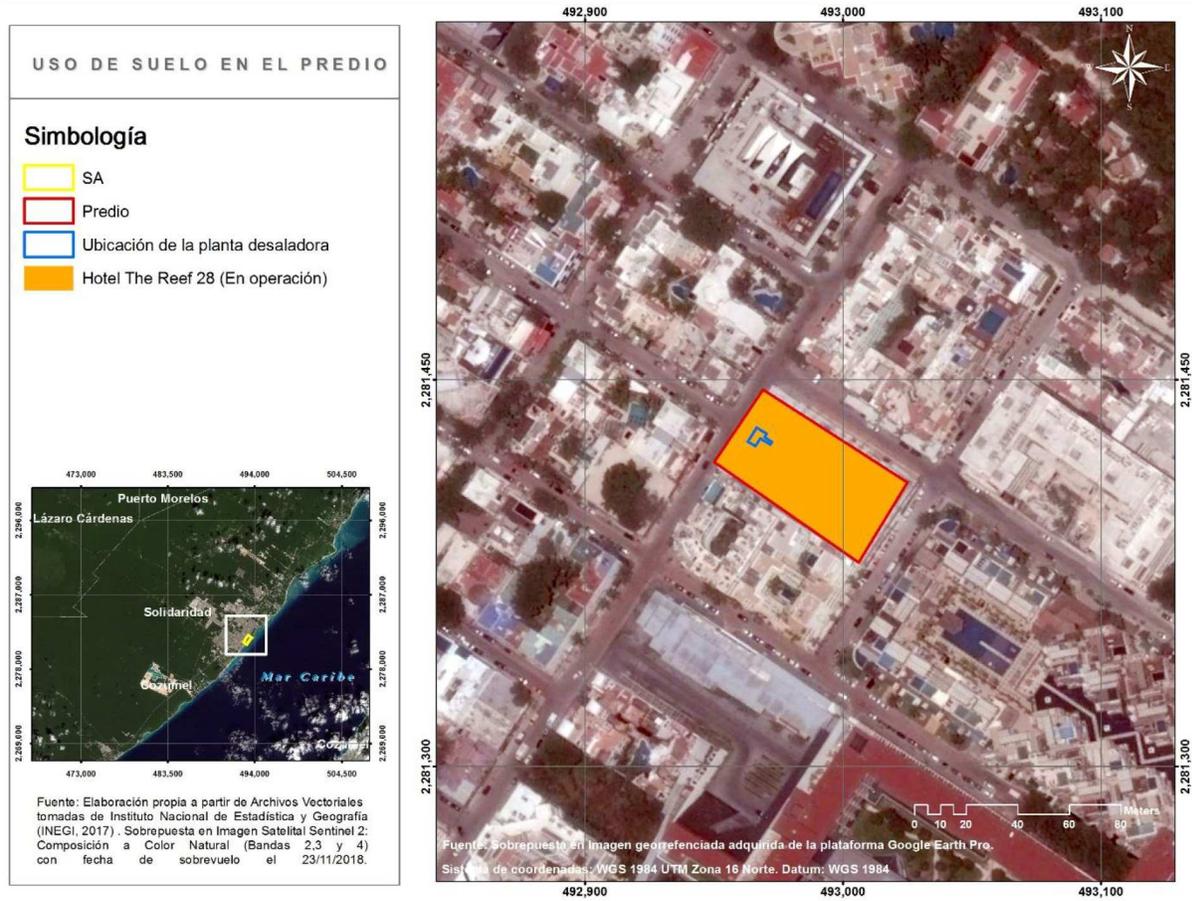


Figura 17. Condiciones del predio donde pretende establecerse la Planta Desaladora.

La planta desaladora ocupará una superficie de 24.0 m<sup>2</sup> y quedará en la zona de talleres del sótano del hotel. Los dos pozos requeridos para su operación se ubicarán en la zona de estacionamiento del sótano. En la figura 18 se puede visualizar el Hotel en operación.



Figura 18. Hotel The Reef 28.

## Conclusiones

Las condiciones ambientales del predio donde se pretende establecer el Proyecto “Planta Desaladora del Hotel The Reef 28” indican que se trata de un sitio ya construido, que es donde se encuentra operando el hotel.

Ahora bien, a pesar de que el proyecto “Planta Desaladora del Hotel The Reef 28” se pretende desarrollar en un sitio ya construido, se apega la normatividad vigente como lo es: el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo publicado en el Periódico Oficial el de 25 de mayo de 2009 y el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen 2010-2050 publicado en el Periódico Oficial el de 20 de diciembre el de 2010.

## **5 CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA DENTRO DEL ÁREA DONDE PRETENDE DESARROLLARSE EL PROYECTO.**

### **5.1 ANTECEDENTES.**

Generalmente, para este tipo de estudios se debe de considerar los grupos faunísticos, y que estos corresponden a las especies que permiten conocer acerca de la estabilidad o desequilibrio ambiental presente en el área de interés.

Si bien son pocos los antecedentes de trabajos científicos formales y sistemáticos sobre la fauna de Quintana Roo, para la zona donde se encuentra el predio objeto de este programa no se cuenta con antecedentes de trabajos científicos sobre fauna; sin embargo se cuenta con datos obtenidos en predios cercanos.

La Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del proyecto “Desarrollo Costa Turquesa” ubicado al norte del predio del proyecto y aun sin desarrollarse, realizada en 2005, reportó 6 especies de fauna distribuidas en tres grupos taxonómicos: Anfibios, Reptiles y Aves.

Teniendo entonces una especie de sapo (*Bufo valliceps*), un individuo de tortuga jicoterera (*Trachemys scripta*); 4 especies de aves entre ellas, un trogon (*Trogon violaceus*), una chachalaca (*Ortalis vetula*), el aura común (*Cathartes aura*) y el halcón gris (*Buteo nitidus*), esta última como cualquier ave rapaz, juega un papel importante como controlador de poblaciones.

### **5.2 METODOLOGÍA.**

Debido a que en el predio donde se pretende establecer el proyecto se encuentra construida, se procedió a identificar la fauna en las áreas colindantes del predio de interés, para ello se realizaron recorridos. La técnica empleada se denomina búsqueda activa y consiste en hacer recorridos en áreas colindantes del predio de interés para registrar durante el recorrido a los ejemplares o las evidencias de su presencia, tales como excretas, huellas, restos óseos, nidadas, rasguños en el piso, etc.

Durante el trabajo de campo se identificaron las especies observadas en el área de muestreo, anotando su nombre común, nombre científico, coordenadas de los sitios de avistamiento y tipo de vegetación donde fueron observadas. Al mismo tiempo, se tomaron fotografías de los ejemplares tanto para corroborar la identificación preliminar como para archivo fotográfico.

La identificación de las especies registradas en campo se logró utilizando claves especializadas como: Aves comunes de la Península de Yucatán (2008).

### 5.3 RESULTADOS.

Durante los recorridos realizados en áreas colindantes del predio del proyecto, únicamente se registraron dos especies de aves las cuales se enlistan a continuación:

Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
Tyrannidae	Luis gregario	<i>Myiozetetes similis</i>	NA
Columbidae	Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	NA



Figura 19. Se muestran las aves registradas en el predio del proyecto, **Izquierda:** *Myiozetetes similis*. **Derecha:** *Zenaida asiatica*.

De las principales características de la especie *Zenaida asiatica* se tiene que: es una especie tolerante a las actividades humanas.

En cuanto a *Myiozetetes similis* se sabe que: es una especie que busca su alimento en lugares modificados por los seres humanos, como la vegetación secundaria, parques urbanos o jardines.

Es importante mencionar que a pesar de que los registros de fauna en alrededores del predio del proyecto son mínimos, los antecedentes mencionados indican que existen otras especies en predios aledaños, a pesar de esto ninguna especie de fauna se verá afectado con el proyecto, además que la planta Desaladora se ubicará en la zona de talleres del sótano del hotel en operación.

Es importante señalar que la riqueza de especies reportada en la zona es escasa, pero que las que ahí se mueven son más tolerantes a la perturbación.

### 5.3.1 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Durante el recorrido realizado no se encontraron especies de flora ni fauna incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

## 6 PAISAJE.

Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionando hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos (citando a Lowenthal 1962, González 1981a, Benayas 1992). Si consideramos al paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales. El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (citando a Dunn, 1974, MOPT 1993). Se puede considerar como la expresión espacial y visual del medio y entenderlo como un recurso natural escaso y valioso.

Conforme a lo anterior, en el SA se encuentran dos unidades ambientales, la primera corresponde a vegetación natural formada por vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y la segunda a vegetación de manglar. Asimismo, se registraron otras coberturas de índole natural como la playa arenosa. La última corresponde a los elementos antrópicos conformados por asentamientos humanos, áreas desprovistas de vegetación y áreas perturbadas.

A continuación se procede a la descripción de las unidades ambientales del SA.

Vegetación natural: Como se ha descrito líneas arriba, la vegetación natural presente el SA representa el 10.08% de este, y está conformada por vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia y de manglar. De estas el manglar ofrece aún servicios ecosistémicos para la flora y fauna, ya que la vegetación secundaria es mayormente hábitats por especies adaptadas a las condiciones de perturbación.

Playa: Corresponde a la zona de playa arenosa ubicada al Este del SA donde se desarrolla la principal actividad recreativa turística de la Ciudad de Playa del Carmen. Representa el 3.47 % del SA.

Asentamientos humanos, áreas desprovistas de vegetación y áreas perturbadas: Esta unidad ambiental corresponde al 86.45% del SA. En esta se encuentran agrupados desarrollos como hoteles, condominios y casas habitación.

Conforme a lo anterior, se determina que en el Sistema Ambiental definido para el proyecto, predominan rasgos paisajísticos de tipo antrópico y urbanizado, con elementos naturales muy aislados, esto definido por que la unidad ambiental antrópica representa el 86.45 % del SA y la natural el 13.55 %.

## 6.1 EVALUACIÓN DEL PAISAJE.

En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas. Sin embargo, la evaluación de la calidad del paisaje presenta la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

De acuerdo con la guía de la MIA-P establecida por la SEMARNAT, la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, se define como sigue:

Cuadro 2. Definición de los criterios para la evaluación del paisaje.

<b>La visibilidad</b>	Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros factores como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc. La visibilidad puede calcularse con métodos automáticos o manuales.
<b>La calidad paisajística</b>	Incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y aspectos geomorfológicos.
<b>La fragilidad del paisaje</b>	Es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático, etc.) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Otra variable importante a considerar es la frecuencia de la presencia humana. No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso. Las vialidades, zonas urbanas, tipos de vegetación, cuerpos de agua y puntos escénicos deben ser tomadas en cuenta.

Para el análisis del paisaje vamos a delimitar primero las siguientes actividades o factores:

<b>Actividad</b>	<b>Aplicación al proyecto “Planta Desaladora del Hotel The Reef 28”</b>
<b>Área de estudio y zona de influencia.</b>	El área de estudio corresponde al predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, el cual se ubica en la ciudad de Playa del Carmen, en una zona completamente urbanizada.

<b>Actividad</b>	<b>Aplicación al proyecto “Planta Desaladora del Hotel The Reef 28”</b>
	<p>La planta desaladora que se propone tendrá una capacidad para obtener 200.0 m<sup>3</sup>/día, que equivale a 2.31 lps, mientras que para el proyecto se requiere de un volumen de 182.0 m<sup>3</sup>/día de agua, que equivale a 2.10 lps, por lo que tendrá la capacidad necesaria para abastecer al proyecto. Derivado del proceso de ósmosis inversa se producirán 182.0 m<sup>3</sup>/día de agua y se rechazarán 273.0 m<sup>3</sup>/día. Se contará con un pozo de captación con capacidad para extraer 7.0 lps y un pozo de descarga con capacidad para rechazar un volumen de 5.0 lps.</p> <p>La zona de influencia se refiere al Sistema Ambiental (SA) definido para el proyecto, cuyos límites se establecieron en función de las discontinuidades de la vegetación, la presencia de estructuras antropogénicas y la interacción con el medio social predominante. En general es un SA fragmentado, ya que solo quedan algunos fragmentos de vegetación entre los lotes con desarrollos turísticos y habitacionales, que conforman la mancha urbana de Playa del Carmen.</p>
<p><b>Concentración demográfica, accesibilidad y flujo de observadores.</b></p>	<p>La concentración demográfica y turística en la zona de influencia del proyecto es notable, ya que el predio se encuentra inmerso en la zona urbana de Playa del Carmen.</p> <p>En el área de influencia se encuentran desarrollos turísticos y habitacionales, así como comercios y oficinas, en los cuales la población se encuentra de manera temporal o permanente. Además es mucha la afluencia turística, lo que determina que todo el tiempo haya población en la zona. Además a la gran cantidad de personal que entra y sale de los centros de trabajo.</p> <p>De ahí que el flujo de observadores al sitio donde se pretende desarrollar el proyecto se da en todas las direcciones. Al Sur del predio se ubica el Hotel Grand Hyatt Playa del Carmen Resort, mientras que al Este se encuentra la calle Cozumel y el hotel Aldea Thai. Al Norte con la calle 28 Norte y hotel Las Olas, al oeste con la calle 1 Avenida Norte. (Figura 20).</p>

**Actividad**      **Aplicación al proyecto “Planta Desaladora del Hotel The Reef 28”**

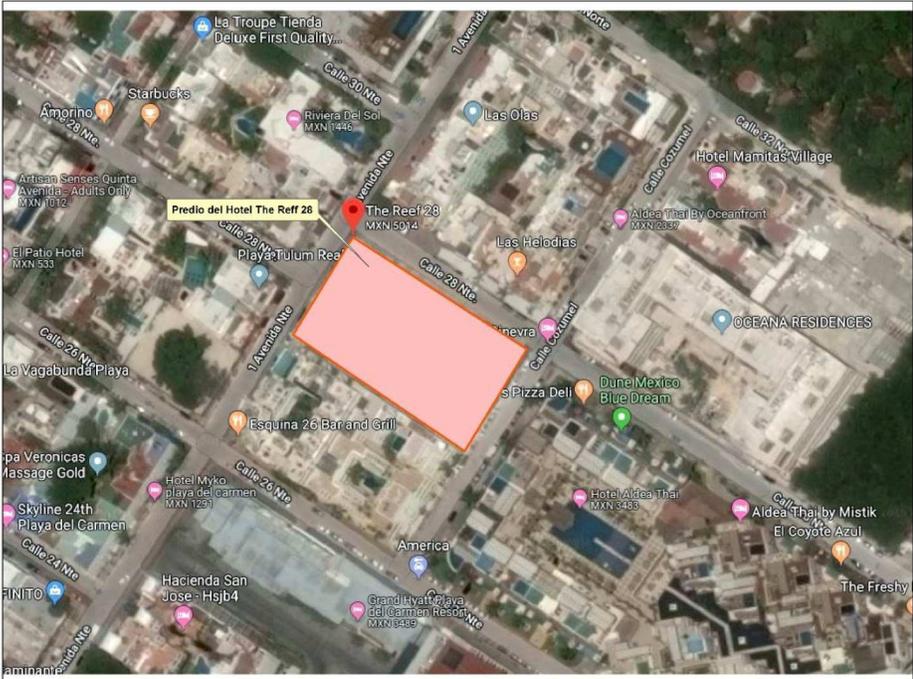


Figura 20. Hotel The Reef 28.

El paisaje que estos observadores perciben en esta zona es la de una zona urbanizada y turística.

El paisaje que los observadores perciben del Sistema Ambiental es el de zonas donde convengan tres componentes principales, el escenario urbano que comprenden los desarrollos turísticos, habitacionales, y de servicios, vialidades y caminos; la zona de playa que ofrece belleza escénica con los elementos naturales que enmarca; y la vegetación natural, conforman el tercer componente paisajístico del sistema ambiental y minoritario, ya que se integra por parches aislados que no quedan a la vista de todos los observadores.

El escenario del predio del proyecto, es visible para los espectadores, ya que es un terreno construido. Sin embargo, el desplante del proyecto “Planta desaladora del Hotel The Reef 28” se ubicará en el sótano del Hotel por lo que no será visible por los espectadores.

Cuando el proyecto se encuentre en operación, este no podrá ser apreciado desde el sistema ambiental, y en el predio sólo por el personal de servicio que circule en el sótano.

**Componente central y componentes restantes: unidades de paisaje (UP).**

Para definir el componente central de paisaje para el proyecto se consideró que la mayoría de los observadores que fluyen por el área de estudio y del sistema ambiental llegan a la zona con vehículos y utilizando transporte.

De acuerdo con la caracterización realizada en el SA convergen 2 unidades ambientales: la primera corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia y la vegetación de manglar. Asimismo, se

Actividad	Aplicación al proyecto “Planta Desaladora del Hotel The Reef 28”
	<p>registraron otras coberturas de índole natural como la playa arenosa. La última cobertura corresponde a los elementos antrópicos conformados por asentamientos humanos, áreas sin vegetación y área perturbada.</p> <p>Dado este diagnóstico de las condiciones ambientales, el componente central del análisis de paisaje se dividiría en la zona con vegetación natural, y por otra parte, están las áreas de asentamientos humanos y sin vegetación.</p>
<p><b>Controlar las condiciones de visibilidad.</b></p>	<p><u>La visibilidad</u> del paisaje relativa a la construcción del proyecto se circunscribe a lo que no se pueda apreciar por los observadores por que se ubicará en las instalaciones del Hotel The Reef 28 en el sótano. Las actividades de construcción del proyecto serán percibidas sólo por el personal de servicio del Hotel que circule en el sótano, lo mismo que durante la operación de la Planta Desaladora.</p>
<p><b>Analizar calidad y fragilidad paisajística.</b></p>	<p><u>Calidad del paisaje</u>                      Como se ha descrito a lo largo de este capítulo, el sistema ambiental presenta modificaciones importantes en sus unidades naturales y de paisaje, principalmente hacia el desarrollo turístico y urbano. En el caso particular del proyecto se sumará a los desarrollos turísticos construidos acorde a los parámetros y reglas urbanísticas que marque el PDU de Ciudad de Playa del Carmen y el POEL. De sus obras, la que sobresaldrá principalmente del paisaje será el edificio del hotel, sin embargo, en las colindancias hay otros hoteles y condominios.</p> <p><u>Fragilidad</u>                      Se valora la fragilidad en función de los factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto específico considerando suelo, cubierta vegetal, pendiente, orientación y accesibilidad dado por la distancia y acceso visual a y desde los núcleos de observadores.</p> <p>A nivel del SA, las unidades de paisaje con vegetación en mejor grado de conservación es la de manglar, así como la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, por lo que tiene un valor de fragilidad bajo siendo que presentan condiciones más apegadas a las naturales. Las unidades de paisaje con alta fragilidad corresponden a las áreas sin vegetación, área perturbada y asentamientos humanos.</p> <p>El predio presenta áreas construidas en su totalidad (desplante del proyecto “Hotel The Reef 28”) por lo que la fragilidad paisajística es alta.</p>

Con base en la descripción de la vegetación y el análisis del paisaje con base en los núcleos de observadores, se define que el desplante del proyecto se integrará al paisaje urbanizado que presenta el área, y que ha ido desarrollándose paulatinamente en apego a los usos de suelo y parámetros urbanos específicos. En la figura 21 se visualiza el entorno del proyecto “Planta desaladora del Hotel The Reef 28”.



Figura 22. Vista panorámica del predio con relación a los elementos naturales y antrópicos presentes en el SA.

## 6.2 ZONIFICACIÓN DEL ÁREA UTILIZABLE E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS FRÁGILES.

De acuerdo con la caracterización ambiental realizada para el SA, se determinó que las unidades ambientales presentan diferentes grados de conservación, cuyos valores se describe a continuación:

Cuadro 3. Estado de conservación de las unidades ambientales del SA.

<b>Alto</b>	<b>Medio</b>	<b>Bajo</b>
Cuando las condiciones no han sido modificadas, o han sido modificadas de forma poco significativa.	Cuando se ha modificado el estado original, pero existe un grado aceptable de conservación.	La afectación del factor es relevante y su naturaleza ha sido modificada significativamente.

A partir de lo anterior, se construyó un mapa en el que se puede observar las condiciones de las unidades ambientales del SA respecto del estado de conservación. Lo anterior se muestra que el SA presenta un 10.08 % de su superficie con un grado de conservación medio, mismo que comprende la vegetación de manglar y la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. El 89.92 % del SA presenta un grado de conservación bajo, determinado por la presencia carentes de vegetación, perturbada, con infraestructura y la playa arenosa.

Con base en los resultados obtenidos de la caracterización ambiental del predio particular del proyecto, se puede definir que presenta un grado de conservación bajo.

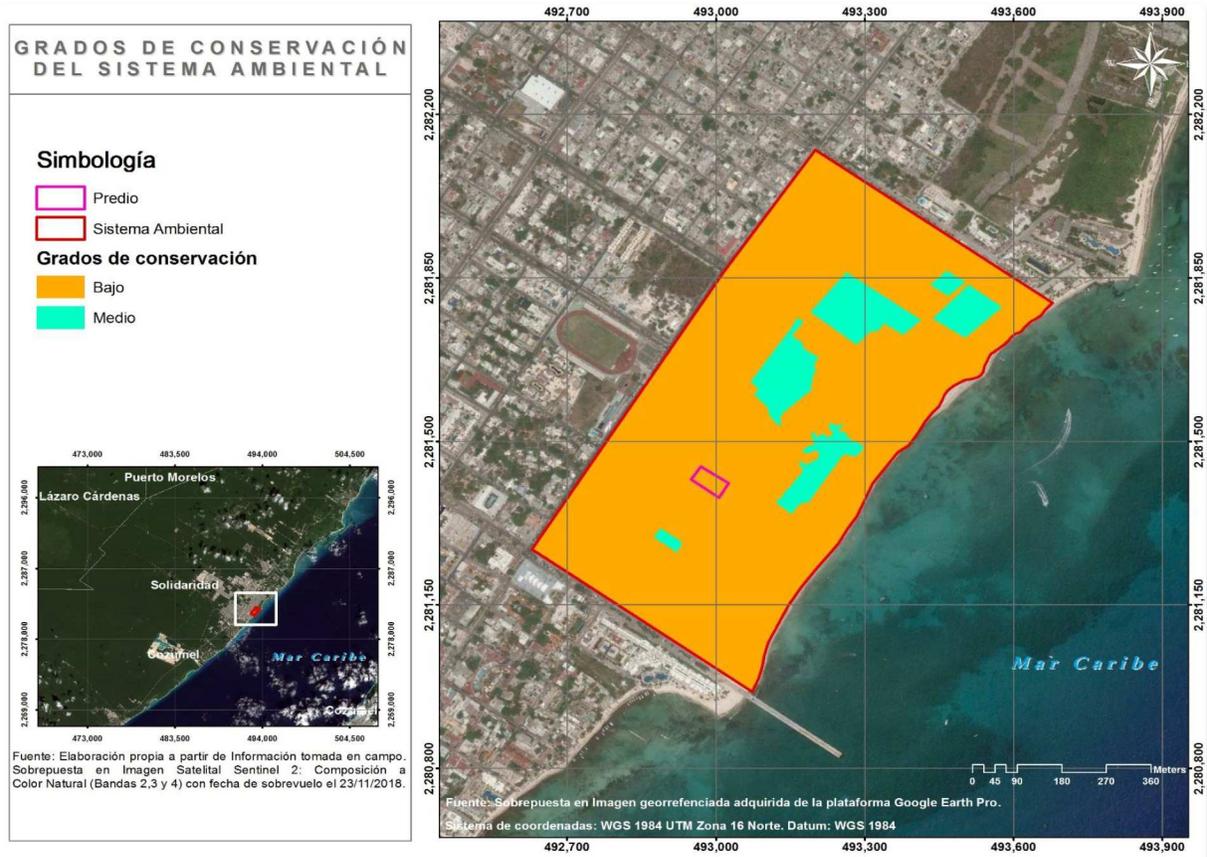


Figura 23. Grado de conservación del Sistema ambiental.

## **7 DIAGNOSTICO AMBIENTAL.**

El área del SA que se definió para el proyecto presenta un estado de conservación bajo, debido a que en su mayoría el SA se encuentra cubierto por asentamientos humanos, y las escasas áreas con vegetación natural cuentan con uso de suelo y potencial de desarrollo asignado por los instrumentos de planeación urbana, por lo que se visualiza que tras el paso del tiempo serán desarrollados.

De ahí que el sistema tiene un alto grado de fragmentación y pérdida de ecosistemas, razón por la cual la vegetación natural que hay se observa como islas, en las cuales aún habita fauna silvestre. Sin embargo, las áreas que ya han sido construidas y urbanizadas, forman un hábitat para especies altamente tolerantes a la perturbación.

Sin embargo, dentro de la infraestructura se conoce que hay áreas de conservación que han mantenido los diferentes desarrollos turísticos que por la escala del análisis escapan a su determinación. Por lo cual hay un margen de áreas con vegetación natural que no se están detallando, sin embargo, por la proporción que ocuparían aún el uso de asentamientos humanos seguiría siendo mucho mayor.

De lo anterior se asume que el lote del proyecto se encuentra en un sistema urbanizado, modificado por la construcción misma del hotel donde se ubicará, y presenta un alto tránsito de personas y vehículos, por lo que los niveles de ruido y perturbaciones mecánicas no coadyuvan al mantenimiento de las condiciones ambientales adecuadas para el establecimiento de la fauna.

Las áreas de playas que presenta el sistema son utilizadas por los desarrollos turísticos para sus actividades recreativas, y al igual que la generalidad de los ecosistemas costeros, están siendo impactados por los procesos erosivos naturales que hay a nivel global, por lo que su estado de conservación es medio. Sin embargo, aún presentan cobertura vegetal en muchas de las áreas y fungen como hábitat para la fauna.

En el sistema ambiental es susceptible de registrarse un mayor número de especies exóticas y alguna invasora en las áreas verdes o ya desmontadas como es el caso de los ejemplares arbóreos de *Casuarina equisetifolia*, debido a que muchos desarrollos tienen muchos años en su conformación.

## **8 MEDIO SOCIOECONÓMICO.**

### **8.1 JUSTIFICACIÓN.**

Las características socioeconómicas que se detallan a continuación están en función del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, debido a que el predio correspondiente al proyecto "Planta Desaladora Del Hotel The Reef 28" se encuentra inmerso dentro de este municipio.

## **8.2 POBLACIÓN.**

De acuerdo con el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en 2010, el municipio de solidaridad cuenta con una población de 159,310 personas de los cuales 83,468 son hombres y 75,842 son mujeres.

En cuanto a la estructura por edad, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda realizado en el año 2010, en el Estado de Quintana Roo, el 66.79 % de la población se encontraba entre los 15 y 64 años de edad, el 28.78 % tenía de 0 a 14 años de edad y el 2.97 % tenía más de 65 años de edad, por lo que la mayor parte de la población se encontraba en la etapa productiva.

Resulta importante mencionar que el municipio representa la menor dependencia del estado, teniendo 41 dependientes por cada 100 independientes.

## **8.3 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA).**

La población económicamente activa del municipio de Solidaridad de acuerdo con datos del INEGI, 2008 se encuentra representada por 64,662 personas lo que representa el 40.58% con respecto a la población total reportada para el 2010. De aquí que el 74.5% se encuentra representado por personal dedicado al sector terciario y el 18.74% se mantiene en el sector secundario, mientras que el 6.72% restante se distribuye en personal ocupado en el sector primario.

## **8.4 VIVIENDA.**

Del total de viviendas censadas en el Municipio de Solidaridad (48,904) el 94.4% de las viviendas cuentan con piso diferente a la tierra, siendo el segundo más alto para el estado, lo que se refleja en una mejor condición de higiene. Se registró que en las viviendas ocupadas hay un total de 158,802 ocupantes.

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda, realizado en el 2010, en el municipio de Solidaridad el 96.2% de las viviendas habitadas contaban con energía eléctrica, el 95.4% disponían de agua de la red pública y 95.7% de las viviendas habitadas cuentan con drenaje.

## **8.5 SALUD Y SEGURIDAD SOCIAL.**

El 61.8% de la población del Municipio de Solidaridad es derechohabiente de un servicio de salud. En estas instituciones se beneficiaron a un total de 54,894 personas.

La consolidación de la Riviera Maya como un destino importante en el Caribe, ha inducido a un dinámico crecimiento demográfico y urbano de la ciudad de Playa del Carmen, definida como núcleo de la actividad urbana y turística de la Riviera Maya y de mayor importancia del Estado.

## **8.6 ASPECTOS URBANOS.**

Actualmente Playa del Carmen representa el centro de población con mayor dinamismo sociodemográfico del Estado y por ende los requerimientos de equipamiento (vivienda, instalaciones de salud y educación, unidades deportivas, áreas verdes y sitios de recreación), infraestructura (energía eléctrica, agua potable, drenaje, vías de comunicación) y servicios públicos indispensables (recolección y tratamiento de residuos sólidos, alumbrado público, pavimentación) cada vez se hacen más urgentes, a pesar de los esfuerzos de las autoridades municipales y estatales.

Las características del crecimiento explosivo y desorganizado que se registra en Playa del Carmen, han generado una serie de procesos que dañan continuamente al medio ambiente, siendo importantes fuentes de contaminación y de daño a la salud de la población.

### **8.6.1 Equipamiento.**

#### **Manejo de Residuos Sólidos**

En el municipio de Solidaridad actualmente se recolectan un promedio de 2,572 toneladas de basura por mes. Poco más del 80% de estos residuos son recogidos por la empresa concesionaria del servicio y el 19% restante es recolectado por las autoridades municipales.

La generación per cápita de residuos sólidos urbanos (RSU) en el Municipio de Solidaridad es de 0.897 kg/hab/día y la generación total es de 326.25 Ton/día. Los residuos son trasladados a un sitio no controlado en donde se recolecta PET y otros plásticos duros, además de chatarra (Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, México. 2009 -2013).

El Municipio de Solidaridad ya cuenta con un relleno sanitario para la disposición final de sus residuos.

#### **Manejo de Residuos Líquidos**

En el año 1992 se construyó la primera planta de tratamiento “Gonzalo Guerrero” para dar servicio a la zona centro de la Ciudad de Playa del Carmen y algunas colonias y hoteles de la zona costera.

Actualmente, el Municipio de Solidaridad cuenta con cuatro plantas de tratamiento, tres del servicio público y una privada. Las capacidad instalada para las plantas de uso público hasta el 2015 era de 359.0 litros por segundo y la de servicio privado era de 150 litros por segundo, de acuerdo con el Anuario Estadístico y Geográfico de Quintana Roo, 2016.

## 8.7 ASPECTOS CULTURALES.

De acuerdo con los datos del XIII Censo de Población realizado por el INEGI en el 2010, en el municipio de Solidaridad solo el 12.5% de la población mayor de 3 años habla una lengua indígena. La lengua predominante es la maya, aunque también se habla el Tzotzil y el Chol.

Es importante notar que los poblados de apoyo localizados en la Riviera Maya cuentan con la educación hasta el nivel medio y los jóvenes que pretenden ingresar al nivel medio superior cambian su lugar de residencia hacia la ciudad de Playa del Carmen, ya que es la única opción.

El 92% de la población del municipio de Solidaridad entre 6 a 14 años asiste a la escuela. La tasa más baja de analfabetismo de la población de 15 años y más por municipio corresponde a Solidaridad (2.7%). El número de años promedio de escolaridad de esta misma población equivale a haber aprobado el tercer año de secundaria.

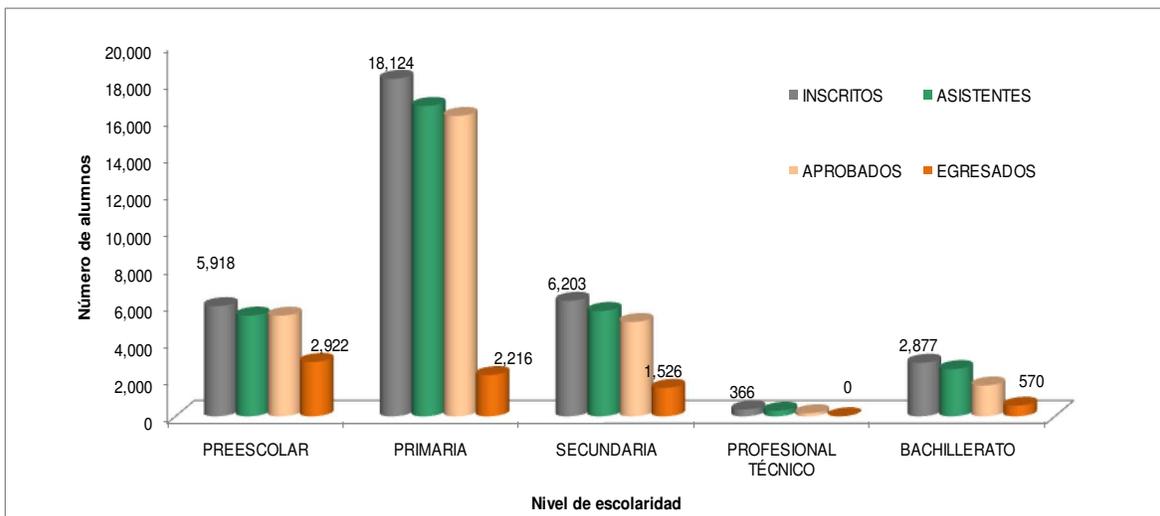


Figura 24. Distribución y egreso de los alumnos en cada nivel de escolaridad en el Municipio de Solidaridad de acuerdo al censo 2010.

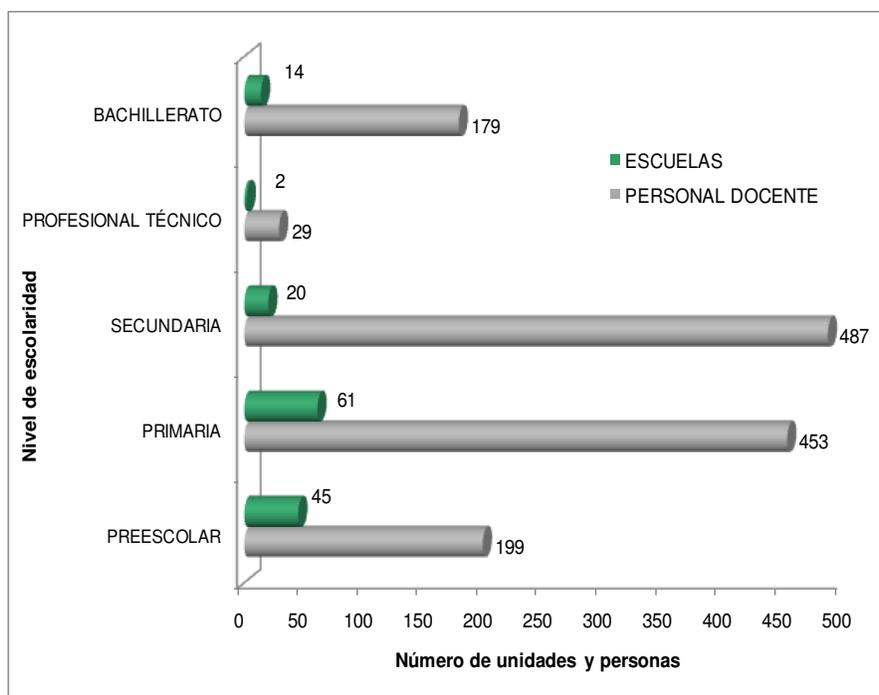


Figura 25. Distribución de la cantidad de escuelas por nivel educativo y la cantidad de docentes reportados por nivel. Fuente: INEGI (2010).

## 9 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.

### 9.1 TURISMO.

Sin duda, la actividad económica preponderante en el estado es el turismo y los servicios que lo rodean han registrado un crecimiento sostenido a lo largo de los últimos años. De acuerdo al censo 2010 el 40.58% de la población estatal está ocupada en el sector comercio y de servicios.

De acuerdo con el Reporte Anual de Turismo (SEDETUR, 2017)<sup>4</sup> el estado recibió 16 millones 911 mil 163 visitantes, lo que representa un crecimiento de 5.3% respecto de 2016. En cuanto a la generación de derrama económica, se reporta de manera preliminar 8 mil 810.38 millones de dólares más que en 2016. Lo que significa un alza de 2.4%.

Con una operación de ocupación promedio de 79.7%, el año pasado, Quintana Roo logró conseguir un mayor número de turistas hospedados, 3.8% más frente a 2016 ascendiendo a un total de 11 millones 448 mil 690 turistas hospedados y 27 millones 375 mil 679 cuartos ocupados, lo cual se demuestra la competitividad y el liderazgo que mantiene el Estado de Quintana Roo.

<sup>4</sup> SEDETUR. 2017. **Reporte Anual de Turismo Quintana Roo 2017**. Secretaria de Turismo.

### **9.1.1 Sector Primario.**

Las actividades del sector primario que se realizan en el Municipio de Solidaridad son: agricultura, principalmente cultivo de maíz de temporal; ganadería; apicultura; y pesca.

De acuerdo al censo 2010 solo 6.72% de la población del estado está ocupada en este sector.

### **9.1.2 Sector Secundario: Industria.**

De acuerdo al censo 2010 el 18.74% de la población del estado está ocupada en el sector industrial y de la construcción.

# **CAPÍTULO V**

## **IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

## INDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. ....</b>	<b>3</b>
<b>2.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES. ....</b>	<b>3</b>
<b>3. VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. ....</b>	<b>10</b>
<b>4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE EVALUACIÓN. ....</b>	<b>14</b>
<b>4.1 IMPACTOS GENERADOS DURANTE LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO (PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN).....</b>	<b>14</b>
<b>4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA.....</b>	<b>16</b>
<b>4.2.1 Impactos residuales.....</b>	<b>23</b>
<b>4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL.....</b>	<b>24</b>

## **1. INTRODUCCIÓN.**

La base para la correcta definición de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, aplicables a un proyecto, se encuentra en la adecuada identificación de los impactos potenciales que el proyecto puede generar en todas sus etapas de desarrollo. Para ello, es indispensable partir del conocimiento del ¿Qué vamos a hacer? ¿En dónde lo vamos a hacer? y ¿Cómo lo vamos a hacer? En los capítulos I, II y IV nos dimos a la tarea de establecer dichos conocimientos describiendo las características generales del proyecto, así como la situación ambiental y socioeconómica en el que se enmarca a nivel local y regional.

Adicionalmente, en el capítulo III fijamos las directrices a las que el proyecto deberá apegarse para cumplir con las leyes, normas ambientales, programas de ordenamiento y otros lineamientos ambientales vigentes.

En el presente capítulo nos avocamos al análisis de los impactos ambientales del proyecto.

## **2 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) define en su artículo 3° como Impacto ambiental la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

La identificación de impactos es parte esencial del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, necesario para que la Autoridad competente establezca las condiciones a las que deben sujetarse las obras o actividades que puedan causar un daño al ambiente (LGEEPA Art. 28).

Habiendo descrito en los capítulos anteriores las características generales del proyecto, así como la situación ambiental en la que se enmarca, en este capítulo corresponde analizar los impactos ambientales potenciales de generarse por la preparación, construcción y operación del proyecto, considerando los impactos acumulativos, los impactos residuales y los efectos sinérgicos, directos e indirectos que puede tener el desarrollo del mismo, a través del análisis de las características del área de estudio que está incluida dentro del Sistema Ambiental (descrito en el Capítulo IV). De esta forma, se pondera de manera más precisa la influencia y magnitud de los impactos ambientales que pudieran generarse por las obras y actividades contempladas.

### **2.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende de la información ambiental con la que se cuente, del tipo de proyecto, y principalmente de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las etapas del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales de desarrollarse con la construcción del proyecto **“Planta Desaladora del Hotel Reef 28”**, se usaron tres metodologías diferentes, primero

la matriz de interacción simple, la matriz de identificación de impactos y la matriz de valoración y jerarquización. Por medio de estas se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos “palpables”, que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar, sin embargo, los impactos indirectos traen consigo consecuencias que son, en algunos casos, mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos, el reconocimiento de éstos queda en muchos casos en función de la experiencia del trabajo de campo o en las actividades de seguimiento de condicionantes ambientales de proyectos en desarrollo u operación, en los que se pueden reconocer los efectos de un impacto directo e indirecto a través del tiempo.

Para evaluar de manera puntual los aspectos citados anteriormente, primeramente, es importante definir: A) cuáles serán las actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto y su impacto en el ambiente y, B) los componentes ambientales sobre los cuales incidirán, para de esta forma poder analizar los efectos de las actividades sobre los componentes.

a) Identificación de actividades que impactarán al ambiente.

Las actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema se enlistan en el cuadro siguiente.

Cuadro 1. Principales actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas.

Etapa	Actividades
Preparación del sitio	1. Presencia de personal
	2. Limpieza del área donde se instalará la planta y donde se construirán los pozos.
Construcción	3. Presencia de personal.
	4. Actividades de perforación y construcción de los pozos de captación y rechazo.
	5. Instalaciones de los equipos de ósmosis inversa y líneas de conducción eléctricas y hacia los pozos.
Operación y Mantenimiento	6. Operación de la planta desaladora
	7. Actividades de mantenimiento

En total se identificaron 7 actividades que potencialmente pueden afectar a algún factor o componente ambiental en cada una de las tres etapas del proyecto. Así mismo, dichas actividades tendrán un efecto en el entorno generando impactos como:

- Emisión de gases y ruido por uso de la maquinaria de perforación.
- Cambios en el flujo disponible del agua por las actividades de extracción e inyección.

Solo algunas actividades se repiten en las distintas etapas del proyecto, de ahí que generarán efectos continuos en el ambiente, tales como la presencia del personal en el área del proyecto. Sin embargo, otras son puntuales a cada una de las etapas, como las actividades particulares de construcción de las obras. De ahí que habrá actividades cuyo efecto se evalúe de manera puntual en una etapa, pero la de otras se repita en las tres fases de desarrollo variando en su intensidad.

b) Identificación de los componentes ambientales

Se buscaron componentes ambientales que reflejarán impactos significativos, considerando las características y cualidades del Sistema Ambiental. La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes ambientales físicos (abióticos), biológicos y socioeconómicos, mismos que ya fueron descritos en el capítulo IV de este mismo documento. Los componentes ambientales se agruparon en primera instancia en subsistemas medio físico, biótico y subsistema socioeconómico.

La identificación de los factores o componentes ambientales se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 2. Factores ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental
Medio abiótico	Aire
	Hidrología
Medio Socioeconómico	Residuos
	Infraestructura de servicios
	Salud humana
	Economía

c) Identificación de indicadores de cambio:

Indicadores de impacto: Una definición genéricamente utilizada del concepto de Indicador establece que este es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (SEMARNAT, 2002).

Por indicadores de impacto ambiental se entiende la expresión medible de un impacto ambiental, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración. De esta manera un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

Se buscaron indicadores de impacto que fueran:

- ✓ Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
- ✓ Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- ✓ Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros indicadores distintos.

- ✓ Cuantificables: Se refiere a que sea posible medirlo en términos cuantitativos para estimar la magnitud del impacto.
- ✓ De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

Tomando como base los Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (SEMARNAT, 2013), se definieron los siguientes indicadores para el proyecto (Cuadro 3).

Cabe señalar que solo se escogieron algunos de los indicadores de Desempeño Ambiental propuestos por la SEMARNAT de acuerdo con el proyecto que se evalúa, también se retomaron algunos considerados por Perevochtchikova (2013), y se añadieron los del medio socioeconómico.

Cuadro 3. Se detallan los indicadores ambientales por factor ambiental.

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
Aire	Cambios en la calidad del aire	Emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>
		Generación de ruido	dB
Hidrología	Flujo subterráneo	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero	Disponibilidad de agua
	Calidad del agua	Cambios de la calidad del agua por actividades de extracción e inyección del agua.	Parámetros de pH, temperatura, sólidos suspendidos, salinidad, grasas, DBO, DQO, fosfatos, nitratos y coliformes fecales
Residuos	Generación	Generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Kg de residuos generados y de residuos que se reciclen.
		Generación de residuos peligrosos	Kg de residuos peligrosos
Demanda de infraestructura	Servicios	Demanda de agua	Volumen de agua (m <sup>3</sup> )
Salud humana	Exposición a personas	Exposición a personas a riesgos de salud (accidentes laborales)	Probabilidad de ocurrencia
Economía	Empleos	Generación de empleos	No. de empleos
	Derrama económica	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos, por la construcción y operación de la planta desaladora.	\$ Inversión por adquisición de insumos, pagos de derechos, etc.

d) Características de los indicadores.

A continuación se indican las características y cualidades de cada uno de los componentes ambientales, considerando los indicadores ambientales que se determinaron (Cuadro 4).

Cabe aclarar, que no hay datos disponibles de todos los indicadores que se determinaron para poder analizar posteriormente en el apartado de análisis de impactos, por lo que solo se consideraron los datos que se presentan a continuación.

Cuadro 4. Características de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
Medio abiótico	Aire	En el sistema ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera proveniente de la operación de hoteles, como el Hotel Aldea Thai Luxury, Royal Oasis, Hotel Rivera del Sol así como los condominios entre otros. También se genera ruido por el paso de vehículos, ya que la zona es muy transitada, así como el que generan las personas que se transitan por la zona.
	Hidrología	<p>Parte del Sistema Ambiental se encuentra en la zona denominada, material consolidado con posibilidades altas, mientras que el predio del proyecto se ubica dentro de la unidad geomorfológica denominada como material consolidado con posibilidades bajas de comportarse como un acuífero, siendo una zona sujeta a inundación temporal y que por su cercanía a la costa no es apta para el desarrollo del acuífero.</p> <p>Debido a la gran permeabilidad del acuífero el movimiento del agua es inducido por un gradiente hidráulico sumamente pequeño de 2 a 20 cm por km; en consecuencia, la carga hidráulica sobre el nivel del mar es menor que dos metros dentro de una faja de 10 a 50 km de ancho a partir de la costa, de 10 a 20 m en la porción alta de la llanura y de 20 a 30 m en el borde sur-occidental del estado. A escala regional no se ha provocado cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles de agua, lo cual se debe, por parte, a que el volumen de agua extraído es despreciable en comparación con la recarga.</p> <p>De acuerdo con el Estudio Geohidrológico del proyecto, en la zona se ha calculado un gradiente promedio de <math>2.00 \times 10^{-4}</math> m/m; mismo que puede variar en función de la recarga del acuífero. Se observa que el flujo subterráneo del predio Hotel Reef 28, puede definir en 1 tubo de corriente que abarcan una zona de descarga del predio con una longitud de 1,200 m. Se debe recordar que la mayor cantidad de agua se mueve a través de los estratos más permeables de caliza arrecifal. Finalmente, como resultado se tiene que ingresan al predio una cantidad de 311 m<sup>3</sup>/día y salen en su zona de descarga 145 m<sup>3</sup>/día. Se calculó el gasto unitario; es decir, el gasto en metros cúbicos por día o litros por segundo que atraviesa por cada metro lineal de acuífero de espesor de 15 m. Los</p>

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		<p>resultados son que ingresan 0.04 m<sup>3</sup>/día por cada metro lineal de acuífero.</p> <p>Los resultados muestran que el predio tiene entradas de agua al Oeste; y ha sido calculada en 311.34 m<sup>3</sup>/día y la descarga subterránea en 145 m<sup>3</sup>/día.</p> <p>Al hacer el balance de Entradas-Salidas (disponibilidad), se observa que el balance es positivo y muestra una disponibilidad de agua de 166.34 m<sup>3</sup>/día; sin embargo, este balance incluye únicamente el agua dulce del predio atrapada en la duna de arena y el acuitardo de calcarenitas; despreciando el agua salobre y el acuífero de agua marina.</p>
Medio social y económico	Residuos	De acuerdo con los datos del Anuario Estadístico y Geográfico del INEGI del 2015, para el Municipio de Solidaridad se estimó que la generación per cápita de residuos que es de 2.04kg/persona/día.
	Infraestructura y servicios públicos	<p>En la Península de Yucatán se tiene una disponibilidad media per capita por habitante de 6,740.0 m<sup>3</sup> de agua. Las regiones en donde la disponibilidad es menor a 1,700 m<sup>3</sup> por año se considera que presentan "estrés hídrico", donde puede presentarse escasez con frecuencia. De acuerdo con lo anterior, no se presenta escasez de agua.</p> <p>La zona del proyecto cuenta con infraestructura para el suministro de energía eléctrica, agua potable, drenaje y vías de comunicación.</p>
	Salud humana	<p>La zona costera de Quintana Roo tiene una extensión de 860km y por su ubicación se encuentra expuesta a los efectos de los impactos directos de tormentas y huracanes.</p> <p>Estos eventos meteorológicos pueden ocurrir en los meses de junio a octubre (incluso extenderse hasta diciembre) y dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 Km/h. Los huracanes más importantes que han afectado el estado durante los últimos 26 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007). El huracán "Wilma", junto con "Gilberto", han sido catalogados como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en el hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por la Península de Yucatán. La presencia de huracanes en la zona expone a las personas a estos eventos meteorológicos previsible ya que son pronosticados con antelación desde que se detecta su formación en el Mar Caribe o aledaños.</p> <p>Por otra parte, también pueden causar riesgos a la salud humana durante el proceso constructivo por el mal uso del</p>

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		equipo de seguridad y por el manejo inadecuado de los residuos que se generen en la construcción del proyecto.
	Economía	De acuerdo con el Reporte Anual de Turismo (SEDETUR, 2017) el estado recibió 16 millones 911 mil 163 visitantes, lo que representa un crecimiento de 5.3% respecto de 2016. En cuanto a la generación de derrama económica, se reporta de manera preliminar 8 mil 810.38 millones de dólares más que en 2016. Lo que significa un alza de 2.4%.  Con una operación de ocupación promedio de 79.7%, el año pasado, Quintana Roo logró conseguir un mayor número de turistas hospedados, 3.8% más frente a 2016 ascendiendo a un total de 11 millones 448 mil 690 turistas hospedados y 27 millones 375 mil 679 cuartos ocupados, lo cual se demuestra la competitividad y el liderazgo que mantiene el Estado de Quintana Roo.

Tomando como base los indicadores que se definieron previamente, se determinaron los siguientes impactos que podría generar el proyecto.

Cuadro 5. Factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Factor	Impacto Ambiental
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero
	Cambios de la calidad del agua por actividades de extracción e inyección del agua.
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y de Manejo Especial (ME).
	Incremento en la generación de Residuos Peligrosos (RP)
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en el consumo de agua.
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de salud
Economía	Generación de empleos
	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos, por la construcción y operación de la planta desaladora.

### 3. VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

#### 3.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

##### Matriz de identificación de Impactos Ambientales.

La Matriz de Identificación de Impactos Ambientales consiste en una tabla que confronta cada actividad prevista por el proyecto con el factor sobre el que incide y el impacto que provoca en él. Los impactos fueron identificados previamente. En la matriz se clasifican los impactos como negativos o positivos. Según Gómez-Orea (2002), el signo de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el “grado de bondad” cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

##### Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Para calcular la significancia o relevancia de un impacto se consideró la incidencia. La incidencia se refiere a la severidad, grado y forma de la alteración, definidos por su intensidad y por la siguiente serie de atributos de tipo cualitativo: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad (Gómez-Orea, 2002). Para calcular la incidencia se le asignó a cada uno de dichos atributos un valor entre 1 y 3 según las definiciones que se muestran en la tabla. Con base en lo anterior, se generó una Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales en donde se califica cada impacto y de acuerdo con el factor ambiental y sus propiedades afectadas. Con los resultados de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002) y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.

2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala:

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc \quad \text{Expresión V.1}$$

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

$I_{\min}$  = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Siendo:

$I$  = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

$I_{max}$  = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestarán con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

Cuadro 6. Se indican los atributos que se utilizaron para valorar los impactos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
<b>Consecuencia (C)</b>	<b>Indirecto:</b> Es el que deriva de un efecto primario	No aplica	<b>Directo:</b> el impacto tiene una repercusión inmediata en un factor ambiental
<b>Acumulación (A)</b>	<b>Simple:</b> Se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios, ni acumulativos, ni sinérgicos.	No aplica	<b>Acumulativo:</b> Incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera. También se refiere a la suma de los efectos de muchas actividades pequeñas cuyos efectos son despreciables, pero cuya adición puede producir impactos graves.
<b>Sinergia (S)</b>	<b>No Sinérgico:</b> cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	<b>Sinérgico:</b> Reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios factores simples supone un impacto mayor.
<b>Momento o Tiempo (T)</b>	<b>Corto:</b> cuando el efecto se produce en un ciclo anual	<b>Mediano:</b> el efecto se produce después de 5 años	<b>Largo:</b> Cuando el efecto en un período mayor a 5 años
<b>Reversibilidad del impacto</b>	<b>A corto plazo:</b> la tensión puede ser	<b>A mediano plazo:</b> el impacto puede	<b>A largo plazo:</b> el impacto podrá ser

Atributos	Escala		
	1	2	3
(R)	revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, de un año.	ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 5 años.	revertido naturalmente en un periodo mayor a cinco años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	<b>Aparición irregular:</b> cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	<b>Periódico:</b> cuando el efecto se produce de forma cíclica o recurrente.
Permanencia (Pm)	<b>Temporal:</b> el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	<b>Permanente:</b> el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	<b>Recuperable:</b> que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	<b>Irrecuperable:</b> que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto Residual).

Esta matriz permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, asociados directamente con los atributos de acumulación y recuperabilidad. Es importante aclarar que esta evaluación se realiza considerando los impactos sin aplicar medidas de mitigación.

De acuerdo con Gómez-Orea (2007) para los impactos positivos no se les asigna valor de reversibilidad y recuperabilidad, ya que estos valores carecen de sentido para estos impactos.

Posteriormente, se integrará esta información en una Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales que tiene el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Es necesario realizar una jerarquización de los impactos, así como una valoración global que permite adquirir una visión integrada y completa de la incidencia ambiental del proyecto. La primera exigencia requiere determinar el valor de cada impacto en unidades conmensurables; en esta metodología el valor se atribuye a partir de los valores de incidencia entre 0 y 1, el valor de cada impacto también se hace variar entre 0 y 1, ese valor es quien marca la jerarquía exigida.

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 y a cada uno de los cuales se le asignó un código de color.

Cuadro 7. Se muestran los rangos que se utilizaron para valorar el índice de incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de incidencia
<b>Significativo (S)</b>	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA	0.68 o mayor
<b>No significativo (NS)</b>	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
<b>Despreciables (D)</b>	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

Los impactos ambientales que por su índice de incidencia resulten despreciables no serán considerados para la determinación de su significancia. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que no todos los impactos identificados deben analizarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave (Gómez-Orea, 2002).

Determinación de significancia.

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de "impacto significativo" establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

*IX. Impacto ambiental 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;*

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar los límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menosprecio de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables.

#### 4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE EVALUACIÓN.

##### 4.1 IMPACTOS GENERADOS DURANTE LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO (PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN).

###### Matriz de interacciones simple

Con esta matriz se identificaron 22 interacciones entre los factores ambientales y las actividades del proyecto que pueden producir algún tipo de impacto, de las cuales 18 son adversas y 4 son benéficas (Cuadro 8).

Cuadro 8. Matriz de interacciones simples del proyecto.

FACTOR/ ACTIVIDAD	PREPARACIÓN DEL SITIO		CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN		TOTAL
	Presencia de personal	Limpeza del área donde se instalará la planta y donde se construirán los pozos	Presencia de personal	Actividades de perforación y construcción de los pozos	Actividades de instalación de equipos, líneas de conducción	Operación de la planta desaladora	Actividades de mantenimiento	
Aire				A		A	A	3
Hidrología				A		A	A	3
Residuos	A	A	A	A	A	A	A	7
Demanda de infraestructura						A		1
Salud humana			A	A		A	A	4
Economía	B		B		B	B		4
<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>22</b>

A = interacciones adversas; B = interacciones benéficas.

Matriz de identificación de impactos ambientales

Cuadro 9. Matriz de identificación de impactos ambientales. RSU-Residuos Sólidos Urbanos, ME- Manejo Especial y RP- Residuos Peligrosos

FACTOR	ACTIVIDAD/IMPACTO	ETAPAS						TOTAL	
		Preparación		Construcción		Operación		Positivos	Negativos
		Presencia de personal	Actividades de limpieza del sitio	Presencia de personal	Actividades de perforación y construcción de los pozos	Actividades de instalación de equipos, líneas de conducción	Operación de la planta desaladora		
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero							0	2
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido							0	3
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero							0	1
	Cambios de la calidad del agua							0	3
Residuos	Incremento en la generación de RSU y ME							0	7
	Incremento en la generación de RP							0	3
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en la demanda de consumo de agua y energía eléctrica.							0	1
Salud humana	Exposición a personas y riesgos de salud							0	4
Economía	Generación de Empleos							3	0
	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos							2	0
<b>NÚMERO DE IMPACTOS</b>		<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>24</b>
<b>NÚMERO DE IMPACTOS POR ETAPA</b>		<b>3</b>		<b>11</b>		<b>15</b>		<b>29</b>	

## 4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA.

En la matriz de identificación de impactos ambientales se registraron un total de 29 interacciones que corresponden a posibles impactos que pueden generarse en las tres etapas del proyecto. Del total de impactos, 24 son adversos y 5 benéficos. A continuación, se describen los impactos registrados en cada etapa.

El proyecto "Planta Desaladora del Hotel Reef 28" se trata de una obra complementaria del Hotel y servirá para abastecer 120 habitaciones del hotel, así como sus áreas públicas y de servicios. El hotel cuenta con restaurantes, spa, lobby, cocina, almacenes, talleres de mantenimiento, cuarto de máquinas, alberca y áreas ajardinadas.

La planta desaladora que se propone tendrá una capacidad para obtener 200.0 m<sup>3</sup>/día, que equivale a 2.31 lps, mientras que para el proyecto se requiere de un volumen de 182.0 m<sup>3</sup>/día de agua, que equivale a 2.10 lps, por lo que tendrá la capacidad necesaria para abastecer al proyecto.

Para el desplante de la planta desaladora se prevé una superficie de aprovechamiento de 24.0 m<sup>2</sup>, mientras que, para los pozos se requiere de 2.0 m<sup>2</sup>, destinando 4.0 m<sup>2</sup> a cada uno, sumando en total una superficie de 28.0 m<sup>2</sup>. Los equipos de la planta se instalarán en el área de talleres de mantenimiento del sótano. Los pozos se ubicarán en la zona de estacionamiento del sótano, las cuales ya están cuantificadas en el área de aprovechamiento del hotel. Es decir, que no se requerirá ocupar superficie adicional del predio para su instalación.

### Impactos durante la etapa de preparación del sitio.

En la etapa de preparación del sitio se presentaron un total de 2 impactos negativos y 1 positivo, los cuales derivan por las actividades de limpieza del sitio y la presencia de personal.

De tal manera que derivado de estas actividades solo se prevé la generación de residuos sólidos derivados del consumo de alimentos por parte de los trabajadores y la generación de residuos derivados de la limpieza del sitio. Asimismo, se generarán empleos para el personal que realice estas actividades.

### Impactos durante la etapa de construcción

En esta etapa se contabilizaron 9 interacciones de impactos negativos y 2 impactos positivos. Los principales impactos negativos que se generarán en esta etapa, están relacionados con las actividades de presencia de personal, perforación y construcción de los pozos, así como por la instalación de los equipos de ósmosis inversa y las líneas de conducción de energía eléctrica y del agua de los pozos.

Para llevar a cabo la perforación de los pozos y la instalación de las tuberías de conducción de agua aprovechada y el agua de descarga, se requiere retirar el piso de concreto del sótano, las capas superficiales del terreno y de las capas inferiores, hasta llegar a la profundidad requerida de 15.0 m para el pozo de captación y de 80.0 m para el pozo de descarga. También se espera la generación de polvos y emisiones de gases por la operación de la maquinaria de perforación. Asimismo, se producirá ruido derivado de estas actividades.

En las actividades de construcción, existe el riesgo de que durante las obras de perforación y antes de que se hayan colocado los ademes de los pozos, éstos permitan la infiltración a los acuíferos de materiales contaminantes de la superficie, como sustancias y materiales suspendidos, lo cual puede afectar la calidad del agua del acuífero.

Las actividades de construcción de las obras e instalación de equipos implican por sí mismas la generación de residuos derivados de la construcción y residuos derivados del consumo de alimentos, los cuales tendrán un manejo adecuado.

En cuanto a los impactos benéficos tendrán un efecto sobre la economía por la generación de empleos y la compra de insumos para el proyecto.

#### Impactos en la etapa de operación del proyecto

En esta etapa se determinaron 15 impactos para la etapa de operación del proyecto, de los cuales 13 son negativos y 2 son positivos. Los impactos negativos están relacionados con la operación de la planta desaladora y las actividades de mantenimiento, lo cual conlleva actividades de extracción y descarga del agua, emisiones de gases, ruido, la generación de residuos y la generación de empleos.

Durante la operación del proyecto se realizarán las actividades de extracción de agua salada y la descarga de salmuera derivada del proceso de ósmosis inversa. Las actividades de extracción podrían generar cambios en la disponibilidad de agua del acuífero. Las actividades de descarga, también podrían afectar la calidad del agua del acuífero, ya que la salmuera que se inyecta tiene mayores concentraciones de sales.

Las actividades de mantenimiento implican actividades de retrolavado y desinfección, las cuales se realizarán de manera periódica e involucran la generación de aguas residuales, las cuales se conducirán a la red de drenaje interna del hotel.

Asimismo, se espera la generación de residuos sólidos por parte del personal que opere la planta, cuya generación será mínima. También se prevé la generación de residuos peligrosos derivado del uso de sustancias peligrosas.

Por otra parte, el ruido que genere la planta será mínimo, además las instalaciones recibirán el mantenimiento preventivo para que funcionen conforme a la normatividad aplicable.

Los impactos benéficos que se darán en la operación del proyecto, están relacionados con la generación de empleos y la compra de insumos, lo cual beneficiará la economía local.

Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización.

Cuadro 10. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.

Factor	Impacto	Signo	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Ri)	Incidencia	Índice de incidencia	Significancia
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	N	1	1	1	1	1	1	1	1	8	0	-
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	N	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.12	D
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero	N	3	3	1	3	3	3	3	3	22	0.87	S
	Cambios de la calidad del agua	N	3	3	1	3	1	3	3	1	18	0.62	S
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	N	3	3	1	3	3	3	3	1	20	0.75	S
	Incremento en la generación de Residuos Peligrosos	N	1	3	1	3	3	3	3	1	18	0.62	S
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en la demanda de consumo de agua y de energía eléctrica.	N	3	3	3	3	3	3	3	3	24	0.87	S
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de salud	N	1	1	1	3	1	1	3	1	12	0.25	D
Economía	Generación de Empleos	P	3	3	1	3	-	3	3	-	16	0.5	NS
	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos	P	3	3	1	3	-	3	3	-	16	0.5	NS

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D).

(-) Para los impactos positivos no se les asigna valor de Reversibilidad y Recuperabilidad, ya que de acuerdo con lo establecido en la metodología propuesta por Gómez-Orea, 2007, estos valores carecen de sentido para estos impactos.

Cuadro 11. Matriz de Jerarquización.

Factor	Impacto	Signo	Incidencia	Índice de incidencia	Significancia
Aire	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	N	10	0.12	D
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero	N	22	0.87	S
	Cambios de la calidad del agua	N	18	0.62	NS
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	N	20	0.75	S
	Incremento en la generación de Residuos Peligrosos	N	18	0.62	NS
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en la demanda de consumo de agua y de energía eléctrica.	N	24	0.87	S
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de salud	N	12	0.25	D
Economía	Generación de Empleos	P	16	0.5	NS
	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos	P	14	0.5	NS

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D)

En la Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización, se analizaron los indicadores de cambio de un total de 6 factores ambientales, los cuales se describieron previamente, así mismo se identificaron 9 posibles impactos potenciales que pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto "Planta Desaladora del Hotel The Reef 28".

De los 9 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de evaluación de impactos, 7 son negativos y 2 son positivos.

- Directos e Indirectos

En cuanto al efecto de la totalidad de impactos negativos y positivos, 7 impactos se calificaron como directos y 2 como indirectos, es decir, que el 77.78 % son primarios y son generados directamente por la construcción del proyecto, mientras que el 22.22 % tienen efectos secundarios y terciarios. Los impactos directos están relacionados con la generación de ruido, los cambios en la hidrología, así como la generación de residuos sólidos, la demanda de consumo de agua, la generación de empleos y la derrama económica por la adquisición de insumos.

Por otra parte, los impactos valorados como indirectos están relacionados con la generación de residuos peligrosos y la exposición de personas a riesgos de salud.

- Acumulativos.

De la totalidad de los impactos, 7 (77.78 %) se calificaron como acumulativos, ya que el efecto en la ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o están ocurriendo en el presente. Se clasificaron como impactos acumulativos los relacionados con los cambios en la hidrología por la disponibilidad y calidad de agua. Los impactos sobre la generación de residuos, el aumento en la demanda de servicios, la generación de empleos y derrama económica, también se consideraron como acumulativos.

Los 2 (22.22 %) impactos restantes, se calificaron como simples y tienen relación con las emisiones de ruido y la exposición a personas a riesgos de salud.

- Sinergia.

En lo que se refiere a la sinergia, un impacto (11.11 %) se calificó como sinérgico, el cual está relacionado con la demanda en el consumo de agua y energía eléctrica. Los demás impactos (8, 88.89 %) se clasificaron como no sinérgicos ya que no suponen mayores impactos sobre otros factores.

- Momento, periodicidad y permanencia

En lo que se refiere al momento o tiempo, el 88.89 % (8) de los impactos se realizarán en un largo plazo; mientras que el 11.11 % (1) de los impactos tendrá un efecto a corto plazo y está relacionado con las emisiones de ruido.

En cuanto a la periodicidad, el 22.22% (2) de los impactos se realizarán de manera ocasional y están vinculados con las emisiones de ruido, la exposición a personas a riesgos de salud. Los otros siete impactos (77.78 %) de los impactos ocurrirán de manera reiterativa y están relacionados con los cambios en la disponibilidad y calidad del agua, la generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, el aumento en el consumo de agua y la generación de empleos.

Para el caso de la permanencia, uno (11.11 %) de los impactos es temporal y 8 (88.89%) son permanentes. El impacto temporal está relacionado con las emisiones de ruido.

- Reversibilidad del impacto

El 57.14 % (4) de los impactos negativos se consideran como irreversibles y 3 (42.86%) como reversibles. Los impactos irreversibles o reversibles a largo plazo están relacionados con los cambios en la disponibilidad del agua, en la generación de residuos y la demanda de agua. Los dos impactos positivos no se consideraron en la evaluación de este atributo.

- Recuperabilidad.

El 71.43 % (5) de los impactos negativos se consideraron como recuperables y el 28.57% (2) como irrecuperables. Los impactos irrecuperables están relacionados con los cambios en la disponibilidad de agua y el aumento en el consumo de agua y energía eléctrica. El resto de los impactos se consideraron como recuperables.

Con relación al Índice de Incidencia y su significancia, del total de impactos negativos que en total fueron 7; 3 fueron significativos, 2 fueron no significativos y 2 despreciables.

Los impactos negativos significativos fueron:

- Cambios en la disponibilidad de agua del acuífero.
- Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.
- Incremento en la demanda de consumo de agua y de energía eléctrica.

Los no significativos corresponden a:

- Cambios de la calidad del agua
- Incremento en la generación de Residuos Peligrosos

Los impactos despreciables fueron:

- Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido
- Exposición a personas a riesgos de salud

En el caso de los impactos positivos, se consideraron como no significativos y son los siguientes.

- Generación de empleos.
- Derrama económica por la compra de insumos, equipos, pago de derechos, etc.

#### 4.2.1 Impactos residuales.

Estos impactos son los que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación. Dado que la valoración de los impactos se realizó sin considerar la aplicación de medidas de mitigación, a continuación, se identifican los impactos recuperables (aquellos que con la aplicación de medidas de mitigación por parte del promovente podrán recuperar en la medida de lo posible sus condiciones originales) y los irrecuperables (aquellos que aún y con la aplicación de medidas de mitigación el impacto seguirá presente por lo que deberán aplicarse medidas de compensación). Estos últimos son considerados como impactos residuales puesto que aun y con la aplicación de medidas de mitigación, permanecerán sus efectos. La valoración de irrecuperabilidad de los impactos se realizó en el entendido de que el proyecto estará causando impactos hasta que se concluyan sus tres etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Cuadro 12. Capacidad de recuperación de los impactos.

Factor	Impacto	Recuperabilidad	
		Recuperable	Irrecuperable
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero		*
Demanda de infraestructura de servicios	Aumento en el consumo de agua y de energía eléctrica.	*	

De los dos impactos residuales identificados en el cuadro anterior, uno se consideró recuperable y uno irrecuperable, por lo que se deberán proponer medidas de compensación ya que no son recuperables aún con las medidas de mitigación.

El impacto relativo a los cambios en la disponibilidad de agua del acuífero, se producirá durante las actividades de extracción de agua del acuífero y la inyección del agua, dado que al realizar estas actividades se reducirá la disponibilidad de este recurso, lo cual será permanente.

Con respecto al aumento en el consumo de agua y energía eléctrica, se consideró como recuperable, ya que se implementarán acciones para reducir el consumo de estos recursos y el hotel cuenta con equipos ahorradores de agua y luz, con lo que se pretende reducir este impacto.

#### **4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL.**

Para un mejor análisis de los impactos adversos se describirá su efecto sobre los principales factores ambientales:

➤ Aire

Para este factor se consideraron 2 impactos, sin embargo, uno se anuló en la matriz de valoración, de tal forma que sólo quedó un impacto que se consideró como despreciable y está relacionado con los cambios en la calidad del aire por la generación de ruido.

El impacto que se consideró como nulo está relacionado con la emisión de gases derivados del uso de la maquinaria y equipos. Se generarán emisiones de gases contaminantes como CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> e hidrocarburos, sin embargo, estos serán dispersados por el viento. Este impacto se consideró como indirecto, temporal, periódico y recuperable, ya que los gases que se generen serán dispersados por el viento y las medidas de mitigación permitirán disminuir los impactos mediante acciones de mantenimiento preventivo. También se espera la generación de polvos a causa del movimiento de los materiales que son extraídos para formar el pozo, sin embargo, esto se asentará rápidamente y solo se producirán durante las actividades de perforación, que se realizarán en un período corto de tiempo.

Por otra parte, se espera generar ruido derivado del empleo de equipo y maquinaria, así como por la presencia de personal, etc. Este impacto se consideró como indirecto, temporal, periódico y recuperable, ya que sólo se producirá de manera temporal. El ruido producido durante las actividades del proyecto se sumará al ruido existente, y se consideró como despreciable, ya que será temporal y se establecerán medidas de mitigación para disminuir el impacto.

Cabe señalar que las actividades que producirán mayor ruido serán las actividades de perforación de los pozos, sin embargo, solo se considera la perforación de dos pozos, lo cual se realizará en un período corto de tiempo. Durante las actividades de instalación de equipos de la planta desaladora el ruido que se producirá será mínimo.

Como parte de las medidas de mitigación, se mantendrá la maquinaria y equipo en buenas condiciones para que se respeten los niveles máximos de ruido permitidos según las normas oficiales mexicanas.

Durante la operación de la planta desaladora, se prevé que el ruido que generen los equipos será mínimo, ya que serán instalados equipos nuevos que cumplirán con la normatividad. Además, que todas las instalaciones de la planta tendrán mantenimiento preventivo.

De manera global se tiene que hay actividades y equipos que generarán emisiones a la atmósfera sea de gases o ruido que se han calificado como mínimos, y que en conjunto no representarán una afectación significativa, ya que se implementarán las medidas para que su condición de operación sea óptima y se apeguen a la normatividad aplicable.

## ➤ Hidrología

Se determinaron dos impactos negativos relacionados con los cambios en la disponibilidad de agua del acuífero y en la calidad del agua, el primero se calificó como significativo y el segundo como no significativo.

En relación con el impacto relacionado con los cambios en la disponibilidad del agua del acuífero se consideró como negativo, directo, acumulativo, simple, con efecto a largo plazo, reiterativo, irreversible, permanente e irrecuperable.

Este impacto se producirá al llevar a cabo las actividades de extracción de agua del acuífero. Para obtener el agua requerida para el proyecto, que corresponde a 182.0m<sup>3</sup>/día de agua, que equivale a 2.10 lps, se requiere extraer un volumen de 455.0 m<sup>3</sup>/día de agua salada, que equivale a 5.26 lps.

La planta desaladora que se propone tendrá una capacidad para obtener 200.0 m<sup>3</sup>/día, que equivale a 2.31 lps, mientras que para el proyecto se requiere de un volumen de 182.0m<sup>3</sup>/día de agua, por lo que tendrá la capacidad necesaria para abastecer al proyecto. Derivado del proceso de ósmosis inversa se producirán 182.0 m<sup>3</sup>/día de agua y se rechazarán 273.0 m<sup>3</sup>/día. Se contará con un pozo de captación con capacidad para extraer 7.0 lps y un pozo de descarga con capacidad para rechazar un volumen de 5.0 lps.

Durante las actividades de captación o extracción, se podría afectar la disponibilidad del agua del acuífero, ya que se reducen los volúmenes disponibles en el sitio y estas actividades se llevarán a cabo de forma permanente. Sin embargo, de acuerdo con los resultados del Estudio Geohidrológico que se anexa a esta MIA-P, el balance del acuífero es positivo y muestra una disponibilidad de agua de 166.34 m<sup>3</sup>/día, sin embargo, este incluye únicamente el agua dulce del predio atrapada en la duna de arena y el acuitardo de calcarenitas, despreciando el acuífero de agua salobre y agua marina, por lo que el aprovechamiento de agua salobre estaría disponible.

Por otra parte, de acuerdo con datos de la CONAGUA del 2015, en la Península de Yucatán se tenía una disponibilidad media anual de agua subterránea de 3,388.864 millones de metros cúbicos anuales y el volumen agua que se concesionó era de 1,209.2 millones de metros cúbicos anuales, por lo que hay disponibilidad para concesiones de agua.

A escala regional no se han provocado cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles del agua, lo cual se debe a que el volumen de agua extraído del subsuelo es despreciable en comparación con la recarga.

Para el proyecto, solo se pretende utilizar los volúmenes solicitados, para ello se realizarán los trámites necesarios ante la CONAGUA para obtener autorización para la extracción de 455.00 m<sup>3</sup>/día o 166,075.00 m<sup>3</sup>/año. Asimismo, se dará cumplimiento a las condiciones que queden establecidas en dicho título, informando los volúmenes de

aprovechamiento y realizando los análisis de calidad del agua de aprovechamiento, de rechazo y la que obtenga del proceso de ósmosis inversa.

De esta manera, se garantiza que no se aprovechen volúmenes superiores a los solicitados y por lo tanto no se generen afectaciones en la disponibilidad de agua del acuífero.

De acuerdo con los resultados del caudal de agua que fluye debajo del predio, se determinó que al predio ingresan una cantidad de 311.34 m<sup>3</sup>/día y salen en su zona de descarga 145 m<sup>3</sup>/día.

En relación con el impacto sobre la calidad del agua del acuífero, éste se consideró como negativo, directo, acumulativo, simple, con efecto a largo plazo, reiterativo, reversible, permanente y recuperable.

Durante las actividades de perforación y antes de que se hayan colocado los ademes de los pozos, puede ocurrir la infiltración al acuífero de materiales contaminantes de la superficie, lo cual podría afectar la calidad del agua del acuífero, sin embargo, se tomarán las medidas necesarias para evitar que esto ocurra.

Las actividades de operación de la planta desaladora implican el rechazo de aguas con una concentración mayor de sales (salmuera) a una profundidad de 80.0 m, lo cual puede afectar la calidad del agua del acuífero. Sin embargo, esta forma de dispersión permite la difusión gradual de la salmuera dentro del acuífero y va reduciendo su salinidad conforme avanza.

En el Estudio Geohidrológico anexo a esta MIA-P, se determinó que el acuífero de la zona de estudio tiene un espesor de caliza arrecifal de 5.0 m de espesor confinado por un acuitardo de calcarenitas impermeables. De acuerdo con los sondeos eléctricos realizados entre los 5 y 10 m de profundidad se registraron resistividades bajas asociadas a la presencia de huellas de disolución y/o cavidades saturadas de agua salobre. Entre los 17 y 22 m se registraron resistividades intermedias a bajas asociadas a la presencia de arenas semi-compactas con agua de reciente infiltración y a calizas cársticas y/o solubles en la zona saturada. Conforme se profundiza en el subsuelo la resistividad se incrementa, lo cual está asociado a la presencia de materiales compactos con ausencia de huellas de disolución y/o cavidades reduciendo considerablemente el flujo de agua subterránea hacia la costa y viceversa la intrusión salina del mar hacia el continente. Estas condiciones de baja permeabilidad prevalecen hasta el final del perfil (100.00 m).

De acuerdo con lo anterior, en los primeros metros se presentaron cavidades saturadas de agua salobre donde se da el flujo de agua del continente hacia la costa y viceversa, y posteriormente se presenta una baja permeabilidad. Derivado de estas condiciones de baja permeabilidad, se deduce que la intrusión salina natural es baja y no hay modificaciones importantes en la calidad de agua por esta causa.

## ➤ Residuos

En este factor se determinaron dos impactos adversos, uno se calificó como significativo y está vinculado con el incremento en la generación de residuos sólidos y de manejo especial, y el otro se calificó como no significativo y se relaciona con el incremento en la generación de residuos peligrosos.

El impacto relativo al incremento de la generación de residuos sólidos y de manejo especial se consideró como negativo, directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, irreversible, permanente, reiterativo y recuperable.

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, se generarán residuos sólidos derivados de la limpieza del sitio, del consumo de alimentos y de la instalación de equipos de la planta desaladora, los cuales serán acopiados en sitios específicos dentro del predio.

Los residuos derivados de las actividades de limpieza del sitio corresponden a residuos inorgánicos. También se espera generar residuos por la presencia de los trabajadores de tipo orgánico e inorgánico como restos de alimentos, empaques, recipientes y restos de platos desechables. Estos residuos serán acopiados en contenedores con tapa ubicados en el sótano del edificio y serán entregados al servicio de limpia municipal. Los residuos que sean susceptibles de reciclaje serán separados y entregados a una empresa encargada de su reciclaje.

Los residuos de obra generados a partir de la instalación de la planta, tales como, pedacería de plástico, PVC, mosaico y vidrio serán colectados en tambos de 200 L y posteriormente serán llevados al área de acopio de residuos del hotel, para su posterior entrega al servicio de limpia municipal.

Asimismo, se prevé generar material derivado de las actividades de perforación, el cual será retirado de manera manual con el uso de palas y carretillas, posteriormente, se acopiará en costales para ser trasladado fuera del sitio y depositado en el lugar que disponga la autoridad.

En cuanto al manejo de aguas residuales, se utilizarán los sanitarios con los que cuenta actualmente el hotel, por lo que las aguas residuales serán canalizadas a la red de drenaje municipal.

En la operación del proyecto, se prevé generar envases de plástico, cartón, así como los derivados del consumo de alimentos, los cuales serán acopiados y separados en contenedores. Asimismo, se producirán periódicamente filtros pulidores de cartucho, los cuales son desechables, por lo que se generarán residuos sólidos derivados de este proceso. Los residuos sólidos serán trasladados a las cámaras de basura del hotel y dispuestos mediante el servicio de limpia municipal.

También se prevé la generación de aguas residuales derivadas de las actividades de retrolavado y desinfección de la planta desaladora, las cuales serán conducidas a través de la red interna de drenaje del hotel.

En relación con el impacto relativo al incremento en la generación de residuos peligrosos se consideró como negativo, indirecto, acumulativo, con efecto a largo plazo, irreversible, permanente, reiterativo y recuperable.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se prevé que se generen residuos peligrosos, tales como estopas impregnadas con solventes derivados de la instalación de la planta, así como envases de pegamento, impermeabilizante y pintura, los cuales se dispondrán en contenedores debidamente etiquetados dentro del almacén de residuos peligrosos del hotel y serán entregados a una empresa autorizada en su manejo.

Una vez que la planta se encuentre en operación se generarán envases impregnados con los químicos requeridos como parte del proceso de pretratamiento y postratamiento, entre los que se encuentra los inhibidores de incrustaciones, hipoclorito de sodio y carbonato de sodio. Estos residuos serán llevados al almacén de residuos peligrosos del hotel y entregados a una empresa autorizada en su manejo.

De acuerdo con lo anterior, se realizará un manejo adecuado de los residuos que se generen, de acuerdo con lo establecido en el Programa Integral de Manejo de Residuos anexo a la presente MIA-P, con lo que se reducen los impactos de generación de estos residuos.

➤ Demanda de infraestructura de servicios.

Para este factor se determinó un impacto relacionado con el aumento en la demanda de servicios de energía eléctrica y demanda de agua, el cual se calificó como significativo.

Este impacto se consideró como directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, irreversible, reiterativo, permanente y recuperable. Está relacionado con el aumento en el consumo de agua durante la operación del hotel, ya que será necesario llevar a cabo la extracción de agua salada de manera continua y permanente, sin embargo, el hotel cuenta con sistemas ahorradores de agua y promover entre el personal el ahorro de este recurso.

Asimismo, la operación de la planta desaladora implica la utilización de energía para el funcionamiento de los equipos, sin embargo, estos serán nuevos y energéticamente más eficientes. El hotel cuenta con las instalaciones para el suministro de energía eléctrica, a las cuales se conectará la planta desaladora.

➤ Salud humana

Para este factor se determinó un impacto derivado de la exposición de personas a riesgos a la salud, el cual se calificó como despreciable. Este se consideró como indirecto, simple, con efecto a largo plazo, reversible, de aparición irregular, permanente y recuperable.

El personal que participe en la construcción de la planta desaladora estará expuesto a accidentes que pueden poner en riesgo su salud. Durante la etapa de preparación de sitio y construcción, los trabajadores estarán en riesgo durante la construcción de las obras por el uso de equipo y maquinaria, sin embargo, se utilizará el equipo de seguridad necesario para cada actividad.

Durante la operación de la planta desaladora, se manejarán algunas sustancias químicas, por lo que se tomarán las medidas necesarias para manejarlas adecuadamente de acuerdo con sus hojas de seguridad.

En caso que se presente algún evento hidrometeorológico, se atenderá lo establecido por Protección Civil y el Municipio de Solidaridad.

➤ Economía

Se determinaron dos impactos positivos sobre la economía, uno está relacionado con la generación de empleos y el otro con la derrama económica por la adquisición de insumos, el pago de derechos de servicios, etc., los cuales se calificaron como no significativos.

El impacto de la generación de empleos se consideró como directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, reiterativo y permanente. Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto, se contratará personal de la zona del ramo de la construcción. En la etapa operativa también se generarán empleos ya que se contratará personal para operar la planta desaladora.

Con relación al impacto relativo a la derrama económica se consideró como directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, irregular y permanente. La economía local se beneficiará por la adquisición de insumos para la construcción del proyecto, ya que los equipos de la planta desaladora serán adquiridos con una empresa local, que se encargará de su instalación. También se realizarán las inversiones necesarias para obtener las autorizaciones correspondientes para la construcción y operación de la planta desaladora, y para dar seguimiento de dichas autorizaciones.

# **CAPÍTULO VI**

## **MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>MEDIDAS GENERALES.....</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>DE LA PRESENCIA DEL PERSONAL.....</b>	<b>4</b>
<b>3.2</b>	<b>CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL DE LOS TRABAJADORES.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA CADA ETAPA.....</b>	<b>6</b>
<b>4.1</b>	<b>ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS AL FACTOR HIDROLOGÍA. .</b>	<b>6</b>
<b>4.2</b>	<b>ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS AL FACTOR AIRE.....</b>	<b>8</b>
<b>4.3</b>	<b>ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS AL FACTOR RESIDUOS.....</b>	<b>9</b>
<b>4.4</b>	<b>ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS A LA DEMANDA DE INFRAESTRUCTURA.....</b>	<b>12</b>
<b>4.5</b>	<b>ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS AL FACTOR ECONOMÍA... </b>	<b>13</b>
<b>4.6</b>	<b>ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS AL FACTOR SALUD HUMANA .....</b>	<b>13</b>

## 1 INTRODUCCIÓN.

El artículo 30 de la Ley general del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente establece que... 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.*

A partir de las características del proyecto y teniendo en cuenta las condiciones ambientales que se ven involucradas para el desarrollo del mismo, en este capítulo se describirán una serie de medidas, mismas que están orientadas a reducir los impactos ambientales que podrían generarse en cada una de las fases del proyecto, indicando para cada actividad o acción concreta proyectada, el o los factores que serán afectados.

Visto lo anterior, se procede a la descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para el proyecto **“Planta desaladora del Hotel The Reef 28”**, considerando la etapa preconstructiva, de construcción y operación, partiendo de las medidas generales para, posteriormente describir medidas específicas aplicables a las etapas antes señaladas.

Es oportuno señalar que las medidas de mitigación propuestas en los apartados que a continuación se presentan, fueron diseñadas tomando en consideración las condiciones ambientales del predio, instrumentos de planeación y normas oficiales mexicanas.

## 2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Después de evaluar las condiciones que presenta actualmente el predio, así como el sistema ambiental, con base en el trabajo de campo, y al conocimiento específico de sus atributos ambientales, se analizó el impacto de las actividades que se desarrollarán en el predio del proyecto, bajo lo cual se consideró que la mayor parte de las afectaciones potenciales son factibles de ser mitigadas y prevenidas si se toman las siguientes disposiciones:

- Medidas generales aplicables a las tres etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción y operación).
- Aplicación de medidas de prevención y mitigación para cada etapa de desarrollo del proyecto.

### **3 MEDIDAS GENERALES.**

Con objeto de mitigar los impactos generados como consecuencia del desarrollo del proyecto que propone la presente MIA-P, resulta necesario plantear medidas preventivas y poner en acción el programa de manejo de residuos que se propone (Anexo técnico 2).

Durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo actividades comunes en más de una etapa del proyecto, como el empleo de la mano de obra, que representa la presencia de personas en el área en la que se pretende instalar la planta desaladora, la adquisición y almacenamiento de materiales y, la generación de residuos sólidos urbanos derivados del consumo de alimentos y bebidas por parte de los colaboradores, por lo que se incluyen las medidas para regular estas actividades tomando como punto de partida la importancia que tiene la concientización y educación ambiental en la ejecución de las medidas de mitigación que se proponen para las diferentes etapas del proyecto y los impactos generados. Las medidas generales establecidas para el proyecto se presentan a continuación:

#### **3.1 DE LA PRESENCIA DEL PERSONAL.**

Desde un enfoque económico, la presencia de personal se considera un impacto positivo, toda vez que, durante la etapa de construcción del proyecto, se prevé la contratación de la mano de obra local, mismos que en su mayoría son originarios de los estados de Yucatán, Chiapas y Tabasco, sin embargo, esto también trae consigo la generación de impactos negativos durante las diferentes etapas del proyecto ya que la mayoría de los colaboradores cuentan con un nivel de educación mínimo, lo cual es un factor potencial en la contribución de una serie de impactos entre los que se encuentran los listados a continuación.

- Residuos sólidos dispersos en la superficie en la que se llevan a cabo las obras, así como en zonas aledañas, lo que causa mal aspecto en el centro de trabajo.
- Fecalismo y micciones en áreas de obra o aledañas, generando malos olores.

A fin de mitigar estos impactos, la Educación Ambiental y la aplicación de un reglamento interno de trabajo son básicas para atenuar algunos de los impactos ambientales que generará el proyecto. Educar al personal en cuanto al uso correcto de la infraestructura de apoyo (baños y contenedores de residuos).

Asimismo, el mal manejo de la infraestructura de apoyo antes mencionada, vuelve propenso el establecimiento de fauna nociva como ratas, ratones, moscas y cucarachas, así como la contaminación del manto freático, lo que puede resultar nocivo tanto ambientalmente, como en el ámbito de seguridad e higiene para el mismo personal que labore en el proyecto, es por lo anterior que se proponen las siguientes medidas a objeto de evitar que esto suceda.

- Concientizar al personal de la importancia de usar adecuadamente la infraestructura de apoyo, lo que se recomienda hacer periódicamente mediante un programa de capacitación, así como pláticas matutinas o briefing, mismas que serán impartidas durante el tiempo que duren las obras.
- Colocar letreros informativos y letreros prohibitivos para promover buenas prácticas ambientales.
- Colocar estratégicamente contenedores para los residuos, a fin de evitar que se depositen de manera inadecuada; dichos recipientes deberán estar debidamente rotulados, preferentemente con gráficos que muestren el tipo de residuo que se colocará en cada uno de ellos y deberán contar con tapa para evitar la dispersión de residuos o bien, la generación de fauna nociva.
- Promover entre el personal el uso de los sanitarios con que cuenta el hotel.
- Mantener los baños en buenas condiciones sanitarias para evitar que el personal incurra en la defecación y micción al aire libre.
- Mantener una continua vigilancia sobre las actividades de los trabajadores para supervisar que se esté haciendo uso de la infraestructura de apoyo.

### **3.2 CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL DE LOS TRABAJADORES.**

Las actividades de concientización ambiental son fundamentales en el desarrollo del proyecto, pues es importante que los trabajadores comprendan los impactos o repercusiones ya sean negativas o positivas que pueden tener sus acciones durante su estancia en el centro de trabajo. A continuación, se presentan algunas de las acciones que se llevarán a cabo como parte de las actividades de concientización ambiental.

1. Considerando que la expresión gráfica es la forma más adecuada para hacer llegar la información ambiental a todos los involucrados, ya que sin importar su nivel de educación los gráficos son de fácil comprensión, se colocarán letreros informativos, indicativos y restrictivos en sitios estratégicos dentro de la obra, los cuales se manejarán en español y en lengua maya, a consideración de que pudiera haber trabajadores que no hablan bien español.
2. Los letreros, dependiendo de su tipo, exhibirán anuncios como los siguientes:
  - Indicativos: ubicación de botes de basura, utilización de sanitarios, entre otros.
  - Restrictivos: señalarán las actividades no permitidas como la defecación o micción en áreas no permitidas. Recordarán el no abandonar desechos sólidos o líquidos en cualquier parte de la obra, especificarán el tipo de basura que se depositará en tal o cual contenedor.
  - Informativos: Señalarán la ubicación de las áreas dentro de la obra (baños, bodegas), etc.

3. Periódicamente se impartirán pláticas durante las etapas del proyecto, con la finalidad de sensibilizar al personal de la importancia de usar la infraestructura de apoyo, realizar la separación de los residuos, etc.

Para que dichas actividades den resultado se recomienda poner la información ambiental al alcance de los trabajadores, considerando su nivel de educación, de modo que sea de fácil comprensión.

#### 4 MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA CADA ETAPA.

A continuación, se desglosan de manera detallada las medidas de mitigación, prevención y compensación para cada una de las etapas de desarrollo del proyecto. Se presentan los impactos ambientales identificados por cada factor evaluado.

Cuadro 1. Relación de impactos ambientales por cada factor evaluado.

Factor	Impacto
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero
	Cambios de la calidad del agua
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero.
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido.
Residuos	Incremento en la generación de RSU y ME.
	Incremento en la generación de RP
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en la demanda de consumo de agua y energía eléctrica.
Economía	Generación de Empleos.
	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos.
Salud humana	Exposición a personas y riesgos de salud

Ahora bien, a partir de los impactos identificados se presentan las medidas de prevención, mitigación y compensación por etapa basados en cada uno de los factores evaluados.

##### 4.1 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS AL FACTOR HIDROLOGÍA.

Durante la etapa de construcción de los pozos existe el riesgo latente de que en la realización de las actividades de perforación y antes de que se hayan colocado los ademes de los pozos, éstos permitan la infiltración al acuífero de sustancias contaminantes relacionadas con un manejo inadecuado de los residuos sólidos, líquidos o peligrosos y la generación de lixiviados.

Durante la operación de la planta desaladora se prevé un efecto negativo mínimo en las condiciones de los acuíferos, toda vez que se pretende extraer 455.00 m<sup>3</sup>/día del acuífero y reinyectar aproximadamente 273.00 m<sup>3</sup>/día con el doble de salinidad en el acuífero profundo.

Un impacto positivo importante en los acuíferos es que la potabilización de agua salada permite aumentar la oferta de servicios, en este caso turísticos, con las correspondientes consecuencias de empleo e inversión, sin necesidad de aumentar la extracción de agua dulce de los acuíferos que surten a la población, lo que contribuye a prevenir su sobreexplotación.

Cuadro 2. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos generados al factor hidrológico.

Impacto	Medidas de mitigación	Etapas			Indicadores
		P	C	O	
Cambio de la calidad del agua	La construcción de pozos se realizará teniendo como fundamento lo dispuesto en la NOM-003-CNA-1996, la cual establece los requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos durante la etapa de construcción de pozos.		x		Verificación visual de las condiciones operativas de la maquinaria y equipos utilizados.
	Se llevará a cabo una bitácora de control en la que se anote los materiales utilizados, así como las características de la maquinaria, equipo a utilizar y otras especificaciones (suministro de grava lavada, redondeada y cribada en metros cúbicos, caudal y presión inyectada por la bomba de lodos, suministro de aditivos químicos en kg, número de golpes por minuto, características principales de la máquina perforadora, etc.).		x		Verificación visual del llenado de formatos de control.
	Las máquinas y equipos que ingresen al predio deberán de estar en óptimas condiciones de funcionamiento.		x		Resultados del estudio geohidrológico en en los que se incluye la profundidad de perforación para el pozo de aprovechamiento y descarga, el consumo de agua, volumen solicitado, diámetro de descarga, balance hídrico, etc. (Anexo técnico 2).
	Previo a la instalación de pozos se llevarán a cabo los estudios exploratorios correspondientes a fin de corroborar la estatigrafía y calidad del agua apropiada para el funcionamiento de la planta y teniendo en consideración las variaciones intermareales.		x		
Cambios en la disponibilidad del agua del	La profundidad de los pozos se verificará a partir de análisis estratigráfico a fin de reducir al mínimo los impactos derivados		x		Resultados de los

Impacto	Medidas de mitigación	Etapas			Indicadores
acuífero	de la extracción y reinyección del agua.				análisis de calidad del agua teniendo como referencia los establecidos en la NOM-004-CNA-1996.
	La inyección de salmuera al acuífero se llevará a cabo teniendo en cuenta la dirección de los flujos de agua.			x	
	Se realizarán los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos del agua, de acuerdo a lo que marque la NOM-004-CNA-1996 y el título de concesión que otorgue la CONAGUA al proyecto.		x	x	
	Se realizará el monitoreo del agua de rechazo cada tres años a partir de la toma de muestras simples.			x	

#### 4.2 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS AL FACTOR AIRE

Entre los impactos considerados para este factor se encuentra el relacionado con la emisión de gases tales como CO, NOx, SO<sub>2</sub> e hidrocarburos, derivados de uso de la maquinaria y equipos, sin embargo, éstos serán dispersados por efecto del viento. Asimismo, se espera la generación de polvos a causa del movimiento de los materiales que son extraídos para formar el pozo, mismos que se asentarán rápidamente y sólo se producirán durante las actividades de perforación que se realizarán en un período corto.

Por otro lado, se considera la generación de ruido generado por la puesta en marcha del equipo y maquinaria, así como por la presencia de personal. Sin embargo, el ruido producido durante las actividades del proyecto se sumará al ruido existente, por lo que este impacto no se considera como significativo.

Cuadro 3. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos generados al factor aire.

Impactos	Medidas de mitigación	Etapas			Indicadores
		P	C	O	
Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	Se verificará que la maquinaria y equipo antes de ingresar al predio del proyecto se encuentre afinada y en óptimas condiciones mecánicas, para evitar emisiones contaminantes al aire, fuera de los niveles permitidos por las normas correspondientes.		x		Equipos y máquinas en buen estado de afinación y funcionamiento.
	La maquinaria y equipo recibirán mantenimiento preventivo.		x		Ausencia de emisiones de humo (hollín) en los escapes o mofles de los vehículos.
	Se realizará la verificación de los equipos, maquinaria y bombas que se utilicen durante la operación del proyecto, para que cumplan con las normas oficiales establecidas.			x	Mediciones y

Impactos	Medidas de mitigación	Etapas			Indicadores
	El sistema de bombeo de alta presión de la planta desaladora para la realización del proceso de ósmosis inversa cuenta con recuperador de energía ERI/FEDCO, con lo que se reduce el consumo de energía durante la operación de la planta.			x	comparación de los resultados de la unidad verificadora que monitoree el equipo y máquinas diversas que se utilicen en la operación del proyecto.
	La planta recibirá mantenimiento periódicamente a fin de mantenerla en óptimas condiciones y con ello evitar un consumo mayor de energía.			x	
Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	El horario de trabajo del personal y de los equipos se limitará a un horario diurno (07:00 a 17:00 horas).		x		Bitácoras en las que se haga constar que el equipo recibe mantenimiento preventivo de manera periódica.
	La maquinaria permanecerá apagada durante los lapsos que no se ocupen.		x		
	Se verificará con un sonómetro que las emisiones de ruido producidas por los vehículos automotores que transitan por el predio cumplan con los límites máximos permisibles de emisión de ruido establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994.		x		
	Se llevará a cabo el mantenimiento continuo en talleres autorizados, del equipo y maquinaria que sea utilizado en la obra y durante la operación del proyecto.		x	x	

### 4.3 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS AL FACTOR RESIDUOS.

El principal impacto vinculado a este factor refiere al incremento en la generación de residuos, considerándose significativo en el caso de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, en tanto que en el caso de los residuos peligrosos el aumento que se espera es menos significativo.

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se generarán residuos sólidos derivados principalmente del consumo de alimentos y bebidas por parte de los colaboradores (orgánicos e inorgánicos), así como los generados por las actividades de limpieza del sitio y los generados a partir de la instalación del equipo de la planta desaladora (pedacería de plástico, PVC, mosaico y vidrio).

Por otra parte, en la etapa de construcción se prevé la generación de residuos tales como sedimento y lodos derivados de las actividades de perforación. Asimismo, se prevé la generación de residuos peligrosos entre los que se incluyen estopas

impregnadas, solventes, etc., aunado a ello el manejo inadecuado de productos o residuos derivados del uso de combustibles tales como diésel y gasolina, utilizados en la maquinaria pesada, así como el mal funcionamiento de los mismos puede ocasionar la contaminación de otros residuos, del suelo y del manto freático.

En lo que respecta a la etapa de operación, debido a que los filtros pulidores de cartucho utilizados durante la etapa de pretratamiento son desechables, deberán ser sustituidos periódicamente, por lo que se generarán residuos sólidos derivados de este proceso. Asimismo, se generarán envases impregnados con los químicos requeridos como parte del proceso de pretratamiento y postratamiento, entre los que se encuentra los inhibidores de incrustaciones, hipoclorito de sodio y carbonato de sodio.

En lo que respecta a los residuos líquidos, se consideran las aguas residuales generadas en las tres etapas a partir del uso de los sanitarios con que cuenta el hotel. Además, como parte de este rubro se incluye el agua de rechazo (salmuera) generada durante la operación de la planta desaladora como parte del proceso de ósmosis inversa.

Cuadro 4. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos generados al factor residuos.

Impactos	Medidas de mitigación	Etapas			Indicadores
		P	C	O	
Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo especial.	Se pondrá en práctica lo dispuesto en el Programa de manejo de residuos.	x	x	x	El centro de trabajo permanecerá libre de residuos dispersos.
	Se ubicarán señalamientos en sitios estratégicos fomentando el uso de sanitarios y manejo adecuado de los residuos.	x	x	x	
	Las aguas residuales generadas por el uso de sanitarios serán canalizadas a la red de drenaje municipal.	x	x	x	No deberán percibirse olores procedentes de micción o defecación.
	Los residuos provenientes de la limpieza del área en la que se instalará la planta desaladora serán dispuestos en contenedores de acuerdo con el tipo de residuo de que se trate.	x			Verificación visual de la instalación de contenedores para residuos y señalización.
	Se deberá contar con la infraestructura necesaria a fin de llevar a cabo la correcta disposición de los residuos generados (contenedores, señalamientos, etc.).	x	x	x	Comprobantes correspondientes a la disposición de los residuos con una empresa autorizada.
	Quedará estrictamente prohibido la defecación y micción al aire	x	x		Verificación visual

Impactos	Medidas de mitigación	Etapas			Indicadores
	libre.				del llenado de controles correspondientes a la generación y disposición de los residuos.  No deberán observarse manchas de combustible en el suelo.
	El sedimento será puesto en costales y posteriormente se trasladará al sitio que indique la autoridad correspondiente		x		
	El sedimento resultante de los trabajos de excavación se mantendrá expuesto el menor tiempo posible		x		
Incremento en la generación de Residuos Peligrosos.	El sitio destinado al almacenamiento de aceites, combustibles o sustancias químicas y peligrosas, si es que llegaran a requerirse será el que se encuentra habilitado actualmente como parte de la operación del hotel.		x	x	
	Los residuos serán dispuestos con una empresa autorizada en su manejo.		x	x	
	Las máquinas y equipos que ingresen al predio deberán estar en óptimas condiciones de funcionamiento.		x		
	Se habilitará un sitio adecuado para el estacionamiento de las máquinas donde se resguarden cuando no estén funcionando.		x		
	Se utilizarán bombas manuales o carros cisternas para el abastecimiento de combustibles a la maquinaria pesada y equipos utilizados.		x		
	Se deberá hacer uso de los controles correspondientes a los residuos generados, según lo propuesto en el programa de manejo residuos, entre los que se encuentran el llenado de bitácoras.		x	x	

#### 4.4 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS A LA DEMANDA DE INFRAESTRUCTURA.

En relación con la demanda de energía eléctrica, ésta incrementará con la operación de la planta desaladora, no obstante, será suministrada a través de la red interna del Hotel The Reef 28 alimentada por CFE.

En cuanto a la demanda de agua para consumo humano, el principal impacto sobre el equipamiento es positivo, ya que podrá disponerse de agua potable sin necesidad de aumentar la carga para las autoridades encargadas de proporcionar el servicio a la población.

Cuadro 5. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos generados por la demanda de infraestructura

Impacto	Medidas de mitigación	Etapas			Indicador
		P	C	O	
Aumento en la demanda de agua y energía eléctrica.	Se deberá llevar a cabo un Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de las instalaciones de la planta.			x	Verificación visual de los programas de mantenimiento.
	Se promoverán y establecerán políticas y metas que permitan lograr el ahorro del recurso energético a través de pláticas con el personal.			x	Listas de asistencia del personal de las pláticas que se lleven a cabo para promover el ahorro del agua y la energía eléctrica.
	Periódicamente se realizará el monitoreo de la calidad del agua potable obtenida del proceso de ósmosis inversa.			x	Resultados de los análisis de la calidad del agua. Registros mensuales de los volúmenes de agua captada y consumida durante la operación del hotel.

#### 4.5 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS AL FACTOR ECONOMÍA.

La actividad proyectada generará empleos para su desarrollo, además la economía local se beneficiará por la adquisición de insumos para la construcción del proyecto, ya que los equipos de la planta desaladora serán adquiridos con una empresa local, que se encargará de su instalación. También se realizarán las inversiones necesarias para obtener las autorizaciones correspondientes para la construcción y operación de la planta desaladora, y para dar seguimiento de dichas autorizaciones.

Cuadro 6. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos generados al factor economía.

IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPA			INDICADOR
		P	C	O	
Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos.  Generación de empleos.	A fin de impulsar la economía y generación de empleo local, la adquisición de insumos, equipos y servicios será de la zona.		x	x	Verificación visual de comprobantes de compra o adquisición de servicios adquiridos en la zona.
	Se llevará a cabo el pago de derechos correspondientes como parte del proceso de evaluación y autorizaciones necesarias para el desarrollo del proyecto.	x	x	x	
	El personal contratado será preferentemente de la zona.	x	x	x	

#### 4.6 ESTRATEGIAS PARA MITIGAR LOS IMPACTOS GENERADOS AL FACTOR SALUD HUMANA

A pesar de que la instalación y construcción de la planta desaladora no implica trabajos que puedan categorizarse como de alto riesgo, debido a que ésta pertenece a un proyecto mayor el cual permanece actualmente en operación, se corre el riesgo de que al realizar las actividades ocurran accidentes que atenten contra la integridad física de los trabajadores; así mismo, el mal manejo de los residuos y la falta de higiene por parte de los trabajadores pueden ocasionarles enfermedades. Además, la ubicación del proyecto corresponde a una zona susceptible de impactos por causa de eventos climáticos, por lo que habrán de tomarse las medidas necesarias a fin de evitar un accidente.

Cuadro 7. Medidas a implementarse para la mitigación de los impactos generados al factor salud humana.

IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPA			INDICADOR
		P	C	O	
Exposición a personas a riesgos de salud.	Implicará la posibilidad de un accidente de trabajo.	x	x		Verificación visual de la presencia de botiquín con los insumos correspondientes.
	Se contará con un botiquín de primeros auxilios que contenga lo básico (gasas, vendas, alcohol,	x	x	x	

IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	ETAPA			INDICADOR
	mertiolate, algodón, curitas, etc.), para atender cualquier emergencia que no requiera hospitalización.				No hay presencia de olores relacionados con micción y fecalismo.  Verificación visual de señalamientos alusivos al uso de equipo de protección personal y a las acciones a realizar en caso de la presencia de algún fenómeno natural.
	Se colocarán señalizaciones y carteles fomentando el uso de los equipos de seguridad.		x		
	Los sanitarios a emplear serán con los que cuenta actualmente el hotel, por lo que se ubicarán señalamientos en sitios estratégicos para que los trabajadores tengan fácil acceso a los mismos, a efecto de evitar fecalismo y micción que puede causar enfermedades gastrointestinales	x	x	x	
	En caso de la presencia de algún huracán o tormenta tropical que pudiera poner en riesgo la vida del personal, se retirará al personal por lo menos un día antes de la llegada del fenómeno natural, y se seguirán todas las disposiciones del personal de protección civil.	x	x	x	

# **CAPÍTULO VII**

## **PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN.</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>SISTEMA AMBIENTAL.</b>	<b>3</b>
<b>2.1.</b>	<b>CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL.</b>	<b>6</b>
<b>2.2.</b>	<b>PREDIO DE INTERÉS.</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>PLANEACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA.</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>IMPACTOS POTENCIALES.</b>	<b>8</b>
<b>5.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS.</b>	<b>10</b>
<b>6.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS.</b>	<b>10</b>
<b>6.1.</b>	<b>ESCENARIO ACTUAL, CON PROYECTO SIN MEDIDAS Y CON PROYECTO CON MEDIDAS.</b>	<b>11</b>
<b>7.</b>	<b>PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.</b>	<b>16</b>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>17</b>

## 1. INTRODUCCIÓN.

Una vez que en los capítulos anteriores se han detallado las actividades y la forma en la que éstas influirán en el sistema tanto en las inmediaciones del proyecto como del sistema ambiental, en el presente capítulo se analiza la interacción final que tendrá el proyecto con los recursos y procesos biológicos.

Asimismo, se realiza un pronóstico de la calidad ambiental del sitio durante la realización y vida útil del proyecto, y de las medidas de monitoreo que se realizarán para determinar dicha condición.

## 2. SISTEMA AMBIENTAL.

El Sistema Ambiental definido para el proyecto “**Planta Desaladora del Hotel The Reef 28**”, se determinó a partir de las discontinuidades en la cobertura vegetal, presencia de estructuras antropogénicas y la interacción con el medio social.

Conforme a lo anterior, a continuación, se presentan los límites del Sistema Ambiental definido para el proyecto:

- Límite Norte: se definió en función de la fragmentación de la vegetación, y se determinó como límite, un acceso de terracería que conduce a predios de propiedad privada que ya fueron desmontados.
- Límite Sur: este límite se encuentra definido en función de la existencia de la Avenida principal 38 Norte, misma que conecta la playa con la Carretera Federal 307.
- Límite Este: delimitado por el Mar Caribe.
- Límite Oeste: delimitado por la Avenida 10 Norte.

Considerando los límites establecidos para términos de análisis del SA, este contempla únicamente la zona terrestre con una superficie de **536,417.13 m<sup>2</sup>** (53.64 ha), (Figura 1).



Figura 1. Delimitación del Sistema Ambiental.

Como resultado del análisis de fotointerpretación se determinó que para el SA se distinguen 2 unidades ambientales por el tipo de cobertura vegetal, siendo en orden de mayor a menor superficie: vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia con el 7.98%, y manglar con 2.1% (**Figura 2**). Asimismo, hay otras coberturas de índole natural como la playa arenosa que representa el 3.47% dentro del SA (**Cuadro 1**).

En cuanto a otras coberturas, la que presentó mayor superficie con un porcentaje de ocupación fue los asentamientos humanos con 83.83%, seguido del uso de playa con 3.47%, área perturbada con 1.67%, por último, la desprovista de vegetación con 0.98%.

Con base a los resultados obtenidos de la fotointerpretación se puede notar que el sistema ambiental está cubierto en su mayor parte por los asentamientos humanos, seguido por vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

Cuadro 1. Superficies del SA cubiertas por los diferentes tipos de vegetación y asociaciones vegetales, según la fotointerpretación.

Tipo de vegetación	Superficie		
	m <sup>2</sup>	ha	%
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	42,790.58	4.28	7.98
Manglar	11,220.55	1.12	2.1
<b>Subtotal</b>	<b>54,011.13</b>	<b>5.40</b>	<b>10.08</b>
<b>Otras coberturas</b>			
Asentamientos humanos	449,701.12	44.98	83.83
Desprovisto de vegetación	5,244.16	0.52	0.98
Área perturbada	8,830.10	0.88	1.64
Playa arenosa	18,630.62	1.86	3.47
<b>Subtotal</b>	<b>482,406.00</b>	<b>48.24</b>	<b>89.92</b>
<b>Total</b>	<b>536,417.13</b>	<b>53.64</b>	<b>100.00</b>

Con base al cuadro presentado anteriormente, a continuación, se presenta el mapa de la fotointerpretación realizada en el sistema ambiental.

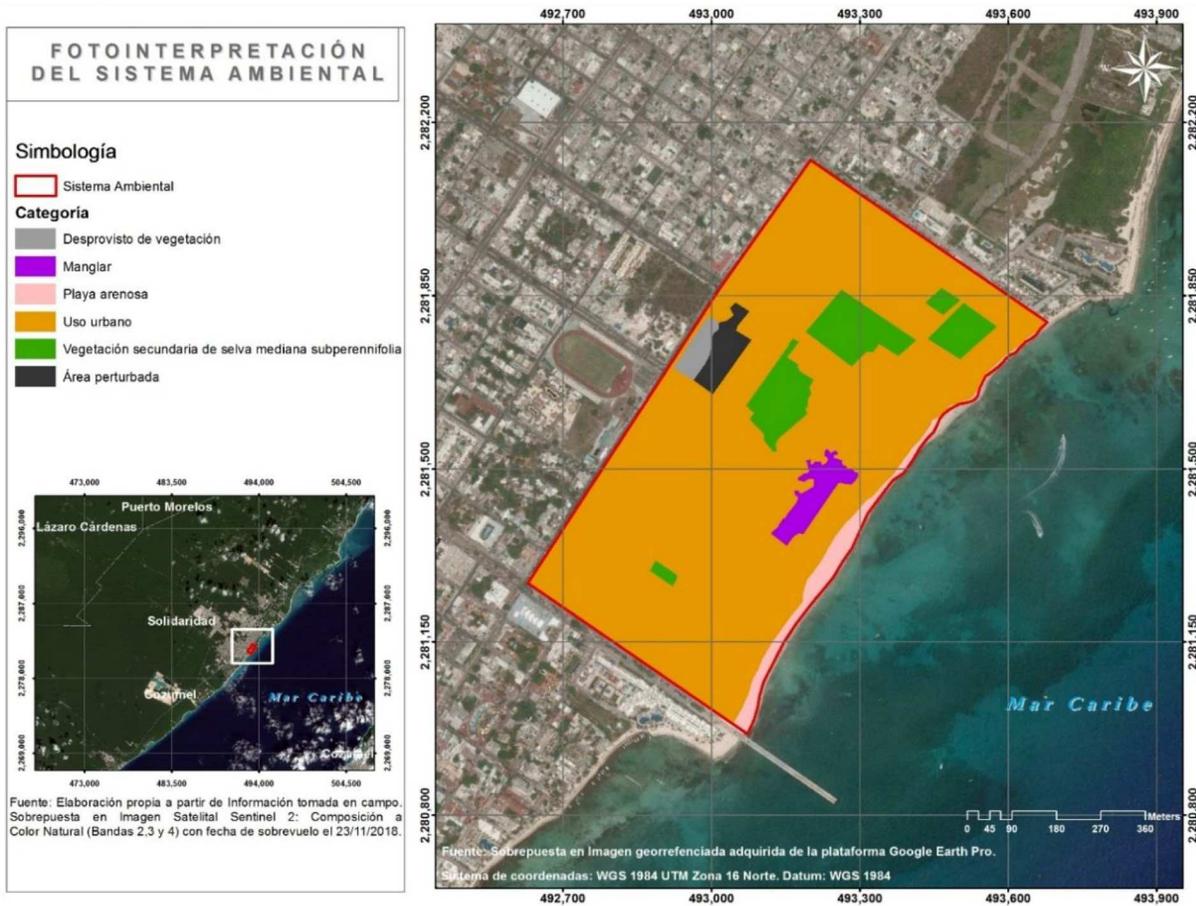


Figura 2. Mapa de vegetación y usos de suelo, resultado de la fotointerpretación del polígono del SA.

## **2.1. CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL.**

El área del SA que se definió para el proyecto presenta un estado de conservación bajo, debido a que en su mayoría el SA se encuentra cubierto por asentamientos humanos. Sin embargo, dentro de la infraestructura se conoce que hay áreas de conservación que han mantenido los diferentes desarrollos turísticos que por la escala del análisis escapan a su determinación. Por lo cual hay un margen de áreas con vegetación natural que no se están detallando.

Con base en el grado de conservación de la vegetación del sistema ambiental definido para el proyecto, los fragmentos de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia junto con las áreas de manglar, no constituyen un hábitat continuo para la fauna de diferentes grupos, ya que no permite su movimiento entre ellas a nivel del sistema ambiental, ya que se trata de manchones dispersos en el SA. De lo anterior se asume que el lote del proyecto se encuentra en un sistema urbanizado y presenta un alto tránsito de personas y vehículos, por lo que los niveles de ruido y perturbaciones mecánicas no coadyuvan al mantenimiento de las condiciones ambientales adecuadas para el establecimiento de la fauna.

Las áreas de playas que presenta el sistema son utilizadas por los desarrollos turísticos para sus actividades recreativas, y al igual que la generalidad de los ecosistemas costeros, están siendo impactados por los procesos erosivos naturales que hay a nivel global, por lo que su estado de conservación es medio. Sin embargo, aún presentan cobertura vegetal en muchas de las áreas y fungen como hábitat para la fauna.

La vocación de los usos de suelo establecidos por el Programa de Desarrollo Urbano de Solidaridad (2010-2050), junto con las condiciones naturales de la región, hacen atractiva la zona para el desarrollo de infraestructura turística, lo que se verá reflejado en un aumento en la economía regional y nacional. En la zona ya hay proyectos autorizados y en proceso de desarrollo, y a la larga se vislumbra un desarrollo ordenado en apego a los parámetros del PDU y POEL, lo cual también significa que en los próximos años, la vegetación que actualmente se desarrolla en el Sistema ambiental disminuirá. Sin embargo, estos proyectos, al igual que el que se presenta a evaluación en esta Manifestación de Impacto Ambiental, proponen una serie de medidas de mitigación y compensación que están orientadas a atenuar los impactos ambientales que se generen en las etapas de desarrollo que comprende. Con esto se plantea un proyecto ambientalmente viable y congruente con los usos de suelo, parámetros urbanos y de aprovechamiento establecidos en los instrumentos jurídicos regulatorios.

## **2.2. PREDIO DE INTERÉS.**

Las condiciones ambientales del predio donde se pretende establecer el Proyecto “Planta Desaladora del Hotel The Reef 28” indican que se trata de un sitio ya construido, que es donde se encuentra operando el proyecto Hotel The Reef 28.

Ahora bien, a pesar de que el proyecto “Planta Desaladora del Hotel The Reef 28” se pretende desarrollar en un sitio ya construido, se apega la normatividad vigente como lo

es: el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo publicado en el Periódico Oficial el de 25 de mayo de 2009 y el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen 2010-2050 publicado en el Periódico Oficial el 20 de diciembre el de 2010.

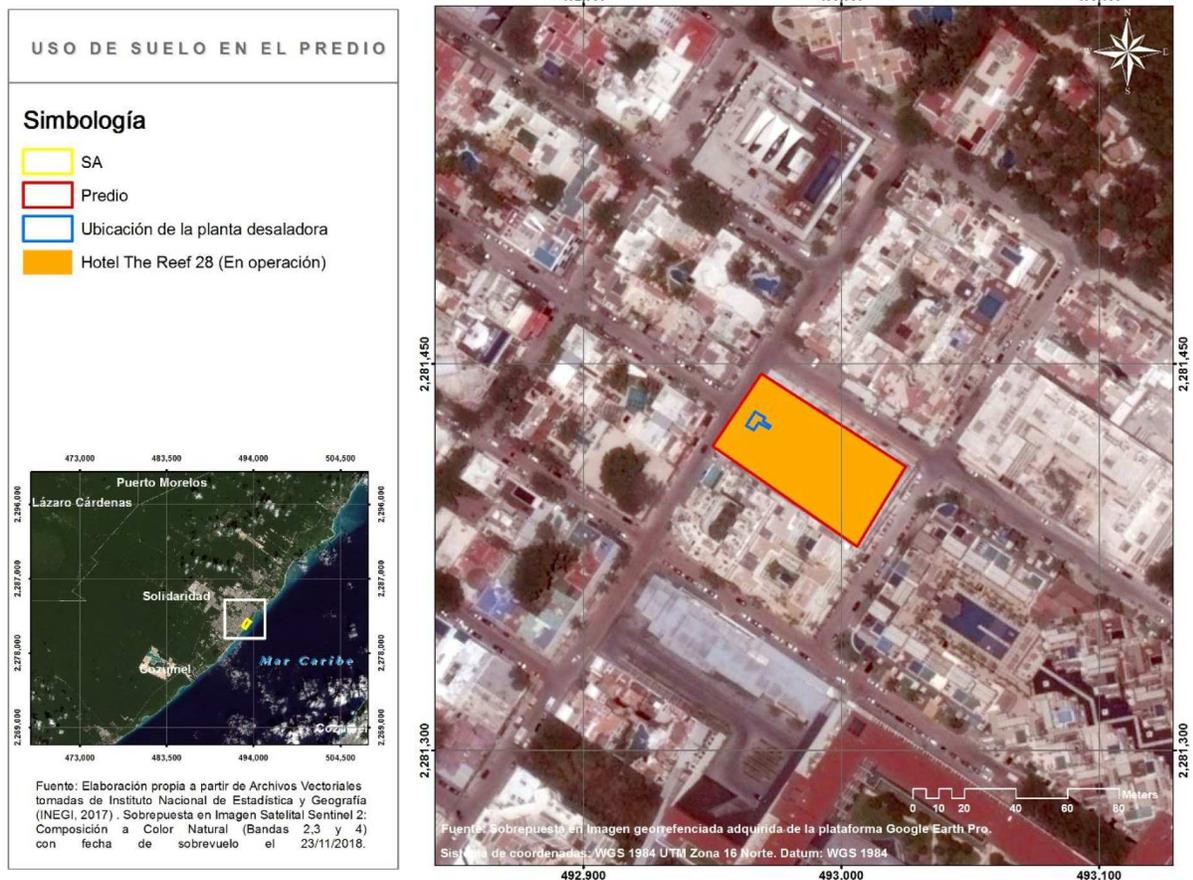


Figura 3. Condiciones del predio donde pretende establecerse la Planta Desaladora.

### 3. PLANEACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA.

La planeación y diseño del proyecto se realizó bajo los lineamientos establecidos por el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, por lo que se consideró lo siguiente:

- ✓ En el predio donde se pretende establecer el proyecto actualmente se encuentra operando el “Hotel The Reef 28”, consistente un hotel con un total de 120 habitaciones distribuidas en un edificio de 5 niveles y roof garden.
- ✓ La planta desaladora ocupará una superficie de 24.0 m<sup>2</sup> y quedará en la zona de talleres del sótano. Contará con un pozo de captación y uno de rechazo, cada uno con una superficie de 2.0 m<sup>2</sup>, sumando en total 4.0 m<sup>2</sup>, los cuales se ubicarán en la zona del estacionamiento del sótano. Las líneas de conducción de agua salada también se desplantarán en las áreas de estacionamiento del sótano. De acuerdo

con lo anterior, no se requiere desmontar áreas con vegetación natural ni ocupar superficies adicionales.

- ✓ La planta desaladora que se propone tendrá una capacidad para obtener 200.0m<sup>3</sup>/día, que equivale a 2.31 lps, mientras que para el proyecto se requiere de un volumen de 182.0 m<sup>3</sup>/día de agua, que equivale a 2.11 lps, por lo que tendrá la capacidad necesaria para abastecer al proyecto. Derivado del proceso de ósmosis inversa se producirán 182.0 m<sup>3</sup>/día de agua y se rechazarán 273.0 m<sup>3</sup>/día. Se contará con un pozo de captación con capacidad para extraer 7.0 lps y un pozo de descarga con capacidad para rechazar un volumen de 5.0 lps.

Asimismo, durante la planeación del proyecto y en apego al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (2009), se presentan junto con esta MIA-P el Programa de Manejo de Residuos.

#### **4. IMPACTOS POTENCIALES.**

En la Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización, se analizaron los indicadores de cambio de un total de 6 factores ambientales, los cuales se describieron previamente, así mismo se identificaron 9 posibles impactos potenciales que pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto "Planta Desaladora del Hotel The Reef 28".

De los 9 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de evaluación de impactos, 7 son negativos y 2 son positivos.

##### **Impactos durante la etapa de preparación del sitio.**

En la etapa de preparación del sitio los impactos registrados están relacionados con las actividades de limpieza del sitio y la presencia de personal.

De tal manera que derivado de estas actividades solo se prevé la generación de residuos sólidos derivados del consumo de alimentos por parte de los trabajadores y la generación de residuos derivados de la limpieza del sitio. Asimismo, se generarán empleos para el personal que realice estas actividades.

##### **Impactos durante la etapa de construcción**

Los principales impactos negativos que se generarán en esta etapa están relacionados con las actividades de presencia de personal, perforación y construcción de los pozos, así como por la instalación de los equipos de ósmosis inversa y las líneas de conducción de energía eléctrica y del agua de los pozos.

Para llevar a cabo la perforación de los pozos y la instalación de las tuberías de conducción de agua aprovechada y el agua de descarga, se requiere retirar el piso de concreto del sótano, las capas superficiales del terreno y de las capas inferiores, hasta llegar a la profundidad requerida de 15.0 m para el pozo de captación y de 80.0 m para

el pozo de descarga. También se espera la generación de polvos y emisiones de gases por la operación de la maquinaria de perforación. Asimismo, se producirá ruido derivado de estas actividades.

En las actividades de construcción, existe el riesgo de que durante las obras de perforación y antes de que se hayan colocado los ademes de los pozos, éstos permitan la infiltración a los acuíferos de materiales contaminantes de la superficie, como sustancias y materiales suspendidos, lo cual puede afectar la calidad del agua del acuífero.

Las actividades de construcción de las obras e instalación de equipos implican por sí mismas la generación de residuos derivados de la construcción y residuos derivados del consumo de alimentos, los cuales tendrán un manejo adecuado.

En cuanto a los impactos benéficos tendrán un efecto sobre la economía por la generación de empleos y la compra de insumos para el proyecto.

### **Impactos en la etapa de operación del proyecto**

En esta etapa los impactos negativos están relacionados con la operación de la planta desaladora y las actividades de mantenimiento, lo cual conlleva actividades de extracción y descarga del agua, emisiones de gases, ruido, la generación de residuos y la generación de empleos.

Durante la operación del proyecto se realizarán las actividades de extracción de agua salada y la descarga de salmuera derivada del proceso de ósmosis inversa. Las actividades de extracción podrían generar cambios en la disponibilidad de agua del acuífero. Las actividades de descarga, también podrían afectar la calidad del agua del acuífero, ya que la salmuera que se inyecta tiene mayores concentraciones de sales.

Las actividades de mantenimiento implican actividades de retrolavado y desinfección, las cuales se realizarán de manera periódica e involucran la generación de aguas residuales, las cuales se conducirán a la red de drenaje interna del hotel.

Asimismo, se espera la generación de residuos sólidos por parte del personal que opere la planta, cuya generación será mínima. También se prevé la generación de residuos peligrosos derivado del uso de sustancias peligrosas.

Por otra parte, el ruido que genere la planta será mínimo, además las instalaciones recibirán el mantenimiento preventivo para que funcionen conforme a la normatividad aplicable.

Los impactos benéficos que se darán en la operación del proyecto, están relacionados con la generación de empleos y la compra de insumos, lo cual beneficiará la economía local.

## 5. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS.

Para realizar el pronóstico de los posibles escenarios se consideró la dinámica ambiental en función de la intensidad y permanencia de los impactos ambientales residuales, de los no mitigables, de los mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos, y de los factores que determinan los procesos de deterioro y su interrelación.

## 6. DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS.

Con base en la información obtenida a partir del sistema ambiental, del análisis de impactos y de las medidas de mitigación, descritos en los capítulos IV, V y VI, respectivamente, se describen los posibles escenarios para el predio en particular, y para el sistema ambiental considerando:

Escenario 1. Condición actual, es decir, sin el desarrollo del proyecto.

Escenario 2. Escenario con el desarrollo del proyecto sin la aplicación de medidas de prevención y mitigación.

Escenario 3. Escenario con el desarrollo del proyecto y con la aplicación de medidas de prevención y mitigación.

6.1. ESCENARIO ACTUAL, CON PROYECTO SIN MEDIDAS Y CON PROYECTO CON MEDIDAS.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
<p><b>Estado de Conservación de los Ecosistemas</b></p>	<p>El área del SA que se definió para el proyecto presenta un estado de conservación bajo, debido a que en su mayoría el SA se encuentra cubierto por asentamientos humanos, y las escasas áreas con vegetación natural cuentan con uso de suelo y potencial de desarrollo asignado por los instrumentos de planeación urbana, por lo que se visualiza que tras el paso del tiempo serán desarrollados.</p> <p>De ahí que el sistema tiene un alto grado de fragmentación y pérdida de ecosistemas, razón por la cual la vegetación natural que hay se observa como islas, en las cuales aún habita fauna silvestre. Sin embargo, las áreas que ya han sido construidas y urbanizadas, forman un hábitat para especies altamente tolerantes a la perturbación.</p> <p>Sin embargo, dentro de la infraestructura se conoce que hay áreas de conservación que han mantenido los diferentes desarrollos turísticos que por la escala del análisis escapan a su determinación. Por lo cual hay un margen de áreas con vegetación natural que no se están detallando, sin embargo, por la proporción que ocuparían aún el uso de asentamientos humanos seguiría siendo mucho mayor.</p> <p>Las áreas de playas que presenta el sistema son utilizadas por los desarrollos turísticos para sus actividades recreativas, y al igual que la generalidad de los ecosistemas costeros, están siendo impactados por los procesos erosivos naturales que hay a nivel global, por lo que su estado de conservación es medio. Sin embargo, aún presentan cobertura vegetal en muchas de las áreas y fungen como hábitat para la fauna.</p>	<p>El diseño del proyecto se realizaría sin considerar los criterios ecológicos del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad y lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen.</p> <p>En caso de derrame accidental de sustancias peligrosas, estas se filtrarían al suelo y al agua durante las actividades de perforación de los pozos causando contaminación.</p> <p>Durante la operación de la planta desaladora, se extraerían mayores volúmenes de agua salada, lo cual repercutiría en la disponibilidad de agua del acuífero.</p> <p>Las actividades de extracción y rechazo de salmuera se realizarían a profundidades inadecuadas lo cual podría afectar la lente de agua dulce y provocar la intrusión salina.</p>	<p>El proyecto consiste en el desarrollo de una planta desaladora nueva integrada al complejo turístico "Hotel The Reef 28". El sistema de potabilización de agua salada constituye una obra complementaria del hotel y servirá para abastecer 120 habitaciones del hotel, así como sus áreas públicas y de servicios. El hotel cuenta con restaurantes, spa, lobby, cocina, almacenes, talleres de mantenimiento, cuarto de máquinas, alberca y áreas ajardinadas.</p> <p>La planta desaladora ocupará una superficie de 24.0 m<sup>2</sup> y quedará en la zona de talleres del sótano. Contará con un pozo de captación y uno de rechazo, cada uno con una superficie de 2.0 m<sup>2</sup>, sumando en total 4.0 m<sup>2</sup>, los cuales se ubicarán en la zona del estacionamiento del sótano. Las líneas de conducción de agua salada también se desplantarán en las áreas de estacionamiento del sótano. De acuerdo con lo anterior, no se requiere desmontar áreas con vegetación natural ni ocupar superficies adicionales.</p> <p>En cuanto al manejo de residuos, se implementarán las medidas adecuadas para su separación, acopio y disposición final de acuerdo a su tipo, planteadas en el Programa de Manejo de Residuos, que se anexa a esta MIA-P.</p> <p>Las actividades de construcción de los pozos se realizarán de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996.</p> <p>A fin de proteger el acuífero, el mantenimiento de los pozos de extracción se llevará a cabo de acuerdo con los lineamientos establecidos por la NOM-004-CNA-1996.</p> <p>Para las actividades de construcción de los pozos, extracción de agua subterránea y la descarga de las aguas de rechazo se solicitarán las autorizaciones respectivas ante la CONAGUA.</p> <p>Se respetarán los volúmenes de extracción y descarga que queden establecidos en el título de concesión respectivo y se realizarán los análisis de calidad de agua que solicite la CONAGUA.</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
<p><b>Aire</b></p>	<p>En el sistema ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera proveniente de la operación de hoteles, como el Hotel Aldea Thai Luxury, Royal Oasis, Hotel Rivera del Sol, así como los condominios entre otros. También se genera ruido por el paso de vehículos, ya que la zona es muy transitada, así como el que generan las personas que se transitan por la zona.</p> <p>En relación con la emisión de contaminantes en el 2008, en el Estado de Quintana Roo se emitieron 135,070.64 Ton de CO<sub>2</sub>, 47 291.63 Ton de NO<sub>x</sub> y 2,752.42 Ton de SO<sub>2</sub>, entre otras partículas. En relación con la emisión de gases de efecto invernadero en el año 2010, en México se generaron 748,252.247 gigagramos de CO<sub>2</sub> equivalente.</p>	<p>Se afectaría la calidad del aire por el uso de maquinaria en malas condiciones lo que repercutiría en salud humana, principalmente.</p> <p>No se respetarían horarios de trabajo y se ocasionaría mucho ruido, por lo que este perturbaría a las diferentes especies de fauna de los alrededores.</p> <p>Se generaría la emisión de polvos durante el traslado de materiales en camiones sin lona y actividades de construcción de los pozos, lo que afectará la calidad del aire.</p>	<p>Se prevé que con la aplicación de las medidas propuestas en el Capítulo VI de la presente MIA-P, la generación de polvos y contaminantes a la atmósfera sea menor, disminuyendo el impacto sobre la salud humana.</p> <p>Se espera que al establecer un horario de trabajo diurno (07:00 a 17:00 horas), para que se disminuya el impacto del ruido.</p> <p>Durante la operación del proyecto, los equipos de la planta desaladora recibirán un mantenimiento adecuado para reducir los niveles de ruido.</p>
<p><b>Hidrología</b></p>	<p>parte del Sistema Ambiental se encuentra en la zona denominada, material consolidado con posibilidades altas, al igual que el predio del proyecto.</p> <p>Debido a la gran permeabilidad del acuífero el movimiento del agua es inducido por un gradiente hidráulico sumamente pequeño de 2 a 20 cm por km; en consecuencia, la carga hidráulica sobre el nivel del mar es menor que dos metros dentro de un fajo de 10 a 50 km de ancho a partir de la costa, de 10 a 20 m en la porción alta de la llanura y de 20 a 30 m en el borde sur-occidental del estado. A escala regional no se ha provocado cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles de agua, lo cual se debe, por parte, a que el volumen de agua extraído es despreciable en comparación con la recarga.</p> <p>De acuerdo con el Estudio Geohidrológico del proyecto, en la zona se ha calculado un gradiente promedio de 2.00 x 10<sup>-4</sup> m/m; mismo que puede variar en función de la recarga del acuífero. Se observa que el flujo subterráneo del predio Hotel Reef 28, puede definir en 1 tubo de corriente que abarcan una zona de descarga del predio con una longitud de 1,200 m. Se debe recordar que la mayor cantidad de agua se mueve a través de los estratos más permeables de caliza arrecifal. Finalmente, como resultado se tiene que ingresan al predio una cantidad de 311.34 m<sup>3</sup>/día y salen en su zona de descarga 145 m<sup>3</sup>/día. Se calculó el</p>	<p>Se realizará la disposición inadecuada de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, así como lixiviados de los mismos, lo cual podría provocar contaminación al suelo y agua subterránea.</p> <p>Durante las actividades de perforación y antes de que se hayan colocado los ademes de los pozos, puede ocurrir la infiltración al acuífero de materiales contaminantes de la superficie, lo cual podría afectar la calidad del agua del acuífero.</p> <p>Durante las actividades de captación o extracción, se podría afectar la disponibilidad del agua del acuífero, al extraer mayores volúmenes de agua.</p> <p>Los pozos se construirían a profundidades inadecuadas, por lo que las actividades de captación y rechazo podrían afectar la disponibilidad de agua del acuífero.</p> <p>Las actividades de captación y rechazo de manera inadecuada podrían afectar la calidad del agua del acuífero.</p>	<p>La planta desaladora que se propone tendrá una capacidad para obtener 200.0m<sup>3</sup>/día, que equivale a 2.31 lps, mientras que para el proyecto se requiere de un volumen de 182.0 m<sup>3</sup>/día de agua, que equivale a 2.11 lps, por lo que tendrá la capacidad necesaria para abastecer al proyecto. Derivado del proceso de ósmosis inversa se producirán 182.0 m<sup>3</sup>/día de agua y se rechazarán 273.0m<sup>3</sup>/día.</p> <p>Para fines del proyecto, el pozo por medio del cual será obtenido el agua desde el manto acuífero, alcanzará una profundidad de 15 m contemplando el ademe ranurado y tendrá una capacidad de extracción de 7 lps.</p> <p>La salmuera resultante del proceso de desalación volverá al manto acuífero, para ello, será conducida al pozo de rechazo a razón de 3.16 lps, el cual tendrá una capacidad de rechazo de hasta 5 lps. El pozo tendrá 80.0 m de profundidad, contemplando 20 m de ademe ranurado.</p> <p>Para el proyecto, solo se pretende utilizar los volúmenes solicitados, para ello se realizarán los trámites necesarios ante la CONAGUA para obtener autorización para la extracción de 455.00 m<sup>3</sup>/día o 166,075.00 m<sup>3</sup>/año. Asimismo, se dará cumplimiento a las condiciones que queden establecidas en dicho título, informando los volúmenes de aprovechamiento y realizando los análisis de calidad del agua de aprovechamiento, de rechazo y la que obtenga del proceso de ósmosis inversa.</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	<p>gasto unitario; es decir, el gasto en metros cúbicos por día o litros por segundo que atraviesa por cada metro lineal de acuífero de espesor de 15 m. Los resultados son que ingresan 0.04 m<sup>3</sup>/día por cada metro lineal de acuífero.</p> <p>Los resultados muestran que el predio tiene entradas de agua al Oeste; y ha sido calculada en 311.34 m<sup>3</sup>/día y la descarga subterránea en 145 m<sup>3</sup>/día.</p> <p>Al hacer el balance de Entradas-Salidas (disponibilidad), se observa que el balance es positivo y muestra una disponibilidad de agua de 166.34 m<sup>3</sup>/día; sin embargo, este balance incluye únicamente el agua dulce del predio atrapada en la duna de arena y el acuitardo de calcarenitas; despreciando el agua salobre y el acuífero de agua marina.</p>		<p>De esta manera, se garantiza que no se aprovechen volúmenes superiores a los solicitados y por lo tanto no se generen afectaciones en la disponibilidad de agua del acuífero.</p> <p>Las actividades de captación y rechazo, no afectarán la calidad del agua del acuífero, ya que la operación de la planta desaladora se realizará conforme a la normatividad aplicable, siguiendo los lineamientos que establezca la CONAGUA.</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
<p align="center"><b>Residuos</b></p>	<p>De acuerdo con los datos del Anuario Estadístico y Geográfico del INEGI del 2015, para el Municipio de Solidaridad se estimó que la generación per cápita de residuos que es de 2.04 kg/persona/día.</p>	<p>En el proyecto no se llevaría a cabo un manejo adecuado de los residuos que se generen.</p> <p>No se realizaría la separación de residuos.</p> <p>La disposición inadecuada de los residuos, promovería la proliferación de fauna nociva.</p> <p>Los residuos peligrosos se dispondrían junto con los residuos sólidos, contaminando otros residuos y se llevarían al sitio de disposición final del municipio, donde generarían otros impactos y posible contaminación al suelo y agua.</p>	<p>Se espera generar residuos sólidos de tipo orgánico e inorgánico como restos de alimentos, empaques, recipientes y restos de platos desechables. Estos residuos serán acopiados en contenedores con tapa y serán trasladados al relleno sanitario (preparación del sitio y construcción) y/o colectados por el servicio de limpia (operación). Los residuos que sean susceptibles de reciclaje serán separados y entregados a una empresa encargada de su reciclaje.</p> <p>Los residuos de obra generados a partir de la instalación de la planta, tales como, pedacería de plástico, PVC, mosaico y vidrio serán colectados en tambos de 200 L y posteriormente serán llevados al área de acopio de residuos al interior del predio, para su posterior traslado al relleno sanitario.</p> <p>Se utilizarán los sanitarios con los que cuenta actualmente el hotel en operación, mismos que reciben limpieza periódica.</p> <p>Durante la etapa operativa de la planta desaladora se prevé la generación de aguas residuales derivadas de las actividades de retrolavado y desinfección de la planta desaladora, las cuales serán conducidas a través de la red interna de drenaje del hotel hacia el cárcamo que se conecta con la red de drenaje del mismo.</p> <p>El manejo de los residuos se realizará conforme al Programa Integral de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos que se anexa a esta MIA-P.</p>
<p align="center"><b>Demanda de infraestructura de servicios</b></p>	<p>En la Península de Yucatán se tiene una disponibilidad media per cápita por habitante de 6,740.0 m<sup>3</sup> de agua. Las regiones en donde la disponibilidad es menor a 1,700 metros cúbicos por año se considera que presentan "estrés hídrico", donde puede presentarse escasez con frecuencia. De acuerdo con lo anterior, no se presenta escasez de agua.</p> <p>La zona del proyecto cuenta con infraestructura para el suministro de energía eléctrica, agua potable, drenaje y vías de comunicación.</p>	<p>Se podrían extraer mayores volúmenes de agua subterránea para cubrir los requerimientos del hotel.</p> <p>Al realizar la captación o extracción de mayores volúmenes se afectaría la disponibilidad de agua del acuífero. Se gastaría un mayor volumen de agua, ya que no se llevarían a cabo buenas prácticas ambientales para reducir su consumo, por lo que se tendría que extraer mayores volúmenes de agua, lo que comprometería el acuífero.</p> <p>No se utilizarían sistemas ahorradores para reducir el consumo de agua. Los equipos de la planta desaladora no serían energéticamente más eficientes.</p>	<p>Para aminorar la demanda de agua requerida para la operación del hotel, éste cuenta con sistemas ahorradores de agua.</p> <p>La operación de la planta desaladora implica la utilización de energía para el funcionamiento de los equipos, sin embargo, estos serán nuevos y energéticamente más eficientes.</p> <p>Se llevarán a cabo actividades de concientización ambiental para fomentar buenas prácticas ambientales relativas a la reducción del consumo de agua y energía eléctrica.</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
<p><b>Salud humana</b></p>	<p>Estos eventos meteorológicos pueden ocurrir en los meses de junio a octubre (incluso extenderse hasta diciembre) y dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 km/h. Los huracanes más importantes que han afectado el estado durante los últimos 25 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007).</p> <p>La presencia de huracanes en la zona expone a las personas a estos eventos meteorológicos previsible ya que son pronosticados con antelación desde que se detecta su formación en el Mar Caribe o alrededores. Se pueden causar riesgos a la salud durante las actividades de construcción de cualquier proyecto.</p>	<p>No se promovería entre el personal el ahorro del agua y la reducción del consumo de energía eléctrica.</p> <p>Las actividades no previeran adecuadamente la alerta de huracán o tormenta tropical, exponiendo al personal a daños físicos, o bien, dejando el equipo o maquinaria sin la protección adecuada.</p> <p>El manejo inadecuado de sustancias peligrosas podría provocar la liberación de vapores y posible riesgo de incendio.</p> <p>Los trabajadores no utilizarían equipo de protección personal.</p> <p>No se contaría con botiquín de primeros auxilios y no sería posible la atención del personal que se lastime.</p> <p>No se contaría con vehículo para trasladar al personal que está herido, lo cual podría poner en riesgo su vida.</p>	<p>En caso de alerta de tormenta tropical o huracán se atenderá lo establecido por el Municipio y protección civil.</p> <p>Los trabajadores utilizarán equipo de protección personal para evitar accidentes.</p> <p>Se contará con botiquín de primeros auxilios y números de emergencia para atender cualquier contingencia.</p> <p>Se contará con un vehículo para trasladar al personal, en caso de que tenga una herida.</p> <p>Se realizará un manejo adecuado de las sustancias y residuos peligrosos que se generen.</p> <p>Se seguirán todas las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes.</p> <p>Durante la operación de la planta desaladora, se realizará el mantenimiento preventivo de los equipos de manera periódica.</p>
<p><b>Economía</b></p>	<p>De acuerdo con el Reporte Anual de Turismo (SEDETUR, 2017) el estado recibió 16 millones 911 mil 163 visitantes, lo que representa un crecimiento de 5.3% respecto de 2016. En cuanto a la generación de derrama económica, se reporta de manera preliminar 8 mil 810.38 millones de dólares más que en 2016. Lo que significa un alza de 2.4%.</p> <p>Con una operación de ocupación promedio de 79.7%, el año pasado, Quintana Roo logró conseguir un mayor número de turistas hospedados, 3.8% más frente a 2016 ascendiendo a un total de 11 millones 448 mil 690 turistas hospedados y 27 millones 375 mil 679 cuartos ocupados, lo cual se demuestra la competitividad y el liderazgo que mantiene el Estado de Quintana Roo.</p>	<p>El proyecto se construiría sin observar las medidas de mitigación urbanas y ambientales, para su buen funcionamiento, lo cual puede generar pérdidas económicas al hotel y con ello al ingreso económico del centro urbano.</p>	<p>Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto, se contratará personal de la zona del ramo de la construcción. En la etapa operativa también se generarán empleos ya que se contratará personal para operar la planta desaladora.</p> <p>La economía local se beneficiará por la adquisición de insumos para la construcción del proyecto, ya que los equipos de la planta desaladora serán adquiridos con una empresa local, que se encargará de su instalación.</p> <p>También se realizarán las inversiones necesarias para obtener las autorizaciones correspondientes para la construcción y operación de la planta desaladora, y para dar seguimiento de dichas autorizaciones.</p>

## 7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

Los proyectos en una zona con valores ambientales importantes deben considerar una serie de acciones dirigidas a la conservación de los mismos, siendo una de las herramientas más útiles la implementación de un *Programa Integral de Manejo Ambiental* (PIMA). Éste consiste en distintas medidas encaminadas a disminuir los posibles impactos al medio ambiente.

El PIMA busca definir estrategias de prevención y mitigación de los impactos ambientales potenciales de generarse por el desarrollo de un proyecto. Los esfuerzos en las distintas etapas del proyecto, consideran los diferentes actores que participan en el mismo y se proponen acciones que conllevan al cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, y adicionalmente es un esquema de autorregulación voluntaria.

La implementación y ejecución del *Programa Integral de Manejo Ambiental*, exige que se contemplen todos los procesos que tengan una implicación ambiental, teniendo como base una capacitación y sobre todo una concientización ambiental de los trabajadores del proyecto. De igual manera, se busca un manejo eficiente de los recursos (agua, combustibles, luz, etc.) lo cual conlleva un beneficio no sólo ambiental sino económico a favor de los costos del proyecto.

Considerando que la empresa deberá cumplir con las medidas de mitigación propuestas por el mismo, las impuestas por la autoridad, y con el fin de que las propuestas sean tomadas en cuenta dentro de un esquema de cumplimiento coherente y de fácil aplicación, se propone que la empresa adopte un *Programa Integral de Manejo Ambiental* para realizar actividades acordes con el desarrollo sustentable.

Este Programa Integral de Manejo Ambiental se ha integrado de los siguientes programas incluidos en esta MIA-P, todos ellos para contribuir a la prevención, mitigación y/o compensación de los impactos potenciales de este proyecto:

1. Programa de Manejo de Residuos.

### Preparación del sitio, Construcción y Operación.

Durante la preparación del sitio, construcción y la operación del proyecto, se implementarán las medidas que se proponen en el Capítulo VI de la presente MIA-P, siendo las más relevantes las siguientes:

Cuadro 2. Actividades que conforman el Programa Integral de Manejo Ambiental del proyecto en sus diferentes etapas.

Preparación del sitio	Construcción	Operación
Contratación de personal local	Contratación de personal local	Contratación de personal local
Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.	Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.	Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.
Colocación de letreros informativos, indicativos y restrictivos.	Mantenimiento de letreros informativos, indicativos y restrictivos.	Señalización y capacitación en materia ambiental y de seguridad.
Preparación de equipo y maquinaria	Mantenimiento de la maquinaria	Mantenimiento periódico de equipos, llenado de bitácoras y aplicación de programas de mantenimiento preventivo
Actividades de limpieza	Construcción de los pozos conforme a la normatividad aplicable e instalación de equipos adecuadamente	Operación de la planta desaladora considerando la captación y rechazo de los volúmenes concesionados Análisis periódicos de calidad del agua
Supervisión ambiental	Supervisión ambiental	Supervisión ambiental

## 8. CONCLUSIONES.

El proyecto consiste en el desarrollo de una planta desaladora nueva integrada al complejo turístico “**Hotel The Reef 28**”. El sistema de potabilización de agua salada constituye una obra complementaria del hotel y servirá para abastecer 120 habitaciones del hotel, así como sus áreas públicas y de servicios. El hotel cuenta con restaurantes, spa, lobby, cocina, almacenes, talleres de mantenimiento, cuarto de máquinas, alberca y áreas ajardinadas.

De manera resumida, se enlistan las principales razones del porque se considera viable el proyecto.

- Las obras y actividades que se plantean se realizarán en áreas que cuentan con infraestructura, ya que la planta desaladora se instalará en la zona de talleres del sótano y los pozos con sus líneas de conducción quedarán sobre el estacionamiento del sótano, por lo que no se requiere desmontar áreas con vegetación natural ni ocupar superficies adicionales.
- El proyecto ha descrito la forma en la que dará cumplimiento a los instrumentos normativos vigentes en materia urbana y ambiental con el fin de apearse a las estrategias de protección del sistema ambiental.
- El proyecto generará impactos positivos relacionados con la generación de empleos temporales y permanentes, y la derrama económica por la adquisición de insumos, equipos, obtención de permisos para su adecuado funcionamiento, etc.

- Se considera que la mayor parte de los impactos ambientales negativos potenciales de generarse, son puntuales y de poca magnitud, y que además el proyecto propone una serie de medidas de mitigación que disminuyen los impactos previstos.
- La implementación de las medidas de mitigación propuestas aumentará el esfuerzo encaminado a proteger los recursos de la zona de manera directa o indirecta.
- La implementación de las medidas de mitigación propuestas aumentará el esfuerzo encaminado a proteger los recursos de la zona de manera directa o indirecta.

# **CAPÍTULO VIII**

## **IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

## INDICE

<b>1.</b>	<b>METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACION DE la vegetación.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1</b>	<b>METODOLOGÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL SA.</b>	<b>3</b>
<b>1.2</b>	<b>METODOLOGÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL PREDIO.</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA DENTRO DEL ÁREA DONDE PRETENDE DESARROLLARSE EL PROYECTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES. ....</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>REFERENCIAS. ....</b>	<b>14</b>

## **1. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN.**

### **1.1 METODOLOGÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL SA.**

Para describir la vegetación del sistema ambiental, primero se consultó la caracterización vegetal realizada para el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, publicada por la UQROO (2005), después se prosiguió a identificar lo establecido en la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VI establecido por el INEGI.

Finalmente, para caracterizar la vegetación presente en el SA, se hizo una sobre posición del polígono que conforma el Sistema Ambiental sobre una imagen satelital obtenida de la plataforma de World Imagery 2018 directamente en el software ArcMap 10.5. Así mismo se analizaron algunos ortofotomosaicos, así como imágenes georeferenciados adquiridas de la plataforma de Google Earth Pro realizados en los años 2015 y 2016 para la zona de la carretera federal 307 hacia el Mar Caribe.

### **1.2 METODOLOGÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL PREDIO.**

En octubre de 2018 se recorrió el predio para el reconocimiento preliminar del área. En este reconocimiento se tomaron las coordenadas de los vértices del lote e identificación del desplante del proyecto.

Resulta de suma importancia mencionar que, de acuerdo a las condiciones ambientales del predio del proyecto, no se realizó ningún método de muestreo específico.

## **2. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA DENTRO DEL ÁREA DONDE PRETENDE DESARROLLARSE EL PROYECTO.**

Para llevar a cabo la caracterización de la fauna dentro del predio de interés, se realizaron recorridos dentro del mismo para el registro de manera directa e indirecta de individuos. La técnica empleada se denomina búsqueda activa y consiste en hacer recorridos por el área de interés para registrar durante el recorrido a los ejemplares o las evidencias de su presencia, tales como excretas, huellas, mudas, restos óseos, nidadas, rasguños en el piso o troncos, etc.

Durante el trabajo de campo se identificaron las especies observadas en el área de muestreo, anotando su nombre común, nombre científico, coordenadas de los sitios de avistamiento y tipo de vegetación donde fueron observadas. Al mismo tiempo, se tomaron fotografías de los ejemplares tanto para corroborar la identificación preliminar como para archivo fotográfico.

La identificación de las especies registradas en campo se logró utilizando claves especializadas para cada grupo como son: Aves comunes de la Península de Yucatán (2008), Guía de anfibios y reptiles de la reserva de la Biosfera de Sian Ka'an de Calderon-Mandujano *et al.* (2008), Reptiles del mundo Maya de Lee (2000), Los mamíferos silvestres de México de Ceballos y Oliva (2005), Huellas y rastros de mamíferos grandes

y medianos de México de Aranda (2000) y la guía de mamíferos de América Central y el sureste de México de Fiona Reid (1997).

### 3. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende de la información ambiental con la que se cuente, del tipo de proyecto, y principalmente de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las etapas del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales de desarrollarse con la construcción del proyecto “**Planta Desaladora del Hotel Reef 28**”, se usaron tres metodologías diferentes, primero la matriz de interacción simple, la matriz de identificación de impactos y la matriz de valoración y jerarquización. Por medio de estas se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos “palpables”, que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar, sin embargo, los impactos indirectos traen consigo consecuencias que son, en algunos casos, mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos, el reconocimiento de éstos queda en muchos casos en función de la experiencia del trabajo de campo o en las actividades de seguimiento de condicionantes ambientales de proyectos en desarrollo u operación, en los que se pueden reconocer los efectos de un impacto directo e indirecto a través del tiempo.

Para evaluar de manera puntual los aspectos citados anteriormente, primeramente, es importante definir: A) cuáles serán las actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto y su impacto en el ambiente y, B) los componentes ambientales sobre los cuales incidirán, para de esta forma poder analizar los efectos de las actividades sobre los componentes.

a) Identificación de actividades que impactarán al ambiente.

Las actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema se enlistan en el cuadro siguiente.

Cuadro 1. Principales actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas.

<b>Etapas</b>	<b>Actividades</b>
Preparación del sitio	1. Presencia de personal
	2. Limpieza del área donde se instalará la planta y donde se construirán los pozos.
Construcción	3. Presencia de personal.
	4. Actividades de perforación y construcción de los pozos de captación y rechazo.

<b>Etapas</b>	<b>Actividades</b>
	5. Instalaciones de los equipos de ósmosis inversa y líneas de conducción eléctricas y hacia los pozos.
Operación y Mantenimiento	6. Operación de la planta desaladora
	7. Actividades de mantenimiento

En total se identificaron 7 actividades que potencialmente pueden afectar a algún factor o componente ambiental en cada una de las tres etapas del proyecto. Así mismo, dichas actividades tendrán un efecto en el entorno generando impactos como:

- Emisión de gases y ruido por uso de la maquinaria de perforación.
- Cambios en el flujo disponible del agua por las actividades de extracción e inyección.

Solo algunas actividades se repiten en las distintas etapas del proyecto, de ahí que generarán efectos continuos en el ambiente, tales como la presencia del personal en el área del proyecto. Sin embargo, otras son puntuales a cada una de las etapas, como las actividades particulares de construcción de las obras. De ahí que habrá actividades cuyo efecto se evalúe de manera puntual en una etapa, pero la de otras se repita en las tres fases de desarrollo variando en su intensidad.

b) Identificación de los componentes ambientales

Se buscaron componentes ambientales que reflejarán impactos significativos, considerando las características y cualidades del Sistema Ambiental. La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes ambientales físicos (abióticos), biológicos y socioeconómicos, mismos que ya fueron descritos en el capítulo IV de este mismo documento. Los componentes ambientales se agruparon en primera instancia en subsistemas medio físico, biótico y subsistema socioeconómico.

La identificación de los factores o componentes ambientales se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 2. Factores ambientales del proyecto.

<b>Subsistema</b>	<b>Factor ambiental</b>
Medio abiótico	Aire
	Hidrología
Medio Socioeconómico	Residuos
	Infraestructura de servicios
	Salud humana
	Economía

c) Identificación de indicadores de cambio:

Indicadores de impacto: Una definición genéricamente utilizada del concepto de Indicador establece que este es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (SEMARNAT, 2002).

Por indicadores de impacto ambiental se entiende la expresión medible de un impacto ambiental, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración. De esta manera un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

Se buscaron indicadores de impacto que fueran:

- ✓ Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
- ✓ Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- ✓ Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros indicadores distintos.
- ✓ Cuantificables: Se refiere a que sea posible medirlo en términos cuantitativos para estimar la magnitud del impacto.
- ✓ De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

Tomando como base los Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (SEMARNAT, 2013), se definieron los siguientes indicadores para el proyecto (Cuadro 3).

Cabe señalar que solo se escogieron algunos de los indicadores de Desempeño Ambiental propuestos por la SEMARNAT de acuerdo con el proyecto que se evalúa, también se retomaron algunos considerados por Perevochtchikova (2013), y se añadieron los del medio socioeconómico.

Cuadro 3. Se detallan los indicadores ambientales por factor ambiental.

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
Aire	Cambios en la calidad del aire	Emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub>
		Generación de ruido	dB
Hidrología	Flujo subterráneo	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero	Disponibilidad de agua
	Calidad del agua	Cambios de la calidad del agua por actividades de extracción e inyección del agua.	Parámetros de pH, temperatura, sólidos suspendidos, salinidad, grasas, DBO, DQO, fosfatos, nitratos y coliformes fecales
Residuos	Generación	Generación de residuos	Kg de residuos

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
		sólidos urbanos y de manejo especial.	generados y de residuos que se reciclen.
		Generación de residuos peligrosos	Kg de residuos peligrosos
<b>Demanda de infraestructura</b>	Servicios	Demanda de agua	Volumen de agua (m <sup>3</sup> )
<b>Salud humana</b>	Exposición a personas	Exposición a personas a riesgos de salud (accidentes laborales)	Probabilidad de ocurrencia
<b>Economía</b>	Empleos	Generación de empleos	No. de empleos
	Derrama económica	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos, por la construcción y operación de la planta desaladora.	\$ Inversión por adquisición de insumos, pagos de derechos, etc.

d) Características de los indicadores.

A continuación se indican las características y cualidades de cada uno de los componentes ambientales, considerando los indicadores ambientales que se determinaron (Cuadro 4).

Cabe aclarar, que no hay datos disponibles de todos los indicadores que se determinaron para poder analizar posteriormente en el apartado de análisis de impactos, por lo que solo se consideraron los datos que se presentan a continuación.

Cuadro 4. Características de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
Medio abiótico	Aire	En el sistema ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera proveniente de la operación de hoteles, como el Hotel Aldea Thai Luxury, Royal Oasis, Hotel Rivera del Sol así como los condominios entre otros. También se genera ruido por el paso de vehículos, ya que la zona es muy transitada, así como el que generan las personas que se transitan por la zona.
	Hidrología	Parte del Sistema Ambiental se encuentra en la zona denominada, material consolidado con posibilidades altas, mientras que el predio del proyecto se ubica dentro de la unidad geomorfológica denominada como material consolidado con posibilidades bajas de comportarse como un acuífero, siendo una zona sujeta a inundación temporal y que por su cercanía a la costa no es apta para el desarrollo del acuífero.
Medio social y económico	Residuos	De acuerdo con los datos del Anuario Estadístico y Geográfico del INEGI del 2015, para el Municipio de

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		Solidaridad se estimó que la generación per cápita de residuos que es de 2.04 Kg/persona/día.
	Infraestructura y servicios públicos	<p>En la Península de Yucatán se tiene una disponibilidad media per cápita por habitante de 6,740.0 m<sup>3</sup> de agua. Las regiones en donde la disponibilidad es menor a 1,700 m<sup>3</sup> por año se considera que presentan "estrés hídrico", donde puede presentarse escasez con frecuencia. De acuerdo con lo anterior, no se presenta escasez de agua.</p> <p>La zona del proyecto cuenta con infraestructura para el suministro de energía eléctrica, agua potable, drenaje y vías de comunicación.</p>
	Salud humana	<p>La zona costera de Quintana Roo tiene una extensión de 860Km y por su ubicación se encuentra expuesta a los efectos de los impactos directos de tormentas y huracanes.</p> <p>Estos eventos meteorológicos pueden ocurrir en los meses de junio a octubre (incluso extenderse hasta diciembre) y dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 Km/h. Los huracanes más importantes que han afectado el estado durante los últimos 26 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007). El huracán "Wilma", junto con "Gilberto", han sido catalogados como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en el hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por la Península de Yucatán. La presencia de huracanes en la zona expone a las personas a estos eventos meteorológicos previsible ya que son pronosticados con antelación desde que se detecta su formación en el Mar Caribe o aledaños.</p> <p>Por otra parte, también pueden causar riesgos a la salud humana durante el proceso constructivo por el mal uso del equipo de seguridad y por el manejo inadecuado de los residuos que se generen en la construcción del proyecto.</p>
	Economía	La actividad económica básica del Municipio de Solidaridad se refiere a los servicios para la atención al turismo: hoteles, restaurantes, discotecas, agencias de viajes, arrendamientos de autos, transporte turístico, etc. El turismo es la actividad principal no solo de estos Municipios sino del Estado, ya que, durante el 2016, la afluencia de turistas a estos destinos vacacionales (Cancún, Puerto Morelos y Playa del Carmen), fue de alrededor de 4.7 millones de visitantes. La oferta habitacional del estado prevista para el 2013 fue de 85,918 habitaciones en 905 centros de hospedaje con diferentes categorías, de los cuales la mayoría se localizan en Cancún y Playa del Carmen.

Tomando como base los indicadores que se definieron previamente, se determinaron los siguientes impactos que podría generar el proyecto.

Cuadro 5. Factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Factor	Impacto Ambiental
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero
	Cambios de la calidad del agua por actividades de extracción e inyección del agua.
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y de Manejo Especial (ME).
	Incremento en la generación de Residuos Peligrosos (RP)
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en el consumo de agua.
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de salud
Economía	Generación de empleos
	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos, por la construcción y operación de la planta desaladora.

### 3.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

#### Matriz de identificación de Impactos Ambientales.

La Matriz de Identificación de Impactos Ambientales consiste en una tabla que confronta cada actividad prevista por el proyecto con el factor sobre el que incide y el impacto que provoca en él. Los impactos fueron identificados previamente. En la matriz se clasifican los impactos como negativos o positivos. Según Gómez-Orea (2002), el signo de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el “grado de bondad” cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

#### Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

#### Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Para calcular la significancia o relevancia de un impacto se consideró la incidencia. La incidencia se refiere a la severidad, grado y forma de la alteración, definidos por su intensidad y por la siguiente serie de atributos de tipo cualitativo: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad (Gómez-Orea, 2002). Para calcular la incidencia se le asignó a cada uno de dichos atributos un valor entre 1 y 3 según las definiciones que se muestran en la tabla.

Con base en lo anterior, se generó una Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales en donde se califica cada impacto y de acuerdo con el factor ambiental y sus propiedades afectadas. Con los resultados de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002) y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.

2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala:

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc \quad \text{Expresión V.1}$$

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

$I_{\min}$  = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Siendo:

$I$  = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

$I_{\max}$  = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestarán con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

Cuadro 6. Se indican los atributos que se utilizaron para valorar los impactos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
<b>Consecuencia (C)</b>	<b>Indirecto:</b> Es el que deriva de un efecto primario	No aplica	<b>Directo:</b> el impacto tiene una repercusión inmediata en un factor ambiental
<b>Acumulación (A)</b>	<b>Simple:</b> Se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios, ni acumulativos, ni sinérgicos.	No aplica	<b>Acumulativo:</b> Incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera. También se refiere a la suma de los efectos de muchas

Atributos	Escala		
	1	2	3
			actividades pequeñas cuyos efectos son despreciables, pero cuya adición puede producir impactos graves.
<b>Sinergia (S)</b>	<b>No Sinérgico:</b> cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	<b>Sinérgico:</b> Reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios factores simples supone un impacto mayor.
<b>Momento o Tiempo (T)</b>	<b>Corto:</b> cuando el efecto se produce en un ciclo anual	<b>Mediano:</b> el efecto se produce después de 5 años	<b>Largo:</b> Cuando el efecto en un período mayor a 5 años
<b>Reversibilidad del impacto (R)</b>	<b>A corto plazo:</b> la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, de un año.	<b>A mediano plazo:</b> el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 5 años.	<b>A largo plazo:</b> el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a cinco años, o no sea reversible.
<b>Periodicidad (Pi)</b>	<b>Aparición irregular:</b> cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	<b>Periódico:</b> cuando el efecto se produce de forma cíclica o recurrente.
<b>Permanencia (Pm)</b>	<b>Temporal:</b> el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	<b>Permanente:</b> el efecto se mantiene al paso del tiempo.
<b>Recuperabilidad (Ri)</b>	<b>Recuperable:</b> que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	<b>Irrecuperable:</b> que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto Residual).

Esta matriz permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, asociados directamente con los atributos de acumulación y recuperabilidad. Es importante aclarar que esta evaluación se realiza considerando los impactos sin aplicar medidas de mitigación.

De acuerdo con Gómez-Orea (2007) para los impactos positivos no se les asigna valor de reversibilidad y recuperabilidad, ya que estos valores carecen de sentido para estos impactos.

Posteriormente, se integrará esta información en una Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales que tiene el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Es necesario realizar una jerarquización de los impactos, así como una valoración global que permite adquirir una visión integrada y completa de la incidencia ambiental del proyecto. La primera exigencia requiere determinar el valor de cada impacto en unidades conmensurables; en esta metodología el valor se atribuye a partir de los valores de incidencia entre 0 y 1, el valor de cada impacto también se hace variar entre 0 y 1, ese valor es quien marca la jerarquía exigida.

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 y a cada uno de los cuales se le asignó un código de color.

Cuadro 7. Se muestran los rangos que se utilizaron para valorar el índice de incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de incidencia
<b>Significativo (S)</b>	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA	0.68 o mayor
<b>No significativo (NS)</b>	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
<b>Despreciables (D)</b>	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

Los impactos ambientales que por su índice de incidencia resulten despreciables no serán considerados para la determinación de su significancia. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que no todos los impactos identificados deben analizarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave (Gómez-Orea, 2002).

## Determinación de significancia.

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de “impacto significativo” establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

*IX. Impacto ambiental 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;*

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar los límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menoscabo de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables.

#### 4. REFERENCIAS.

Aranda, M. (2000). *Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México* (No. C/599 A7).

Ceballos, G., & Oliva, G. (2005). *Los mamíferos silvestres de México* (Vol. 986). México: Fondo de Cultura Económica.

Gómez, O. D. (2002). Evaluación de Impacto Ambiental, Prevención Ambiental.

Gómez Orea, D. 2003. Evaluación de impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2ª ed. Ed. Mundi Prensa. Madrid, Barcelona, México.

Gómez Orea, D. (2007). *Evaluación ambiental estratégica*. Mundi-Prensa Libros.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Diciembre 2017.

Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VI. <  
[http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2017/especiales/especiales2017\\_12\\_01.pdf](http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2017/especiales/especiales2017_12_01.pdf)>.

INEGI. (2015). Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo.

Lee, J. C. 2000. A field guide to the Amphibians and Reptiles of the Maya World. Cornell University Press.

Maya World. Cornell University Press.

Llamosa Neumann, E. (2008). Aves comunes de la Península de Yucatán (No. CY/598.2097265 L5).

Mandujano, C., & Basave, R. R. B. (2008) Guía de los anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an y zonas aledañas.

Perevochtchikova, M. (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y política pública*, 22(2), 283-312.

*A field guide to the mammals of Central America and Southeast Mexico*. Oxford University Press, 1997.

Universidad de Quintana Roo (UQROO). 2005. Caracterización natural para el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial del estado de Quintana Roo.