



# MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

**DIRECCION GENERAL DE**  
IMPACTO Y RIESGO  
**AMBIENTAL**

# **MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL**

**“INSTALACION Y OPERACION DE  
PLANTA DE OSMOSIS INVERSA EN  
VILLAS FLAMINGOS”**



**2023**

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

### I.1 Datos generales del proyecto

#### I.1.1 Nombre del proyecto.

“INSTALACION Y OPERACION DE PLANTA DE OSMOSIS INVERSA EN VILLAS FLAMINGOS”

#### I.1.2 Ubicación del proyecto.

El proyecto se ubica en Calle Paseo Kuka S/N, en la Isla de Holbox, perteneciente al Municipio de Lázaro Cárdenas, en el Estado de Quintana Roo.

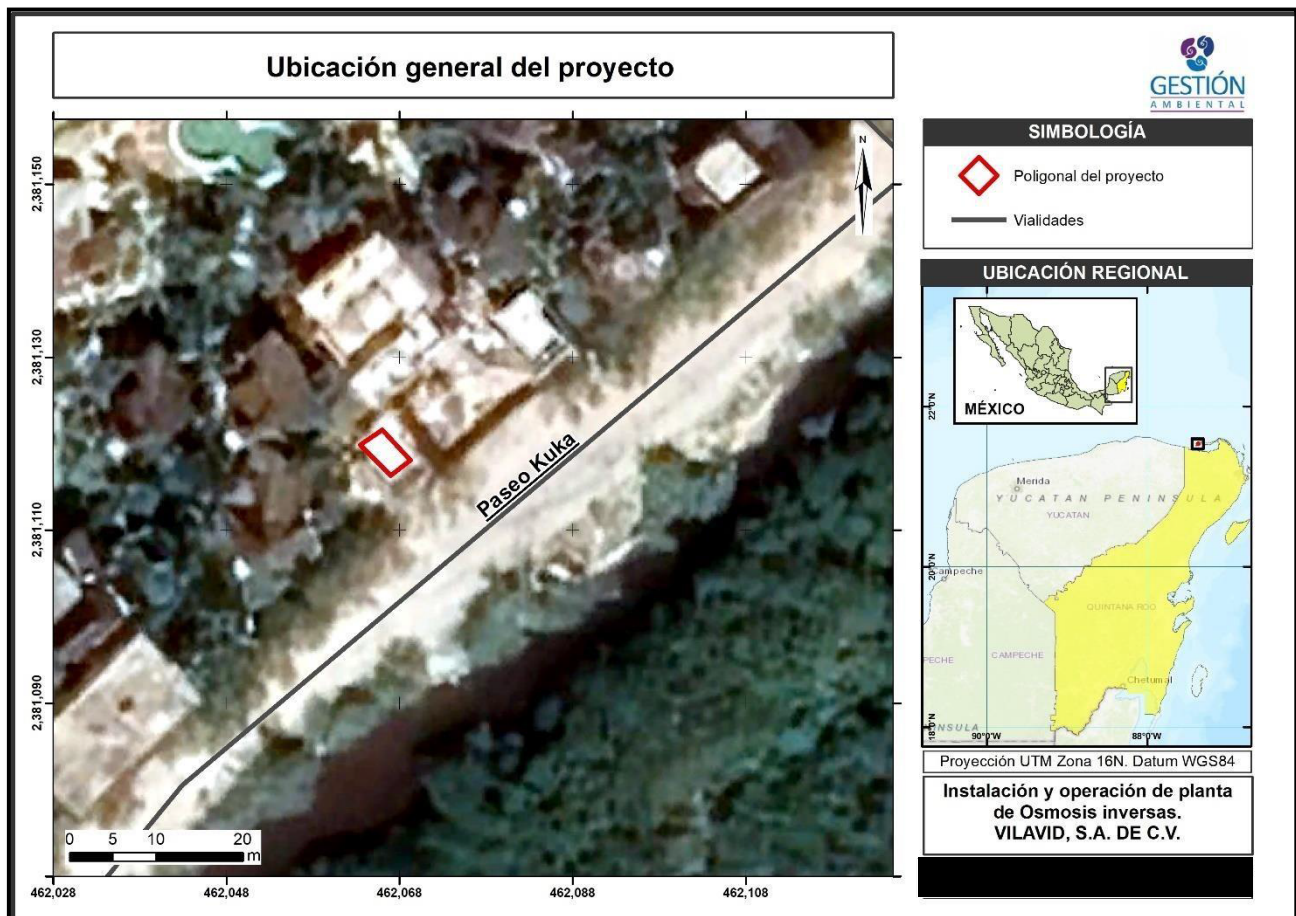


Figura 1. Ubicación general del proyecto

### 1.1.3 Duración del proyecto.

El Proyecto contempla tres etapas, una de Preparación, otra de Perforación e Instalación y una tercera denominada de Operación y Mantenimiento. El proyecto consiste en la perforación de un (01) pozo de aprovechamiento de agua salobre y la rehabilitación y uso de un pozo de inyección para descargar el agua de rechazo del sistema, así como la instalación de una Planta de Osmosis Inversa de 150m<sup>3</sup>/día. Se considera que las etapas de Preparación, así como la etapa de Perforación e Instalación se llevarán a cabo en un periodo de 12 meses. Así mismo, se contempla que la etapa de Operación y Mantenimiento abarque un periodo de 30 años.

## 1.2. Datos generales del promovente

### 1.2.1 Nombre o razón social.

[REDACTED]

### 1.2.2 Registro federal de contribuyentes

[REDACTED]

### 1.2.3 Nombre y cargo del representante legal.

[REDACTED]

Apoderado Legal

### 1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal, para recibir notificaciones.

[REDACTED]

Teléfono Oficina: [REDACTED]

Celular: [REDACTED]

[REDACTED]

## 1.3 Responsable de la elaboración del estudio de Impacto Ambiental.

### 1.3.1 Nombre o razón social.

[REDACTED]

### 1.3.2 Registro federal de contribuyentes

[REDACTED]

### 1.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio.

[Redacted]

### Colaboradores:

[Redacted]

[Redacted]

### 1.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

[Redacted]

Correo electrónico: [Redacted]

## II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES

### II.1 Información general del proyecto

Actualmente el abastecimiento de agua potable de Villas Flamingos depende totalmente de la red de agua potable instalada y operada por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado (CAPA), organismo de gobierno del Estado de Quintana Roo creado en 1981 y entre cuyas funciones otorgadas están el abastecer de agua potable a la población del Municipio de Lázaro Cárdenas, donde se encuentra ubicado el proyecto.

Históricamente ha habido un desabasto notable de agua potable y en la instalación de los servicios de alcantarillado en EL Municipio de Lázaro Cárdenas y por ende, también en la Isla de Holbox. El presente proyecto pretende cambiar la fuente de abastecimiento actual por la de agua potable producida en sitio por medio de un proceso de desalinización llevado a cabo mediante osmosis inversa, aprovechando de esta manera el agua subterránea salobre cuyas características químicas le confieren una calidad de agua considerada como no potable de la cual se tiene alta disponibilidad, puesto que el nivel freático se encuentra a poca profundidad en el área y el acuífero costero subyacente, altamente mineralizado, no se encuentra sobreexplotado.

Para obtener agua para los servicios de Villas Flamingos que tengan la calidad que cumpla con lo señalado en la NOM-127-SSA1- 1994, sean en la cantidad requerida y ambientalmente viable con una visión de sostenibilidad, se propone instalar una Planta de ósmosis inversa para así, producir en sitio el agua potable para el abasto de los huéspedes y disminuir la dependencia de compra de pipas de agua potable o del servicio municipal ya que en épocas de estiaje la Red de agua potable administrada por CAPA, no brinda la seguridad en el abasto para la población de la Isla de Holbox. En el año 2017 se tuvo una crisis de abastecimiento del agua potable, teniendo que intervenir el Gobierno del Estado a través de CAPA para resolver este problema de manera emergente al comprometerse a aportar 20 pipas de agua potable al día traídas desde la comunidad de Chiquilá por medio de Ferry para proveer del vital líquido a la población de la Isla.

El presente proyecto propone optar por un sistema de utilización de agua no potable para que, a través de un tratamiento de desalinización por osmosis inversa, se pueda obtener agua que cumpla con la NOM-127-SSA1-1994, sin afectar los mantos acuíferos insulares, ni el flujo hidrológico del área. De esta manera se internalizan los costos ambientales y se pretende acceder a los beneficios fiscales que conlleva el utilizar agua salobre como fuente de abastecimiento, motivo por el cual se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental en apego a la legislación ambiental y como apoyo a la visión de sustentabilidad y adecuado manejo del agua subterránea que abastece el área, en concordancia con los objetivos y reglas del Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna de Yum Balam y del Decreto emitido para la creación de esta área Natural Protegida.

### II.1.1 Naturaleza del proyecto.

El proyecto consiste en la instalación de una planta de ósmosis inversa para desalación de agua subterránea salobre que posea un contenido de Sólidos Disueltos Totales mayor a 2,500 ppm así como la perforación de un pozo para abastecimiento de agua salobre y la rehabilitación de un pozo de inyección ya presente en el área del proyecto, para la descarga del agua de rechazo del sistema de ósmosis Inversa. Dicho pozo de inyección está autorizado mediante título de concesión 12QNR150872/32ERDL15. La planta de ósmosis Inversa será instalada en el área de servicios del Hotel Villas Flamingos y tiene una capacidad de tratamiento de 150 m<sup>3</sup>/día y una capacidad de producción de 60 m<sup>3</sup> diarios de agua producto de permeado entregando una calidad de agua de salida con un contenido menor a 500 ppm de Sólidos Disueltos Totales. Para lograr este objetivo, se considera la fabricación de un sistema de ósmosis inversa, que se alimentará por medio de una bomba que tomará el agua del pozo de aprovechamiento, pasando por un filtro de zeolita, y finalmente por el banco de membranas, produciendo agua de permeado de calidad tal que pueda ser utilizada para los servicios del Hotel Villas Flamingos.

### II.1.2 Justificación.

La presente Manifestación de Impacto ambiental del proyecto se presenta en Modalidad Regional debido a que, aunque el área donde se pretende ubicar el mismo se considera pequeña (14.5 m<sup>2</sup>) surgió durante el análisis, evidencia de que existen impactos ambientales que se pueden considerar como **de carácter acumulativo**.

El área de proyecto que nos ocupa se encuentra ubicada dentro del polígono de obras con autorización en materia de Impacto Ambiental denominadas “Villa Maya” y “Ampliación de Villa Maya” con clave 23QR1999T112 y 23QR2004TD071 cuyos Resolutivos fueron emitidos a favor de la empresa Serenity island, S.A. de C.V. y transferidos el día 21 de Julio del año 2009 a la promovente del actual proyecto, Vilavid, S.A. de C.V. Se anexa copia del ingreso a SEMARNAT de dicho traslado de obligaciones y derechos (Anexo 1).

VILAVID, S.A. de C.V., promovente de la presente manifestación de impacto ambiental es una Persona Moral que se dedica entre otras actividades a:

*“... Establecer, operar, administrar hoteles, moteles, albergues, centros de diversión y/o entretenimiento, centros nocturnos, restaurantes, bares, fondas, cafeterías, tiendas y en general, establecimientos relacionados con la industria de los alimentos, gastronómica y turística, así como sistemas de tiempo compartido o de intercambio, campamentos y paradores que presten servicios a turistas...”.*

Lo anterior, con base a lo descrito en su Acta Constitutiva plasmada en la Escritura Pública número nueve mil veintitrés, Volumen Sexagésimo Segundo Libro “TRES”, firmada ante la Fe del Lic. Juan A. Martínez Martínez, Notario Público No. 34 del Estado de Quintana Roo. la cual se anexa al presente en copia certificada (Anexo 2).

Por otro lado, el sector de la economía a la cual pertenecen las actividades que realiza el promovente están consideradas dentro del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2018 (SCIAN 2018) como

**721111 Hoteles con otros servicios integrados** puesto que se trata de:

*“...Unidades económicas dedicadas principalmente a proporcionar servicios de alojamiento temporal en hoteles con uno o más servicios integrados, es decir, que bajo la misma razón social ofrecen una gama de servicios (de restaurante, bar, centro nocturno, discoteca, spa de belleza, pista para esquiar, campo de golf, agencia de viajes).*

*Incluye también: u.e.d.p. a proporcionar alojamiento temporal mediante la modalidad de tiempos compartidos en hoteles que cuentan con uno o más servicios integrados, y parques acuáticos y balnearios que bajo la misma razón social proporcionan alojamiento temporal...”*

El presente proyecto se plantea considerando que se ejercería un impacto positivo a nivel ambiental al utilizar el equipo de osmosis inversa para desalación de aguas subterráneas salobres en lugar del uso consuntivo de agua dulce y potable del proveedor municipal, ya que se estarían internalizando costos de tratamiento de agua y el transporte de la misma hasta el lugar de consumo, contribuyendo a disminuir la presión sobre la explotación del acuífero de agua dulce de la Isla y de la zona, dándole un uso a aguas subterráneas salobres (mayores a 2,500 ppm de SDT) consideradas de calidad no apta para consumo humano.

Se considera que al dejar de ejercer presión sobre el lente de agua dulce del acuífero costero que abastece de agua a la población de Isla Holbox, se disminuye la posibilidad de que se presente en el área un fenómeno de intrusión de la cuña de agua de mar en el mismo, evitando que para surtir la demanda existan esfuerzos de bombeo excesivo que pudiesen contribuir a generar un impacto negativo irreversible en la calidad de las aguas subterráneas que abastecen a la población, promoviendo a su vez la recarga del manto freático mediante el pozo de absorción como medida de prevención a la intrusión de agua del mar.

La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (CAPA) es un organismo público descentralizado, de naturaleza mixta estatal y municipal, el cual brinda los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, cuya constitución y funcionamiento son regulados por la Ley de agua potable y alcantarillado y disposiciones reglamentarias relativas.

Dicho organismo es el responsable administrativo en el Estado con la misión y responsabilidad de *“...Administrar eficientemente el recurso hídrico suministrando este con equidad, cantidad, calidad, competitividad y sustentabilidad, los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento a los quintanarroenses...”*. Por lo tanto, ante los problemas de desabasto de agua potable en Isla Holbox, los cuales se agudizaron en el año de 2017 durante el mes de agosto determinando la intervención del Gobierno de Estado a través del organismo operador para solucionar de manera emergente el desabasto de agua potable en el área: ordenándose la perforación de dos pozos de abastecimiento en la zona de Chiquilá para poder aumentar a 43 lps la extracción de agua dulce y poder brindar el líquido necesario para la población de Isla Holbox y Chiquilá.

En relación a lo anterior, la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado (CAPA) declaró el 4 de abril de 2019 que:

*“...Las acciones emprendidas para dotar de mejores servicios públicos a los habitantes de Holbox y al turismo que llegará en esta temporada vacacional de Semana Santa, corresponden el sistema de agua*



*potable, el drenaje sanitario y las aguas residuales...”*

*“...Para abatir los rezagos en Holbox y disminuir la desigualdad en relación con los otros destinos turísticos de la entidad, en los últimos dos años de este gobierno se han destinado un total de 104 millones 994 mil pesos de inversión en beneficio directo de 6 mil 903 habitantes y miles de turistas...”*

Al respecto y con base en lo señalado por el Resumen de la Cuenta Pública de la Comisión antes mencionada, en el año 2021 el organismo operador erogó un gasto durante el 2020 de \$5,704, 000 de pesos para el Proyecto de Inversión “Ampliación de la zona de captación "Chiquilá-Holbox" en la localidad de Chiquilá” y \$6.268,000 para el Proyecto “Terminación de la Red de Drenaje Sanitario por vacío y acciones complementarias de la PTAR y Planta de vacío en la localidad de Holbox”, mismos que no han solucionado aun la falta de suministro de agua potable y tratamiento de aguas residuales en las temporadas de mayor afluencia de visitantes a la Isla.

Se considera que el aumento de la demanda de agua potable en la Isla de Holbox, la cual es proveída y cubierta por la batería de pozos de aprovechamiento ubicados en la zona continental en el poblado de Chiquilá se ha vuelto insuficiente para sostener el abasto en épocas de alta afluencia de visitantes a la Isla. Lo anteriormente expuesto ocasiona que a la fecha se sigan presentando eventos de escasez del líquido en el área y ante los cuales se requiere generar otra opción para proveer agua de calidad y cantidad necesaria para los habitantes y visitantes a la Zona de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y en específico a las instalaciones del Hotel Villas Flamingos.

Por lo anteriormente expuesto, y con base a lo señalado por el Artículo 28 de la LGEEPA y 5° inciso A Fracción XII de su Reglamento, es necesaria la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental cuando se solicite concesión de aprovechamiento de aguas subterráneas en los siguientes casos:

***“... a) Para el uso del agua con fines de desalinización. Ya sea si requiere quitar la sal del agua del mar o de las aguas salobres, para hacerlas potables o útiles para otros fines...”***

Aunado a lo anterior y como parte de esta justificación esta lo expresado en las Reglas de aplicación del beneficio fiscal en materia de la exención del pago del derecho por la explotación, uso o aprovechamiento de aguas salobres

*“...Que el beneficio fiscal previsto en la Ley Federal de Derechos en su Artículo 224 fracción VI, tiene por objeto que los usuarios tengan interés en usar aguas salobres para liberar volúmenes de mejor calidad o brindar una alternativa a los usuarios que por necesidad no disponen de otra fuente de abastecimiento , teniendo como principal efecto positivo un aumento de la disponibilidad de agua de primer uso, y que resulta de gran importancia mejorar la regulación en la gestión de las aguas salobres, con el objeto de incentivar su utilización en sustitución de las aguas dulces del país, bajo el principio de protección y conservación del recurso encaminado a su explotación, uso y aprovechamiento racional sin implicaciones ambientales...”*

### II.1.3 Ubicación física

El proyecto se ubica en la calle Paseo Kuka S/N entre Calle Damero y Calle Huachinango en la Isla de Holbox, Municipio de Lázaro Cárdenas, Estado de Quintana Roo.

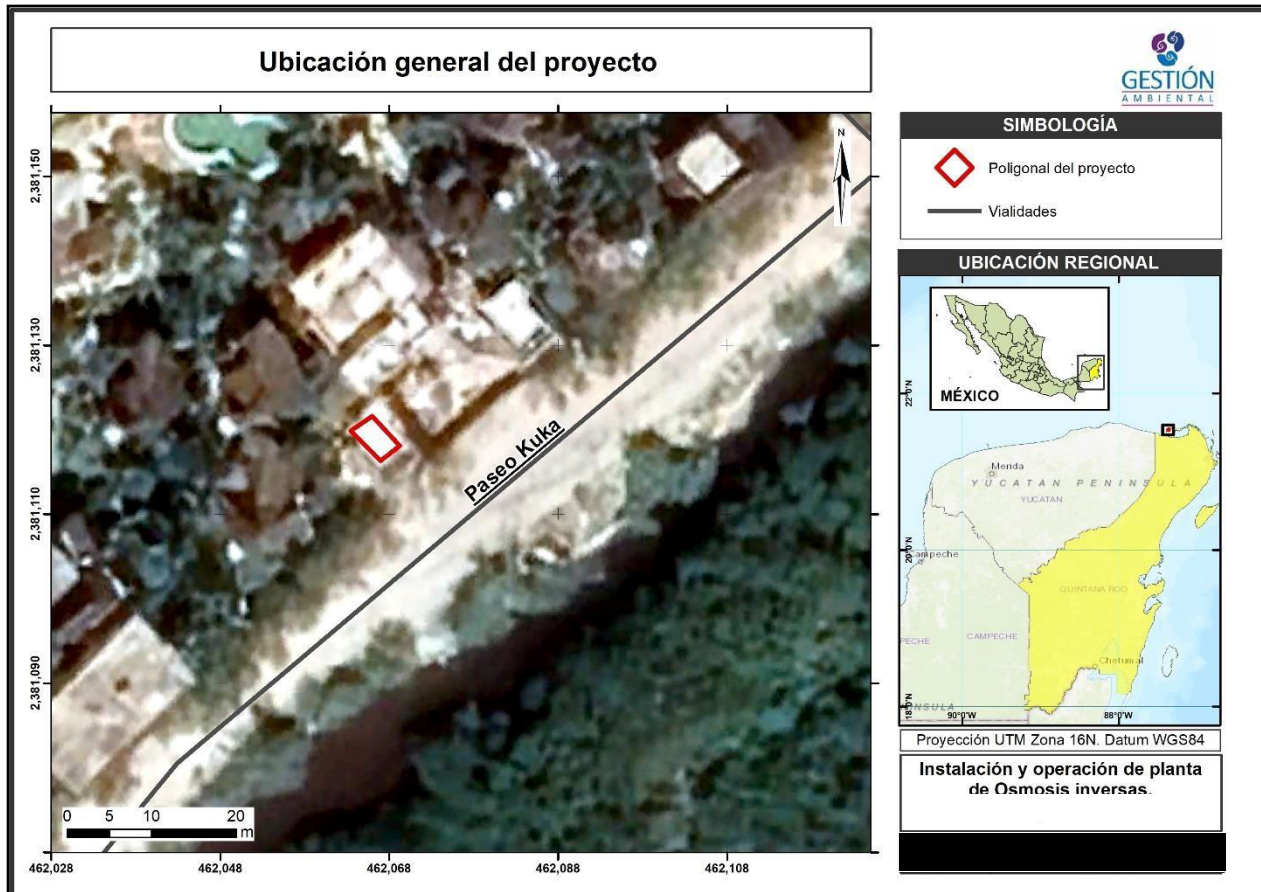


Figura 1. Ubicación general del área de proyecto.

El lote donde se localiza el proyecto está delimitado por las coordenadas incluidas en la Tabla 1, las cuales se presentan en el Sistema de proyección de coordenadas Universal Transversa de Mercator (en inglés Universal Transverse Mercator, **UTM**), Zona 16 Norte y están referidas al Datum WGS84, así como todas las coordenadas expresadas en el presente documento. El sistema UTM presenta los datos en metros (m).

Tabla 1. Coordenadas del área de ubicación de planta de ósmosis inversa.

CUADRO DE CONSTRUCCION		
VERTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)
P1	462063.10	2 381 119.74
P2	462 065.62	2 381 121.50
P3	462 068.86	2 381 117.96
P4	462 066.59	2 381 116.21
AREA TOTAL (m <sup>2</sup> )		14.5

La superficie total del predio con autorización en materia de impacto ambiental emitida mediante Resolutivo con numero de oficio 04/SGA/0219/05 de fecha 04 de marzo de 2005 recaído a la MIA denominada “Ampliación Villa Maya” abarcan un área de 3,880.65 m<sup>2</sup>. En la Figura 5 se muestran las Obras autorizadas en 2000 señaladas en color morado y las obras autorizadas en 2005 en color amarillo. El área de proyecto se encuentra dentro de las áreas autorizadas en 2005.

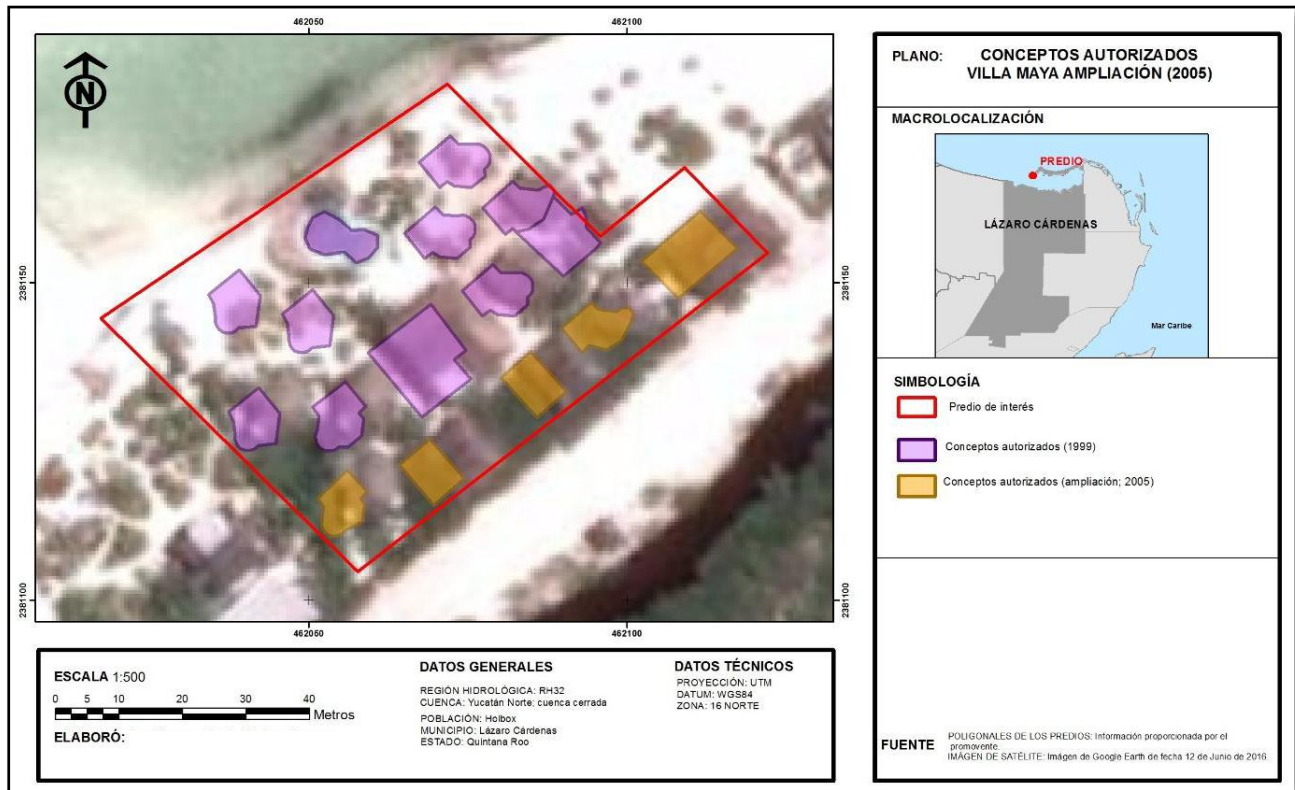


Figura 2. Obras autorizadas en materia de impacto ambiental en el predio donde se ubica el área de proyecto.

El área total del predio donde se ubicará la Planta tiene una superficie de 3,880.65 m<sup>2</sup> y las siguientes coordenadas:

Tabla 2. Coordenadas del área total del predio del Hotel Villas Flamingos.

CUADRO DE CONSTRUCCION		
VERTICE	ESTE (X)	NORTE (Y)
P1	462 074.94	2 381 184.54
P2	462 093.11	2 381 159.72
P3	462 107.10	2 381 169.98
P4	462 121.08	2 381 151.66
P5	462 054.59	2 381 103.22
P6	462 043.15	2 381 118.13
P7	462 022.59	2 381 145.95
<b>AREA TOTAL (m<sup>2</sup>)</b>		<b>3,880.65</b>

Las edificaciones presentes en el área fueron autorizadas en materia de impacto ambiental mediante los Resolutivos DFQR/0018/2000, DFQR/0170/2003, 04/SGA/1107/2003, 04/SGA/0343/2003, 04/SGA/1109/04, 04/SGA/0287/06, 04/SGA/0219/05, 04/SGA/0915/05 y 04/SGA/0285/06, emitidos por la entonces Secretaria De Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) ahora Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) con relación a los Proyectos denominados “Villa Maya” y “Ampliación Villa Maya” cuyos expedientes son 23QR1999T112 y 23QR2004TD071 respectivamente.

Respecto a la totalidad del predio, el área donde se ubicará la planta de ósmosis inversa ocupa 14.5 m<sup>2</sup>, con medidas de 5 m de largo por 2.9 m de ancho, correspondiente a tan solo 0.373 % de su superficie y se encuentra situada en el área de servicios del Hotel Villas Flamingos con las coordenadas indicadas en la Tabla 1.

Las coordenadas estimadas para la ubicación de los pozos de aprovechamiento y descarga inherentes al proyecto se indican en la siguiente Tabla:

Tabla 3. Coordenadas propuestas de ubicación de pozos.

COORDENADAS PROPUESTAS DE UBICACIÓN DE POZOS UTM, Zona 16 N, WGS 84		
TIPO DE POZO	ESTE (X)	NORTE (Y)
APROVECHAMIENTO	462 063.10	2 381 119.74
DESCARGA	462 065.62	2 381 121.50



Figura 3. Ubicación propuesta de los pozos de aprovechamiento y descarga del proyecto.

El área de afectación de la perforación de cada pozo es de aproximadamente 1 m<sup>2</sup> . y para su construcción se seguirá lo indicado en la NOM-003-CNA-1996, que señala los Requisitos que se deberán cumplir durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

#### II.1.4 Inversión requerida.

La inversión inicial será de aproximadamente \$4,000,000 pesos lo cual contempla el costo de compra de la Planta de Osmosis Inversa, así como a la perforación de los pozos de aprovechamiento y rehabilitación de pozo de inyección para descarga del agua de rechazo de la Planta de Osmosis Inversa, así como costos relacionados con la solicitud de diversos permisos ante las autoridades Federales, Estatales y Municipales en las etapas de Preparación y Perforación e instalación.

Durante la etapa de Operación se calcula invertir anualmente \$500,000 ya que el sistema de Osmosis Inversa requiere mantenimiento constante, además del mantenimiento de los pozos, compra del medidor de Sólidos Disueltos Totales y los costos de la electricidad. Se contempla también que un 15% correspondiente a la inversión sea aplicado a llevar a cabo las medidas de prevención y mitigación necesarias relativas a esta implementación.

#### II.1.5 Descripción de servicios instalados

El suministro eléctrico lo obtiene la empresa de la Comisión Federal de Electricidad, que brinda los servicios a pie en la Isla de Holbox. Para el proyecto se requerirá de este suministro para energía que requiere la Planta de osmosis Inversa para trabajar.

El servicio de telefonía fija o cableada lo brinda Teléfonos de México S.A. de C. V., por medio de su red de fibra óptica.

La isla cuenta con infraestructura de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, así como con un sistema parcial para la regulación de las aguas pluviales, infraestructura que se ha venido construyendo y fortaleciendo conjuntamente con el Organismo Operador (CAPA) a través de los Programas Federalizados que coordina la Comisión Nacional del Agua habiéndose invertido en este rubro \$47,726,566.95 en el periodo de 200 a 2015.

La zona de captación de Agua, ubicada a 7.5 kilómetros al sur del Poblado de Chiquilá, está conformada por 2 pozos de aprovechamiento de agua equipados con bombas sumergibles accionadas con motor eléctrico, que trabajan las 24 horas del día para suministrar agua a la Isla.

El primer pozo tiene una profundidad de 22.5 m y está equipado con un conjunto motor bomba tipo sumergible de 20HP que proporciona un gasto de 17.5 lps. El segundo fue perforado hasta los 18.5 m de profundidad e igualmente está equipado con un conjunto motor bomba tipo sumergible de 10HP, el cual arroja un gasto de 5.5 lps.

Actualmente se estima una población de 2,500 habitantes en la Isla con una población flotante del orden de 4,000 personas en temporada alta vacacional; población que rebasa la capacidad actual del abastecimiento

de los 2 pozos (23 lps) (CONAGUA, 2017)

Como se mencionó con anterioridad, Isla Holbox depende para la dotación de agua para consumo humano de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (CAPA). Los pozos mencionados en el párrafo anterior son los que alimentan esta red está en la zona continental, según datos del REPDA estos pozos con un uso Público Urbano cuentan en conjunto con volumen autorizado de 536,883 m<sup>3</sup> al año y con 34 Títulos de Concesión a nombre de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA).

L agua potable se conduce por medio de una tubería subacuática que atraviesa la Laguna Conil, recorriendo desde su extracción 19 km hasta llegar a la Isla de Holbox donde se almacena en un Tanque de Distribución en el centro de población y posteriormente se distribuye mediante bombeo por la red operada por CAPA, hacia la mayor parte de la población. (CONAGUA, 2017)

(Fuente: CONAGUA. Accesibilidad al agua limpia y saneamiento en el Área de protección de flora y fauna Yum Balam, principalmente en la Isla de Holbox. [http://www.senado.gob.mx/sgsp/respuestas/63/2/2017-08-23-1/CP2R2A\\_6102\\_SEGOB\\_CONAGUA.pdf](http://www.senado.gob.mx/sgsp/respuestas/63/2/2017-08-23-1/CP2R2A_6102_SEGOB_CONAGUA.pdf))



**Figura 4. Suministro y distribución de agua desde la zona continental de Chiquilá hacia Holbox. Tubería de conducción subacuática 19 km. De longitud.**

Como parte de las estrategias para minimizar y optimizar el consumo de agua potable que se requiere en la operación del Hotel Villas Flamingos, se diseñará un Programa de Conservación del Agua, mismo que se solicita sea parte de las condicionantes que esta Secretaría emita de autorizarse la implementación del proyecto que nos ocupa.

En la operación del proyecto las aguas residuales que se generan en las habitaciones, áreas comunes y operativas del Hotel, son canalizadas a la red interna del proyecto para su tratamiento en la Planta de Tratamiento de Aguas (PTAR) del Hotel.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del Hotel es un sistema de tratamiento biológico de lodos activados con fase terciaria de desinfección y tratamiento, éste corresponde a la tecnología de aireación para el tratamiento de aguas conocida como de lodos activados, basado en el crecimiento suspendido de consorcios bacterianos aeróbicos, con la utilización de aireadores y difusores que con medios mecánicos generan pequeñas burbujas de aire mezclando el oxígeno con el agua residual y los lodos activados, permitiendo a los microorganismos en los lodos la degradación de los distintos componentes presentes en las aguas sometidas a tratamiento. Esta tecnología es usada de manera extensiva en los sistemas municipales y existen modelos diseñados para el tratamiento de aguas en proyectos de pequeñas dimensiones.

#### **Características del sistema:**

- Consta de un sistema de tanques de concreto dividido en tres compartimentos, cada uno con una bomba de trabajo independiente.
- Los desechos líquidos provenientes de las instalaciones del hotel entran en una cámara de pre-tratamiento.
- El efluente proveniente de la cámara de pre-tratamiento ingresa a la cámara de aireación, en donde los sólidos suspendidos y disueltos, son convertidos a colonias de bacterias, agua y bióxido de carbono. Este proceso es conocido como formación de líquido de mezcla.
- Un rotor hace girar esta mezcla mientras se le agregan burbujas de aire para favorecer la mezcla con oxígeno por difusión.
- El líquido de mezcla oxigenado es bombeado hacia el clarificador, donde los sólidos se sedimentan, donde la pendiente de la cámara permite que los sólidos sedimentados regresen a la cámara de aireación.
- El sistema puede estar en reposo o en circulación (flujo intermitente).
- Cuenta con un tanque séptico y un tanque de residuos externo para sedimentar los sólidos de mayor peso y los lodos.
- Cuenta con un sistema de bombeo intermitente que conduce el efluente proveniente del tanque séptico hacia el tanque de aireación.
- Cuenta con un sistema de burbujas que aseguran la incorporación del aire a los desechos de manera continua o intermitente.
- Incorpora un sistema de sedimentación de sólidos mediante la decantación o filtrado.
- Se realiza una remoción periódica de los lodos.
- La reducción de los sólidos depende del tiempo de aireación al que se expongan los desechos.
- Una vez extraída toda la materia orgánica y los sólidos del agua tratada, esta es sometida a un proceso de desinfección en el cual se le agrega hipoclorito de sodio para desinfección, esterilización y acción

alguicida.

- El efluente proveniente de la planta de tratamiento se deja en reposo, para permitir la evaporación del cloro residual, para posteriormente usar el agua tratada para riego de las áreas verdes del proyecto

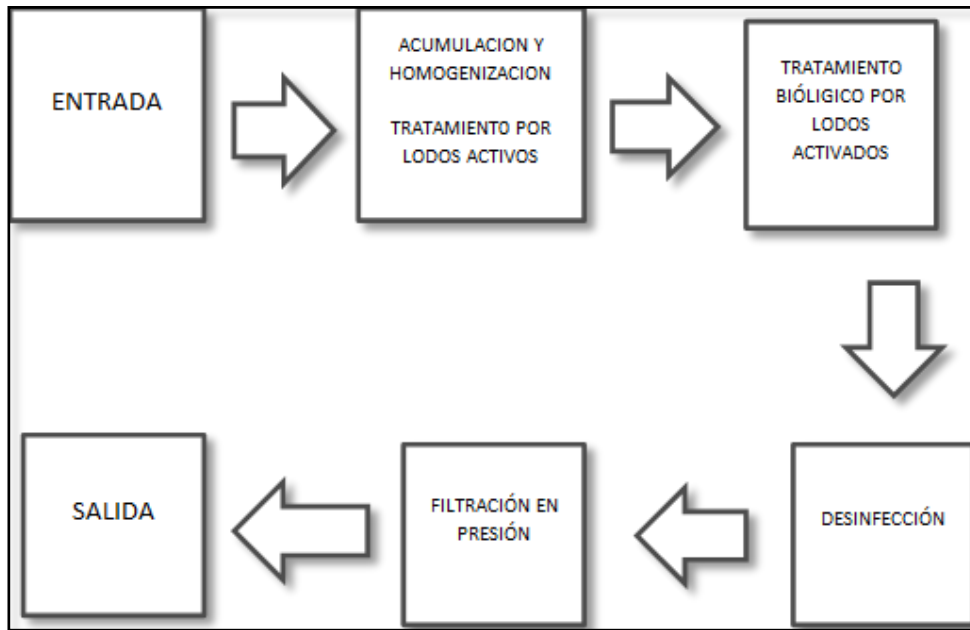


Figura 5. Diagrama de Flujo de la PTAR del Hotel Villas Flamingos.

Tal y como se plantea el apartado siguiente, las aguas de rechazo de la Planta de Osmosis Inversa serán conducidas al pozo de descarga autorizado mediante Título de Concesión 12QNR150872/32ERDL15 emitido a nombre de la persona moral promovente del presente proyecto en análisis, el cual se rehabilitará para este propósito siguiendo lo indicado por el Estudio de Caracterización Geohidrológica realizado en el área.

## II.2 Características particulares del Proyecto

El presente proyecto consiste en la instalación y operación de una planta de ósmosis inversa, la perforación de un pozo de aprovechamiento de agua salobre y la rehabilitación de otro para descarga del agua de rechazo generada por el proceso de ósmosis inversa.

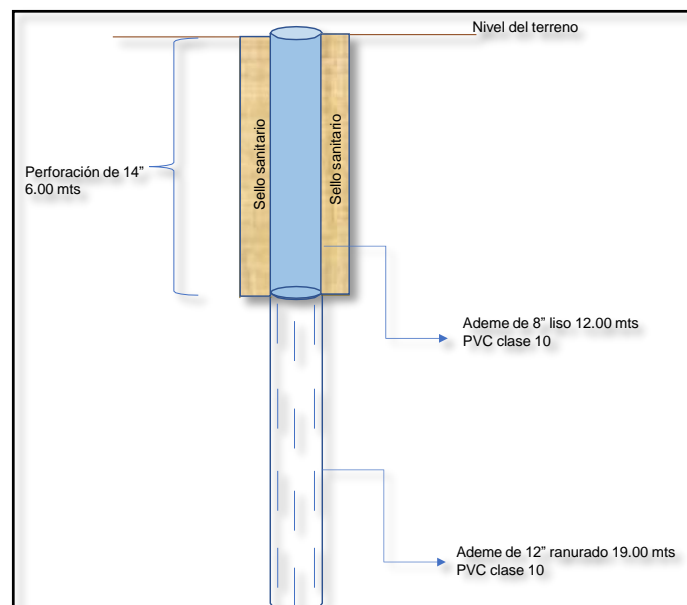
Se pretende utilizar agua subterránea salobre para que esta pueda ser tratada mediante el sistema de osmosis inversa y, posteriormente ser utilizada por los huéspedes y los diversos servicios requeridos para la adecuada operación del Hotel Vilas Flamingos. Se contempla el proyecto debido a los cada vez más frecuentes episodios de falta de abastecimiento por parte del proveedor municipal que administra la red. Serequiere contar con un Sistema que no dependa únicamente de proveedor externo en el abastecimiento de agua y estar en posibilidades de brindar un servicio de agua con la calidad y cantidad requerida por los visitantes y el personal.

El Proyecto requerirá la perforación de un pozo de aprovechamiento que tenga la profundidad idónea para obtener agua con un contenido de Sólidos Disueltos Totales mayor a 2,500 ppm, según el estudio de



caracterización geohidrológica realizado para el presente estudio (Anexo 3) deberá realizarse a los 25 m de profundidad ya que:

*“...Según los resultados de los valores de los Sólidos Totales Disueltos existe en el acuífero un espesor de agua salobre a partir de los 1.52 mts aproximadamente. Considerando las características físicas de los materiales del subsuelo definidas en la Prospección Geofísica y Prospección del Subsuelo por Métodos Directos, en donde se identificaron los tramos del acuífero con más posibilidades de ser explotados con volúmenes importantes de agua. Estos tramos están a partir de los 3 m hasta los 6-7 mts en donde aparece la caliza arrecifal, estas estructuras se manifiestan indirectamente en el sondeo eléctrico vertical con valores entre 60 y 100 Ohm\*m. Estas condiciones de permeabilidad se mantienen hasta los 9 m aproximadamente. Por lo anterior se propone que los **pozos de extracción** tengan una profundidad total de **25 m**, de los cuales los primeros 6 mts deberán estar entubados con tubería lisa, y los siguientes 19 mts con tubería ranurada.*



**Figura 6. Diseño propuesto de pozo de aprovechamiento para el proyecto con base en el Estudio de Caracterización Geohidrológica del área.**

*Para la evaluación hidráulica del pozo, este será probado mediante bombeo continuo a caudal constante denominado desarrollo de pozo y prueba escalonada a caudal variable para determinar las propiedades hidráulicas del acuífero y definir así su régimen de operación, así como realizar todos los estudios correspondientes a la NOM-003-CNA-1997...”*

Lo anterior para que el líquido obtenido o “permeado” cumpla con los niveles establecidos por la **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**, para el cuidado de la salud humana.

En segundo término, se requiere la rehabilitación de un **pozo de inyección** con una profundidad aproximada de **60 m**. para descargar el agua de rechazo del tratamiento de ósmosis inversa. Que según los datos aportados por el Estudio de Caracterización Geohidrológica realizado para asegurar la sustentabilidad del

presente proyecto se debe realizar con el diseño propuesto en la Figura 7.

*“...El criterio principal para la definición del diseño de los pozos de inyección de la planta de ósmosis inversa y/o PTAR, es que el efluente sea descargado en el manto de agua salina con concentraciones de arriba de los 35,000 ppm de SDT...”.*

Según los resultados de los geofísicos y las unidades encontradas y los valores resistivos y el perfil de calidad del agua y la consulta a bibliografía de la zona de estudio expuestos en apartados anteriores, a partir de los 25-30 m de profundidad el agua del acuífero contiene más de 25, 000 mg/l de sólidos totales disueltos.

La presencia de agua con esta salinidad se manifiesta como una opción favorable para la inyección profunda del agua de rechazo del sistema de ósmosis y de la PTAR. Por lo anterior y tomando un criterio precautorio se propone el diseño de los pozos para rechazo de agua de la planta ósmosis y para la PTAR, a una **profundidad total de 60 m** aislando los primeros 30 m para evitar cualquier contacto y/o contaminación del manto de agua dulce y/o salobre con la cámara de absorción entre los 30 m y 60 m...”

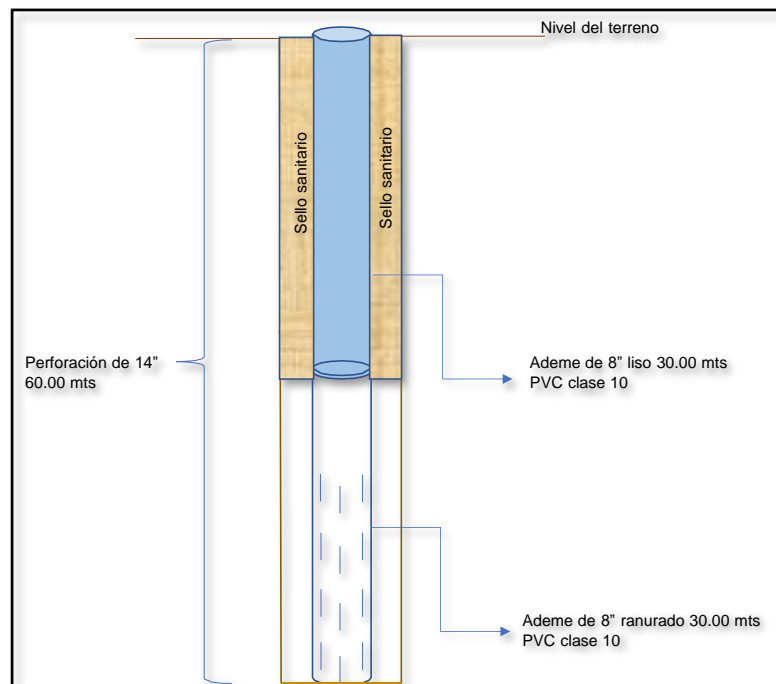


Figura 7. Diseño propuesto de pozo de inyección para el proyecto según resultados de Estudio Geohidrológico.

Así mismo el proyecto incluye la instalación, operación y mantenimiento de una Planta de Osmosis Inversa antes descrita, que realice el proceso de desalación del agua subterránea salobre obtenida, para lograr una concentración de entre 400 a 500 ppm de Sólidos Disueltos Totales en el agua permeada que se pondrá a disposición de los huéspedes y personal del Hotel.

## II.2.1 Principios de Funcionamiento de la planta de Osmosis Inversa

Para entender el proceso de la ósmosis inversa, empecemos por recordar la ósmosis natural, mecanismo de transferencia de nutrientes en las células de los seres vivos a través de las membranas que la recubren.

En tal sentido, cuando se ponen en contacto dos soluciones de diferentes concentraciones de un determinado soluto (por ejemplo, sales), se genera un flujo de solvente (por ejemplo, agua) desde la solución más diluida a la más concentrada, hasta igualar las concentraciones de ambas.

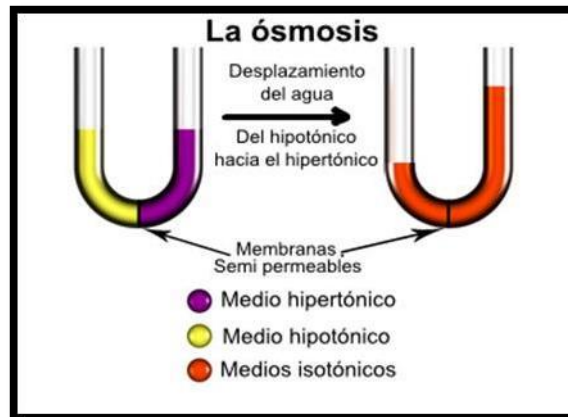


Figura 8. Diagrama de ósmosis.

Es decir, en otras palabras: si ponemos en contacto, a través de una membrana, agua salada y agua destilada obtendremos un equilibrio entre ambas y quedarán moderadamente saladas. El agua que atraviesa la membrana es "empujada" por la presión osmótica de la solución más salada y el equilibrio del proceso se alcanza cuando la columna hidrostática iguala dicha presión osmótica. De aquí se deduce que si nuestro interés en el tratamiento es obtener una corriente de agua lo más diluida posible deberemos **invertir** el fenómeno. Para ello hay que vencer la presión osmótica natural mediante la aplicación en sentido contrario de una presión mayor. Cuando se logra invertir el fenómeno estamos en presencia de **ósmosis inversa**.

La ósmosis inversa (OI) es una técnica de desmineralización basada en membranas y usada para separar sólidos disueltos, tales como iones, de una solución. Las membranas en general actúan como barreras permeables selectivas que permiten que algunas sustancias (como el agua) permee a través de ellas mientras retiene otras sustancias disueltas (como iones).

La ósmosis inversa (OI) ofrece la filtración más fina actualmente disponible, rechazando la mayoría de los sólidos disueltos y suspendidos, al tiempo que impiden el paso de las bacterias y los virus, obteniéndose un agua pura y esterilizada.

Aguas con un elevado contenido de sales como, sodio, calcio, boro, hierro..., cloruros, sulfatos, nitratos y bicarbonatos, pueden ser tratadas con la osmosis inversa hasta alcanzar los límites considerados como "agua aceptable" para su utilización.

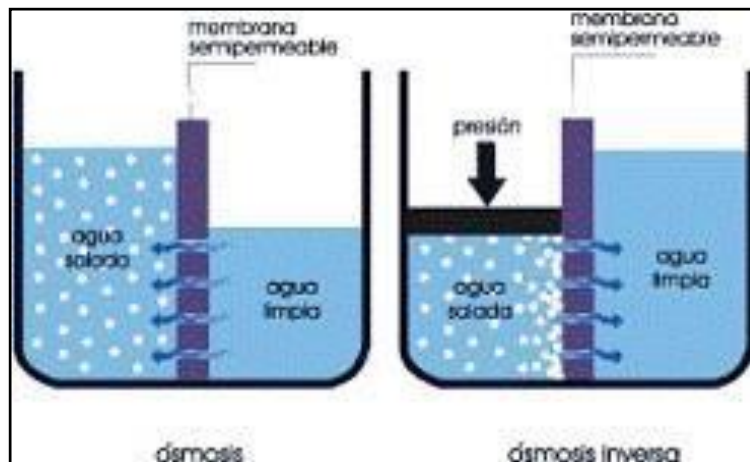


Figura 9. Proceso de ósmosis vs. ósmosis inversa

Las membranas filtrantes son la clave y responsables de separar las sales del agua. Dichas membranas pueden considerarse como filtros moleculares. El tamaño de los poros de estos filtros membranas es extremadamente reducido, por lo que se requiere una presión considerable para hacer pasar cantidades de agua a través de ellas. La elección del modelo de membrana más apropiado es según el agua a tratar y su empleo posterior, determinando el tipo de instalación más idónea.

Las impurezas que quedan en las membranas son posteriormente arrastradas y lavadas por la misma corriente de agua. De esta forma el sistema realiza una autolimpieza constante. Esta corriente de agua de rechazo es necesaria y está en relación directa con el tipo de membrana que se utiliza y sus exigencias.

En resumen: si a una corriente de agua salada se le aplica una fuerte presión, lograremos obtener un equilibrio distinto del anteriormente descrito en el cual se generan simultáneamente dos corrientes:

- Una que es la que atraviesa la membrana, queda libre de sólidos disueltos (minerales, materia orgánica, etc.) y de microorganismos (virus, bacterias, etc.): **producto o permeado.**
- La otra se va concentrando en esos mismos productos sin que lleguen a depositarse en la membrana, porque la tapan y se eliminarían en forma continua, constituyendo el **concentrado o rechazo.**

Las principales aplicaciones de las membranas de ósmosis inversa (OI) incluyen: desalinización; remoción/reducción de subproductos de la desinfección (DBP), dureza, color, contaminantes inorgánicos, compuestos orgánicos sintéticos y volátiles, patógenos; y recuperación de aguas residuales para reúso.

Entre las tecnologías de desalinización disponibles hoy, la ósmosis inversa es considerada el proceso de desalinización más económico. La desalinización de agua de mar o salobre con OI tiene ***ventajas*** en las áreas de ***ahorro de energía, más bajo costo de capital, menor tiempo de arranque y parada, menor periodo de construcción, menos espacio de instalación y menor costo total del agua.***

## II.2.2 Desalinización

La desalinización del agua de mar o salobre es la producción de agua potable o de calidad industrial, dulce, de baja salinidad, a partir de una fuente de agua salada o salobre (agua de mar, bahía u océano, acuífero) por medio de separación con membrana.

### II.2.2.1 Proceso típico de ósmosis inversa

Un sistema típico con membranas de ósmosis inversa (OI) consiste en tres subsistemas separados: Pre-Tratamiento, Proceso De Membrana y Pos-tratamiento.

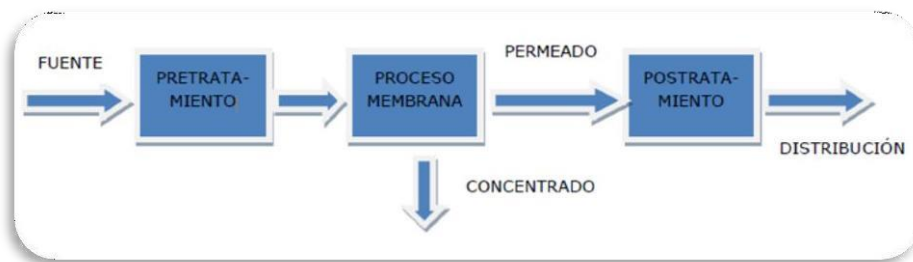


Figura 10. Proceso de ósmosis inversa típico.

El proceso que se desea realizar es la desalinización del agua salobre del acuífero subyacente al predio mediante el proceso de ósmosis inversa.

### II.2.2.2 Descripción general de las partes del sistema de ósmosis inversa

A continuación, se encuentra una descripción de las partes del sistema de ósmosis inversa como el que se desea instalar para el Hotel Villas Flamingos.

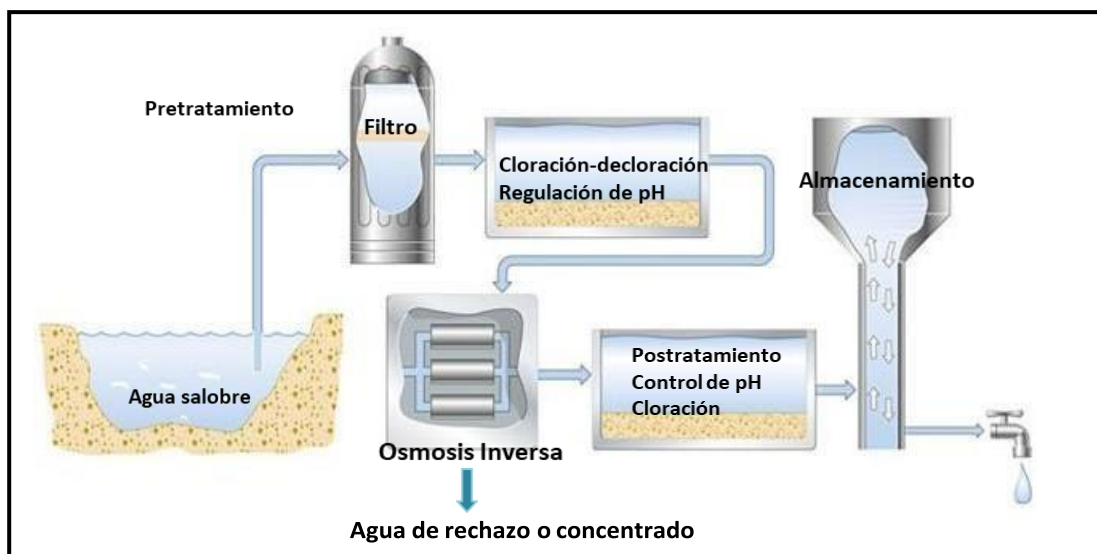


Figura 11. Diagrama general de un sistema de Osmosis Inversa

La planta de ósmosis inversa a instalar se describe a continuación:

### **ESPECIFICACIONES**

Agua de alimentación: Agua de pozo no mayor 36,000ppm de Solidos Disueltos Totales (SDT).

Flujo total de entrada: 70 gpm

Flujo total de rechazo: 42 gpm

Flujo total de Producto: 150 m<sup>3</sup>/d (28 gpm)

Recuperación: 40%

Voltaje: 220 V

### **COMPONENTES DEL SISTEMA**

Basado en la calidad de agua actual de no mayor a 36,000 ppm de TDS, proveniente de un pozo de aprovechamiento, se calculó y diseñó un sistema de ósmosis inversa con los siguientes componentes:

➤ ***Bomba de alimentación***

Se colocará una bomba sumergible en acero inoxidable 2205, con motor de 7.5HP, 3 fases a 220-460V/60Hz.

➤ ***Filtro de sedimentos***

Está conformado por un tanque de fibra de vidrio reforzado de 36" x 72", con válvula manual, en su interior se colocará zeolita filtrante tubidex, que realizará el proceso de retención de partículas suspendidas mayores a 10 micrones.

➤ ***Filtro pulidor***

Está diseñado para retener partículas de hasta 5 micrones que pudieran pasar por el filtro de sedimentos, se encuentra conformado por cartucho de polipropileno, modelo Aqualine.

➤ ***Bomba de alta presión***

Se considera una bomba multietapa en acero inoxidable Duplex 2205 marca Fedco o similar, con motor de 40HP, 3Fases a 220-460V/60Hz capaz de producir la presión necesaria para vencer la presión osmótica del agua de alimentación.

Se contempla un recuperador de energía modelo HPB-20, ayudando a reducir el consumo de energía del sistema hasta un 40%.

➤ **Banco de membranas**

En base a los análisis de agua se considera un total de 12 membranas, modelo SWC5- MAX de la marca Hydranautics o similar, contenidas en 3 vasos de presión de fibra de vidrio marca Codeline.

➤ **Control y automatización**

El equipo cuenta con un PLC marca Allen Bradley que coordina los arranques y paros de cada bomba, niveles de agua de cisternas de alimentación y permeado, flushing, monitoreo de baja presión de alimentación, alta presión de pre-membranas, medición de ORP, medición de SDT de alimentación y permeado.

Se incluyen medidores y sensores de flujo digitales en el permeado y rechazo. Se

cuenta con manómetros que permitirán monitorear los siguientes puntos:

- Presión de descarga de la bomba de alimentación.
- Presión de salida de filtro de sedimentos.
- Presión de filtro de cartuchos.
- Presión pre y post membrana.

Se suministrarán tres bombas dosificadoras para químico, una está destinada al suministro de anti incrustante previo a las membranas, la segunda para ajuste de pH y la tercera en el permeado para dosificar sanitizante con fines de mantener el agua desinfectada durante su almacenamiento en la cisterna dispuesta para este fin.

➤ **Equipo de limpieza para módulo de osmosis.**

Se contempla un equipo de limpieza modelo CIP-1 para limpieza de las membranas con capacidad de 200 galones con bomba Goulds o similar de 7.5HP.

➤ **Tubería de alta y baja presión**

Las tuberías de baja presión serán de PVC Ced 80.

Las tuberías de alta presión serán en Duplex 2205.

➤ **Estructura**

Acero al carbón con pintura epóxica resistente a la corrosión.

### II.2.2.3 Descripción operacional del sistema de ósmosis inversa

La planta desaladora diseñada por la compañía **Hallotechnik**© modelo para el presente proyecto opera de la siguiente manera, tal y como se ilustra de manera general en las Figuras 8 y 9:

#### 1. Pretratamiento

El agua salobre 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) Un Filtro de sedimentos de zeolita
- b) Un filtro pulidor de cartuchos
- c) Dosificador de inhibidor de incrustaciones

##### a) Filtro de sedimentos de zeolita.

El proceso comienza con la alimentación del agua de pozo con una salinidad no mayor a 36,000 ppm de sales disueltas hacia el filtro. El agua pasa a través de la zeolita que realizará el proceso de retención de partículas suspendidas mayores a 10 micras.

En la etapa de servicio el aguase alimenta por la parte superior por medio de un distribuidor interno pasando por la zeolita. 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 (b) 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.

La etapa de retrolavado comenzará 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 salobre a contracorriente 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. 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 ir 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 el filtro multimedia, pasará al módulo de cartuchos de polipropileno que se encarga de retener partículas suspendidas de hasta 5 micras que pudieran pasar por el filtro de sedimentos.



El filtro está fabricado en polipropileno para resistir cualquier tipo de corrosión debido al agua salobre. En el interior del filtro se encuentra el medio filtrante el cual consiste en varios cartuchos cilíndricos desechables fabricados de polipropileno extruido. Los cartuchos tienen un grado de filtración de hasta 5 micras 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, 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 5 ppm.

**1. Desalinización**

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 en doce elementos de 12 membranas, modelo SWC5- MAX de la marca Hydranautics o similar, contenidas en 3 vasos de presión de fibra de vidrio marca Codeline.

Las membranas en cada módulo se encargarán de reducir la salinidad del agua de concentración no mayor a 36,000 ppm de SDT hasta menos de 500 ppm tratando un flujo de 150 m<sup>3</sup>/día con una producción de agua permeada en promedio de un 40% con respecto al flujo de alimentación, lo cual significa alrededor de 60 m<sup>3</sup>/día.

**2. Unidad de limpieza de membranas (CIP)**

Se contará con una unidad Clean In Place (CIP) marca Goulds que consta de un tanque de 200 galones y una bomba de 7.5 HP para dar servicio de limpieza al banco de membranas correspondiente.

Las membranas requerirán de limpieza cada vez que el flujo de permeado disminuya en un 15% y/o la presión de alimentación haya aumentado un 15% para mantener el flujo de permeado de diseño.

En el tanque del CIP se preparará la solución de limpieza con detergentes alcalinos o ácidos (dependiendo del tipo de taponamiento o incrustación) y se bombeará al banco de membranas por medio de una bomba. La solución se recirculará por espacio de aproximadamente 30 a 45 minutos. Después de la limpieza, se enjuagan las membranas y la planta se posiciona 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.

**II.2.3. Programa de trabajo**

El plazo que se requiere para realizar la primera etapa denominada de **Preparación** es de seis meses que considera el tiempo necesario para obtener los permisos correspondientes por parte de las instancias

federales, estatales y municipales. La segunda etapa denominada como **Perforación e Instalación** es de otros seis meses en total e incluye la construcción de los pozos de aprovechamiento y descarga y la instalación de la Planta de osmosis inversa. Posterior a dicho periodo se considera un plazo de 30 años durante los cuales se llevará a cabo la **Operación y mantenimiento** de las obras que sean autorizadas.

Tabla 4. Programa de trabajo del proyecto.

Actividades	PROGRAMA DE TRABAJO												
	Preparación (meses)						Perforación e Instalación (meses)						Operación y Mtto (años)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1 ...30
Obtención de permisos para perforación de los pozos e instalación de la osmosis inversa	■	■	■	■	■	■							
Perforación de pozos de aprovechamiento y descarga							■	■					
Instalación de equipos hidráulicos y eléctricos así como de la planta de osmosis inversa									■	■			
Pruebas de operación												■	
Operación del proyecto													■

### II.2.4. Representación gráfica regional

En este apartado se presenta gráficamente la ubicación del área de proyecto, con la finalidad de ofrecer una perspectiva de la dimensión de este en función de la extensión que podrían alcanzar los impactos ambientales en el área de influencia.

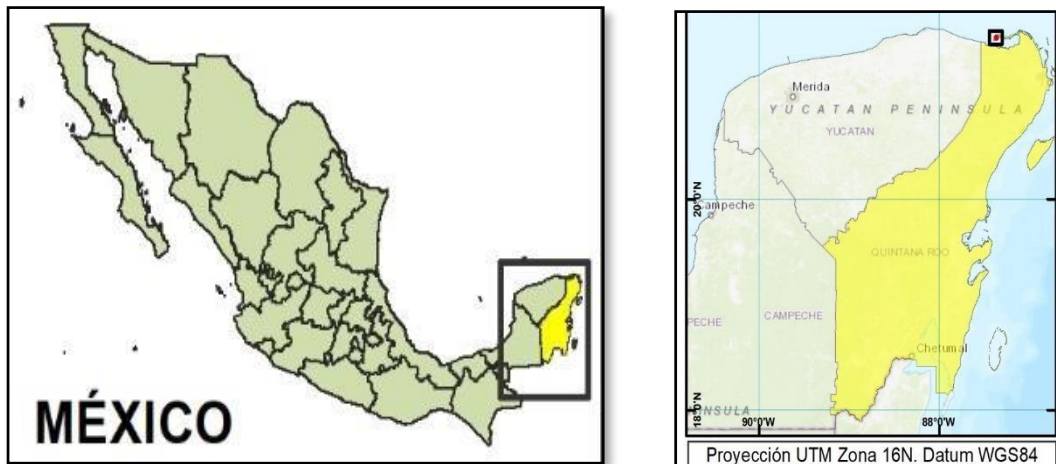


Figura 12. Ubicación regional del área de proyecto.

### II.2.5. Representación gráfica local

El área de proyecto se ubica dentro de la Isla de Holbox, Municipio de Lázaro Cárdenas en el Estado de Quintana Roo,

A continuación, se presenta un mapa en donde se muestra la meso y micro localización del predio donde se pretende instalar y operar la planta de Osmosis Inversa.



Figura 13. Ubicación general del proyecto meso y micro localización.

## II.2.6. Preparación del sitio y construcción.

Debido a que este proyecto no requiere de la preparación del sitio a través de la nivelación, trazo o limpieza de la vegetación del área ya que se pretende ubicar en un lugar que ya ha sido construido y por lo tanto, impactado con anterioridad

Se ha definido que la etapa de **preparación** se considerará como aquella en la que se llevarán a cabo acciones tendientes a la obtención de permisos y licencias ante las diversas autoridades federales, estatales y municipales involucradas en la instalación y operación de una planta de ósmosis inversa.

El lugar donde se pretende colocar la planta desaladora es un área que funciona como área de servicios del Hotel Villas Flamingos.

Durante la etapa de construcción que en el presente proyecto denominaremos **Etapas de Perforación e Instalación** se realizarán las perforaciones y la rehabilitación de dos pozos:

- Uno (1) de aprovechamiento con profundidad de diseño de 25 m. (Figura 7) para asegurar el abastecimiento de agua de calidad salobre (mayor a 2,500 ppm de SDT) y que brinde a su vez el suficiente caudal y,
- La rehabilitación de un pozo de inyección (1) para descarga (Figura 8) que alcance la profundidad de 60 m donde existe una concentración igual o mayor a 36,000 ppm de SDT.

Para asegurar lo anterior se realizó un Estudio de Caracterización Geohidrológica cuyos resultados se abordan en el presente documento y se adjuntan a la presente Manifestación de Impacto Ambiental como Anexo.

Para la **instalación** de dicha planta de ósmosis inversa se requerirá colocar las conexiones hidráulicas y eléctricas y conectar el sistema de ósmosis inversa con las cisternas de agua potable y el pozo de descarga, además de otras adecuaciones accesorias para el correcto funcionamiento y control del proceso.

En el caso de ambos pozos, estos se perforarán una vez obtenido el permiso de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de manera que su diseño y perforación garanticen la correcta administración y protección del acuífero, además de asegurar el caudal óptimo en base al diseño de la planta de ósmosis inversa. En el caso del pozo de descarga ya se tiene autorizado mediante Título de Concesión 12QNR150872/32ERDL15, sin embargo, se requiere llevar a cabo su rehabilitación, así como el tramiten de la modificación administrativa del mismo.

### II.2.2 Utilización de explosivos.

No se utilizarán explosivos en ninguna de las fases del proyecto.

### II.2.3 Operación y mantenimiento.

El proyecto contempla brindar servicio de suministro de agua potable a los empleados y huéspedes del Hotel Villas Flamingos, por lo tanto, se ha planteado que requiere funcionar todo el año y operar las 24 horas del día, en virtud de que será la principal fuente y a futuro, la única para para abastecer de agua potable al establecimiento.

Como ya se ha mencionado, para la operación de la planta de ósmosis se requerirá del suministro de energía eléctrica, así como un pozo de aprovechamiento de agua salobre y un pozo para la descarga del agua de rechazo o residual del proceso.

El proceso de ósmosis inversa se basa en la circulación forzada del agua a través de una membrana semipermeable. Si la presión ejercida es superior a la presión osmótica, la membrana actúa como barrera para las sales y/o moléculas, rechazándolas.

Solo un porcentaje del agua que ingresa al sistema se convierte en agua potable (permeado) con un contenido aproximado de entre 400 a 500 ppm de SDT. Se considera que aproximadamente un 60% del agua es rechazada con una concentración de sales superiores a la inicial (rechazo). Se obtienen entonces dos

corrientes: una baja en sales y la otra concentrada en sales.

El desarrollo alcanzado en los últimos años por las membranas semipermeables presenta una solución muy ventajosa como consecuencia de su bajo costo operativo, bajo mantenimiento y facilidad de operación. La operación de las unidades de Osmosis Inversa es continua e ininterrumpida, requiriendo un mínimo consumo de productos químicos y mano de obra para su atención.

Tomando como base los datos antes señalados y considerando que la capacidad de tratamiento de la planta es de 150 m<sup>3</sup>/día, se calcula, que:

- Al año se requieren extraer 54,750 m<sup>3</sup> de agua para alimentar la planta de osmosis inversa.
- Dado que se calcula que el 60% del agua que ingresa sea emitida como flujo de rechazo, aproximadamente se descargarán anualmente al acuífero 32,850 m<sup>3</sup> de agua con una concentración de sales mayor a la inicial y se producirían alrededor 21,900 m<sup>3</sup> de agua permeada con una concentración de 400 a 500 ppm de SDT.

El agua producida se someterá a un post tratamiento de cloración y se almacenará en una cisterna ya existente para su posterior distribución y consumo.

La descarga del agua de rechazo o concentrado no requiere de tratamiento debido a que, entre otras cosas además de la concentración de sales, incluye sustancias utilizadas en la limpieza de membranas que se utilizan comúnmente en la potabilización de aguas, además de que se hallan en concentraciones muy bajas y han probado ser inocuas.

Dentro de los pretratamientos y el mantenimiento de las membranas y en general de la Planta de ósmosis inversa se utilizarán diversos químicos tales como dispersantes y anticrustantes para las membranas y agentes de limpieza de estas. Se trata de productos líquidos que se dosifican sobre el agua de alimentación de las membranas de la ósmosis, evitando la precipitación de las sales e impurezas sobre las mismas.

Los agentes de limpieza permiten eliminar, durante las operaciones de mantenimiento, la suciedad acumulada en la superficie de las membranas, recuperando su estado inicial permitiéndoles encontrarse en las mejores condiciones operativas. Las concentraciones y volúmenes de los agentes antes mencionados no impactarán la calidad de agua, sin embargo, el monitoreo periódico de las descargas dará seguimiento a ello.

El mantenimiento que requiere la planta para un adecuado funcionamiento debe de llevarse a cabo de manera periódica para efectuar las acciones preventivas y en su caso, atender las correctivas. Se considera que, de esta manera, la operación de las instalaciones se pueda prolongar por un periodo de hasta 30 años.

El mantenimiento periódico de la planta de ósmosis inversa está contemplado como parte de los servicios requeridos y tenido en cuenta como parte del seguimiento y control de la etapa de operación.

#### **II.2.4 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.**

Debido al programa de mantenimiento periódico que recibirá la planta de osmosis inversa, no se contempla el desmantelamiento, ni su abandono.

## II.2.5 Residuos.

Durante la primera etapa del proyecto denominada de **Preparación** no se contempla la generación de residuos.

Debido a que la etapa de **Perforación e instalación** se realizará en un área limitada y en corto tiempo, la generación de residuos sólidos será mínima. Los residuos sólidos estarán conformados principalmente por sedimentos que se generarán durante el proceso de perforación, los cuales tendrán como origen la roca carbonatada, mismos que serán retirados mediante el uso de palas y carretillas y se entregaran a recolector autorizado por la Secretaria de Ecología y Medio Ambiente del Estado, misma que instancia que los trasladará fuera de la isla de Holbox y dará destino final adecuado y autorizado.

Asimismo, los residuos sólidos sanitarios y de tipo domésticos que generen los trabajadores durante el proceso de perforación e instalación serán depositados en botes identificados para separación selectiva con los que ya se cuenta en el Hotel Villas Flamingos, los cuales serán retirados periódicamente por personal del Hotel y entregada la parte no aprovechable a los servicios de limpieza municipal. La parte reciclable de los mismos será entregada a recolectores y transportadores autorizados.

Los residuos de tipo sanitarios que se puedan generar por el personal que trabaje en la perforación de los pozos, será depositado y retirados de manera diaria por personal del Hotel Villas Flamingos.

En su etapa de **Operación y Mantenimiento** de la planta de ósmosis inversa se generarán residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos los cuales serán separados en fuente, almacenados en lugares diseñados conforme a la legislación aplicable y posteriormente entregados a recolectores autorizados.

Tabla 5. Residuos generados en etapa de Perforación e Instalación del proyecto.

	RESIDUO	No. Trabajadores	Temporalidad	Cantidad	Medidas preventivas
ETAPA DE PERFORACIÓN E INSTALACIÓN	Generación de residuos sólidos urbanos	10 trabajadores	10 días	12.5 Kg. (250 g. por persona/día)	Se colocarán recipientes de 200 litros con tapa e identificando tipo de residuo y entregados a recolector municipal.
	Generación de residuos de manejo especial (lodos de perforación y escombros).			25 m3	Serán recolectados y entregados a empresa autorizada para recolección y transporte de Residuos de Manejo especial
	Generación de residuos peligrosos.			20 kg.	Se colocarán en recipientes identificados con el nombre del residuo y después serán entregados a empresa recolectora autorizada por

					SEMARNAT
	Generación de residuos sanitarios.			1 m3	Se instalarán letrinas portátiles y recipientes de 20l que se recolectarán por servicio municipal

Tabla 6. Residuos a generar en etapa de Operación y Mantenimiento del proyecto.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	RESIDUO	No. Trabajadores	Temporalidad	Cantidad	Medidas preventivas
	Generación de residuos sólidos urbanos	3 trabajadores	30 años	8,212.5 Kg. (250 g. por persona/día)	Se colocarán recipientes de 20 litros con tapa e identificando tipo de residuo y serán entregados a recolector municipal.
	Generación de residuos de manejo especial (embalajes, cartón).			25 m3	Serán separados en fuente, recolectados y transportados por empresa autorizada para recolección y transporte de Residuos de Manejo especial
	Generación de residuos peligrosos. (envases de pintura, estopas impregnadas de aceite, envases de químicos, etc)			7,200 kgs (20 kg/ mes).	Se colocarán en recipientes identificados con el nombre del residuo y serán entregados a empresa recolectora autorizada por SEMARNAT
	Generación de residuos sanitarios.				Se colocarán recipientes de 20l en las instalaciones del hotel, Se entregarán a Recolector municipal.

### II.2.11. Generación de gases de efecto invernadero

En cuanto a las etapas de preparación no se considera que se generen gases de efecto invernadero. Sin embargo, en las etapas posteriores se generarán gases de combustión de maquinaria pesada y de carga (camiones de carga, perforadora, etc.) de combustible diésel. De los gases generados por la combustión de este se consideran de efecto invernadero el Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>), los Hidrocarburos (HC) y el material particulado (PM).

Con base a lo anteriormente citado, se estimaron las cantidades de cada componente emitido, tomando como base para el cálculo, la combustión de 100 litros de diésel al día durante un período de 10 días, lo cual hace un total de consumo de 1000 litros de diésel que se han de utilizar en esta etapa de perforación e instalación y donde se considera se llevara a cabo el trabajo de dicha maquinaria.

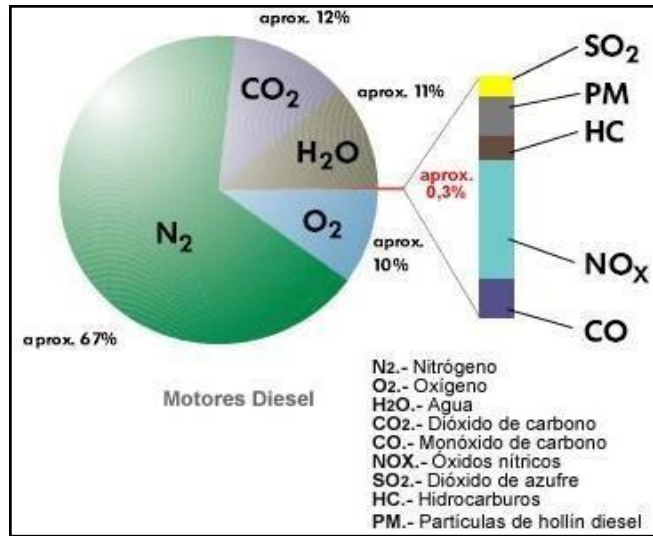


Figura 14. Composición en porcentaje de los gases de combustión del diésel

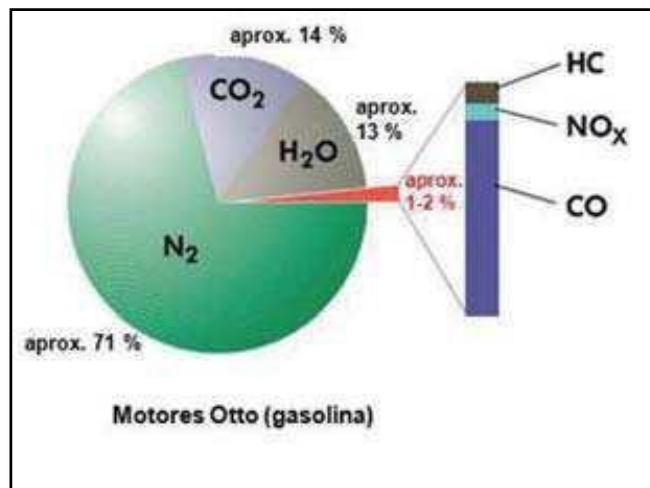


Figura 15. Composición en porcentaje de los gases de combustión de la gasolina



Además de lo anterior las emisiones a la atmósfera consistirán en ruido, humos y vibraciones generadas por el equipo de perforación. El equipo utilizado para la perforación de los pozos deberá cumplir con las condiciones adecuadas para su operación, por lo cual deberán estar afinados mecánicamente y contar con filtros de humo y silenciadores de ruido que permitan la atenuación de dichos impactos.

En la etapa de operación el proceso de ósmosis inversa no generará contaminación atmosférica, por humo, ruido o vibraciones, debido a que este equipo opera de manera eléctrica y se considera es de alta eficiencia.

**Tabla 7. Estimación de GEI en las etapas de proyecto.**

ETAPAS	CANTIDAD DE COMBUSTIBLE A UTILIZAR	TON MÉTRICAS DE CO <sub>2</sub> E
<b>Preparación</b>	1,000 litros de Gasolina	4.64 <sup>(1)</sup>
<b>Perforación e Instalación</b>	1,000 litros Diesel	2,68 <sup>(2)</sup>
<b>Operación y Mantenimiento</b>	KWh trabajando 6 horas al día durante 30 años	28.44 <sup>(3)</sup>

(1) 4.64 toneladas métricas de CO<sub>2</sub>E/vehículo/año utilizando gasolina

(2) por cada litro de combustible quemado un motor diésel genera unas 2,68 toneladas métricas de CO<sub>2</sub>E

(3)  $4.33 \times 10^{-4}$  toneladas métricas de CO<sub>2</sub>/kW

Fuente: <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/calculadora-de-equivalencias-de-gases-de-efecto-invernadero-cálculos>

### 11.2.11.1 Identificar por etapas de proyecto fuentes generadoras de gases de efecto invernadero.

Se considera que durante la etapa de Preparación del proyecto no se generarán gases de efecto invernadero a excepción de los generados por dos automóviles que utilizan gasolina para realizar los viajes para hacer las gestiones de la etapa de preparación.

**Tabla 8. Identificación de fuentes de GEI en etapas del proyecto.**

Etapas	Fuentes
<b>Preparación</b>	2 vehículos de 2 ejes de 4 llantas. Combustible gasolina
<b>Perforación e Instalación</b>	Un Trascabo, Una maquina perforadora, 2 vehículos de 2 ejes, 1 camión de volteo. Combustible Diesel y Gasolina
<b>Operación y Mantenimiento</b>	1 bomba de 7.5 Hp y otra de 40 Hp de la Osmosis inversa ambas eléctricas. Planta de Osmosis Inversa fuente eléctrica

### III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

#### III.1 Constitución Política de Los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1917, última reforma publicada el 15 de septiembre de 2017, establece en su artículo 27, párrafo quinto que:

*“...Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; (...); y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley. Las aguas del subsuelo pueden ser libremente alumbradas mediante obras artificiales y apropiarse por el dueño del terreno, pero cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos, el Ejecutivo Federal podrá reglamentar su extracción y utilización y aún establecer zonas vedadas, al igual que para las demás aguas de propiedad nacional. ....”*

Por lo tanto, el promovente al ser propietario del predio, de donde se pretenden aprovechar las aguas salobres; podrá realizar las obras de alumbramiento y aprovechamiento del agua, siempre y cuando de cumplimiento a lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales y demás ordenamientos aplicables que se vincularán en los apartados siguientes.

#### III.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, última reforma publicada el 16 de enero de 2014, establece:

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

*“..I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y Poliductos...”*

El proyecto corresponde a una obra hidráulica, consistente en una planta desalinizadora, encuadrando en el supuesto de la fracción I del artículo ya citado. El presente estudio se pone 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 cumplimiento a lo dispuestos en el citado artículo de la Ley, se presenta esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular, para que sean evaluados los impactos que pudieran ser ocasionados por el proyecto.

Debido a que el área de proyecto se ubica dentro del Área Natural Protegida (ANP) de competencia Federal denominada “**Área de protección de Flora y Fauna Yum Balam**” se hace necesario realizar la vinculación con los apartados de esta Ley referidos a las ANP la cual se desarrolla a continuación:

*“...ARTÍCULO 1o.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:*

*IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;...”*

Dado que el ANP es de competencia Federal se presenta este instrumento de evaluación para dar cumplimiento a lo señalado en esta Ley.

*“...Artículo 3o.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:*

*II.- **Áreas naturales protegidas:** Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley;...”*

*“...XI.- **Desarrollo Sustentable:** El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras;...”*

*“...XXXIX. **Zonificación:** El instrumento técnico de planeación que puede ser utilizado en el establecimiento de las áreas naturales protegidas, que permite ordenar su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del terreno, de su uso actual y potencial, de conformidad con los objetivos dispuestos en la misma declaratoria. Asimismo, existirá una subzonificación, la cual consiste en el instrumento técnico y dinámico de planeación, que se establecerá en el programa de manejo respectivo, y que es utilizado en el manejo de las áreas naturales protegidas, con el fin de ordenar detalladamente las zonas núcleo y de amortiguamiento, previamente establecidas mediante la declaratoria correspondiente...”*

En este caso, el área de proyecto está ubicada en un área de subzonificación denominada Subzona de Asentamientos Humanos Holbox por lo que deberá ceñirse a lo señalado por las Reglas Administrativas del Programa de Manejo del ANP APFF Yum Balam.

*“...Artículo 44.- Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad*

*del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables.*

*Los propietarios, poseedores o titulares de otros derechos sobre tierras, aguas y bosques comprendidos dentro de áreas naturales protegidas deberán sujetarse a las modalidades que de conformidad con la presente Ley, establezcan los decretos por los que se constituyan dichas áreas, así como a las demás previsiones contenidas en el programa de manejo y en los programas de ordenamiento ecológico que correspondan...*

*“...Artículo 47 BIS . Para el cumplimiento de las disposiciones de la presente Ley, en relación al establecimiento de las áreas naturales protegidas, se realizará una división y subdivisión que permita identificar y delimitar las porciones del territorio que la conforman, acorde con sus elementos biológicos, físicos y socioeconómicos, los cuales constituyen un esquema integral y dinámico, por lo que cuando se realice la delimitación territorial de las actividades en las áreas naturales protegidas, ésta se llevará a cabo a través de las siguientes zonas y sus respectivas subzonas, de acuerdo a su categoría de manejo:...”*

*“...II. Las zonas de amortiguamiento, tendrán como función principal orientar a que las actividades de aprovechamiento, que ahí se lleven a cabo, se conduzcan hacia el desarrollo sustentable, creando al mismo tiempo las condiciones necesarias para lograr la conservación de los ecosistemas de ésta a largo plazo, y podrán estar conformadas básicamente por las siguientes subzonas:...”*

**“...g) De asentamientos humanos: En aquellas superficies donde se ha llevado a cabo una modificación sustancial o desaparición de los ecosistemas originales, debido al desarrollo de asentamientos humanos, previos a la declaratoria del área protegida, y...”**

El propietario del predio donde se ubica el proyecto y promovente de la presente Manifestación de Impacto Ambiental reconoce lo estipulado en los preceptos legales anteriormente citado para lo cual solicita permiso a la Autoridad competente para el desarrollo de las actividades a realizar en la Subzona definida.

*“...Artículo 54.- Las áreas de protección de la flora y la fauna se constituirán de conformidad con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Pesca y demás aplicables, en los lugares que contienen los hábitats de cuyo equilibrio y preservación dependen la existencia, transformación y desarrollo de las especies de flora y fauna silvestres.*

*En dichas áreas podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la preservación, repoblación, propagación, aclimatación, refugio, investigación y aprovechamiento sustentable de las especies mencionadas, así como las relativas a educación y difusión en la materia.*

*Asimismo, podrá autorizarse el aprovechamiento de los recursos naturales a las comunidades que ahí habiten en el momento de la expedición de la declaratoria respectiva, o que resulte posible según los estudios que se realicen, el que **deberá sujetarse a las normas oficiales mexicanas** y usos del suelo que al efecto se establezcan en la propia declaratoria...”*

Con base a lo señalado en el párrafo anterior se puede señalar que las actividades propuestas en el presente proyecto podrían ser autorizadas si estas cumplen como se ha señalado que lo harán, con lo definido en las Normas Oficiales Mexicanas involucradas.

*“...Artículo 60.- Las declaratorias para el establecimiento de las áreas naturales protegidas señaladas en las fracciones I a VIII del artículo 46 de esta Ley deberán contener, por lo menos, los siguientes aspectos:*

VI.- Los lineamientos para la realización de las acciones de preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro de las áreas naturales protegidas, para su administración y vigilancia, así como para la elaboración de las reglas administrativas a que se sujetarán las actividades dentro del área respectiva, conforme a lo dispuesto en ésta y otras leyes aplicables;...”

“...Artículo 64.- En el otorgamiento o expedición de permisos, licencias, concesiones, o en general de autorizaciones a que se sujetaren la exploración, explotación o aprovechamiento de recursos en áreas naturales protegidas, se observarán las disposiciones de la presente Ley, de las leyes en que se fundamenten las declaratorias de creación correspondiente, así como las prevenciones de las propias declaratorias y los programas de manejo.

El solicitante deberá en tales casos demostrar ante la autoridad competente, su capacidad técnica y económica para llevar a cabo la exploración, explotación o aprovechamiento de que se trate, sin causar deterioro al equilibrio ecológico...”

“...Artículo 65.- La Secretaría formulará, dentro del plazo de un año contado a partir de la publicación de la declaratoria respectiva en el Diario Oficial de la Federación, el programa de manejo del área natural protegida de que se trate, dando participación a los habitantes, propietarios y poseedores de los predios en ella incluidos, a las demás dependencias competentes, los gobiernos de las entidades federativas, los Municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en su caso, así como a organizaciones sociales, públicas o privadas, y demás personas interesadas...”

“...Artículo 66.- El programa de manejo de las áreas naturales protegidas deberá contener, por lo menos, lo siguiente:

“...II.- Las acciones a realizar a corto, mediano y largo plazo, estableciendo su vinculación con el Plan Nacional de Desarrollo, así como con los programas sectoriales correspondientes. Dichas acciones comprenderán, entre otras las siguientes: de investigación y educación ambientales, de protección y **aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la flora y la fauna, para el desarrollo de actividades recreativas, turísticas, obras de infraestructura y demás actividades productivas**, de financiamiento para la administración del área, de prevención y control de contingencias, de vigilancia y las demás que por las características propias del área natural protegida se requieran; ...”

“...III.- La forma en que se organizará la administración del área y **los mecanismos de participación de los individuos y comunidades asentadas en la misma**, así como de todas aquellas personas, instituciones, grupos y organizaciones sociales interesadas en su protección y aprovechamiento sustentable;...”

“...V.- La **referencia a las normas oficiales mexicanas aplicables a todas y cada una de las actividades** a que esté sujeta el área; ...”

“...VII.- Las **reglas de carácter administrativo a que se sujetarán las actividades que se desarrollen en el área natural protegida** de que se trate..”.

ARTÍCULO 88.- Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios:

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;

II.- El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos deben realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico;

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,

### III.3 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:*

*I. "Aguas Nacionales": Son aquellas referidas en el Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos ...”*

*IV. "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 del Agua, proporcionar los permisos correspondientes por el uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo.

En virtud de lo antes señalado, la promovente, previo a la perforación de los pozos y la instalación de la Planta desalinizadora de ósmosis inversa, solicitará los permisos correspondientes a la Comisión Nacional del Agua y demás autoridades competentes.

### III.4 Ley General de Vida Silvestre

Dado que el área de proyecto se encuentra a menos de 100 m. de una comunidad de mangle que, aunque no queda dentro del predio, si debe considerarse en el presente análisis debido a su implicación con la permanencia y preservación de los flujos hidrológico que se debe asegurar sigan teniendo la funcionalidad e integralidad tal que le permitan seguir desarrollándose y conservar sus servicios ecosistémicos. En relación con la vinculación del proyecto con el Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, que a la letra dice:

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

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

No se rellenará, ni se podará ningún ejemplar de mangle. Las etapas de perforación, instalación y operación de la planta de osmosis inversa no se desarrollarán en espacio que tengan este tipo de vegetación. Para mantener en su calidad los flujos hídricos del área para que ello no afecte a la comunidad de manglar, se elaboró un Estudio de caracterización Hidrogeológica para sustentar con evidencia científica, el que se desarrollen tales actividades con apego a lo señalado en el mismo y en las diversas Normas que regulan estas actividades.

### III.5 Reglamento de la Ley en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El Reglamento en análisis fue publicado el 30 de mayo del año 2000 en el Diario Oficial de la Federación, el cual establece:

*“...Artículo 5o.- 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) HIDRÁULICAS:*

*(...)*

*XII. Plantas desalinizadoras...”*

Del análisis de lo anterior se desprenden que las actividades objeto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular encuadran en el supuesto del artículo 5 incisos A) del Reglamento antes referido por ser una obra hidráulica, consistente en una Planta desalinizadora, señalada en la fracción XII del artículo 5° antes mencionado. Por tanto, se trata de obras de competencia federal que requieren previa autorización en materia de impacto ambiental.

### III.6 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)

#### III.5.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

El 24 de noviembre de 2012, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, el Acuerdo por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte Regional del propio programa. El objetivo de ese instrumento de política ambiental es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las regiones costeras y marinas del país.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (**POEMyRGMycMC**) consideró en su modelo la división del Área Sujeta a Ordenamiento (ASO) en 203 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) clasificadas en marinas, terrestres y Áreas Naturales Protegidas (ANP). Cada UGA cuenta con una ficha que incluye su toponimia, ubicación y características, así como los criterios y acciones aplicables a cada una.

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

Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de

competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina.

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

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

1. Lineamientos ecológicos

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

2. Estrategias ecológicas

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

3. Acciones y criterios

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

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

- Acciones y criterios generales (G)

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

- Acciones y criterios específicos (A)

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

El 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 dos mil doce, a la letra dice:

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



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

**Artículo Tercero.** - Conforme a los términos del “Convenio Marco de Coordinación para la instrumentación de un proceso de planeación conjunto para la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe”, los Gobiernos de los Estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán expedirán, mediante sus órganos de difusión oficial, la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.”

El área del proyecto se encuentra ubicada dentro de la **Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 131** tal y como se observa en la Figura a continuación:



Figura 16. Ubicación del proyecto respecto del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino Regional del Golfo de México y Mar Caribe. UGA 131 Marina (ANP FEDERAL)

Debido a que este tipo de Unidad de Gestión Ambiental (UGA) denominada **MARINA (ANP-FEDERAL)** requiere ser publicada por el Gobierno del Estado de Quintana Roo en sus órganos de difusión oficial y hasta en tanto no se lleve a cabo dicha acción, este Programa de Ordenamiento Ecológico no tendrá la fuerza legal para hacerse de imperativo cumplimiento por los gobernados.

En base a lo antes expuesto, no se considera relevante entrar al fondo en el análisis de la vinculación de los Criterios, Acciones Generales y Acciones Específicas incluidos en este ordenamiento que pudiesen ser aplicables al proyecto si este hubiese sido ya publicado.

Un resumen con los datos de la UGA 131 se presentan a continuación:

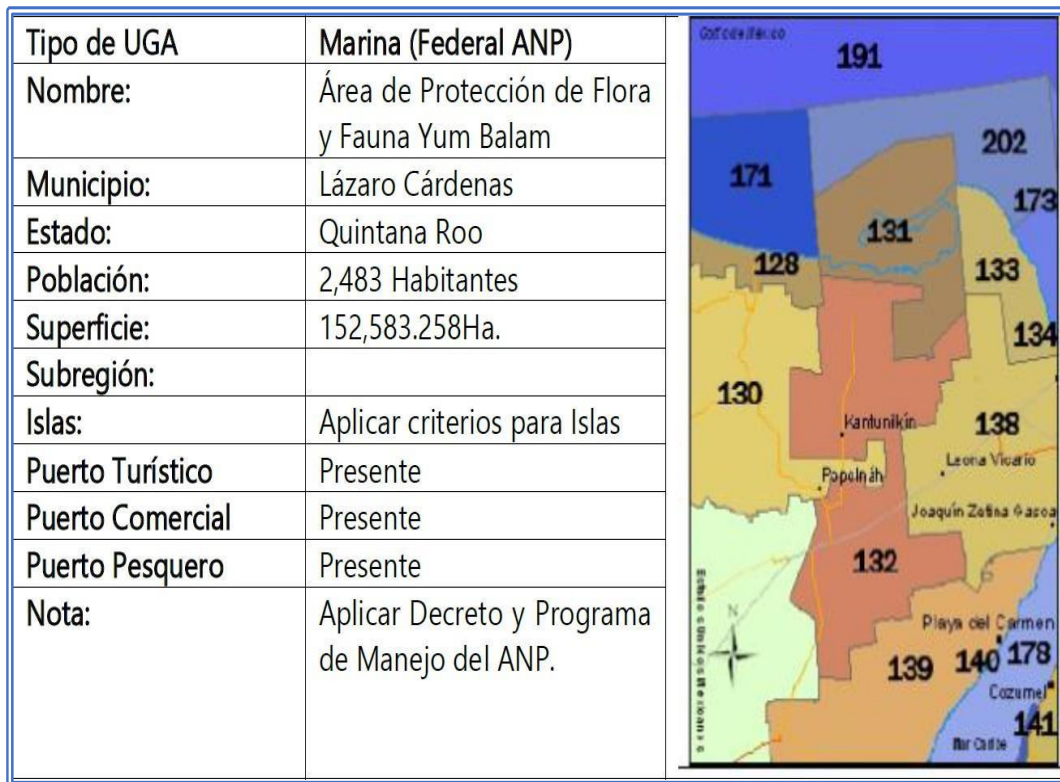


Figura 17. Resumen de la descripción de la UGA 131 Marina (ANP- Federal) del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

### III.6 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas.

El área donde se pretende ubicar el proyecto se encuentra dentro del Área Natural Protegida (ANP) de competencia Federal denominada “**Área de protección de Flora y Fauna Yum Balam**”. En la Figura inserta a continuación se muestra la ubicación del proyecto dentro de esta ANP, así mismo se indica la cercanía a otras áreas naturales protegidas decretadas con carácter de Reservas de la Biosfera Tiburón Ballena, Gran Caribe Mexicano y Ría Lagartos, junto a esta última se encuentra el área decretada como Santuario “Playa Rio Lagartos”.

La **Reserva de la Biósfera Tiburón Ballena** decretada el 5 de junio del 2009, sería la ANP más cercana al predio del proyecto, situada a más de 10 km. hacia el Norte del área de estudio. Así mismo a 15 Km al Noroeste se encuentra la **Reserva de la Biosfera Ria Lagartos** decretada el 21 de mayo de 1999 y más allá a 35 Km al Norte se encuentra la **Reserva de la Biosfera Gran Caribe Mexicano** decretada el 7 de diciembre de 2016. Estas son las distancias que separan al proyecto respecto de las ANP de competencia Federal más cercanas.

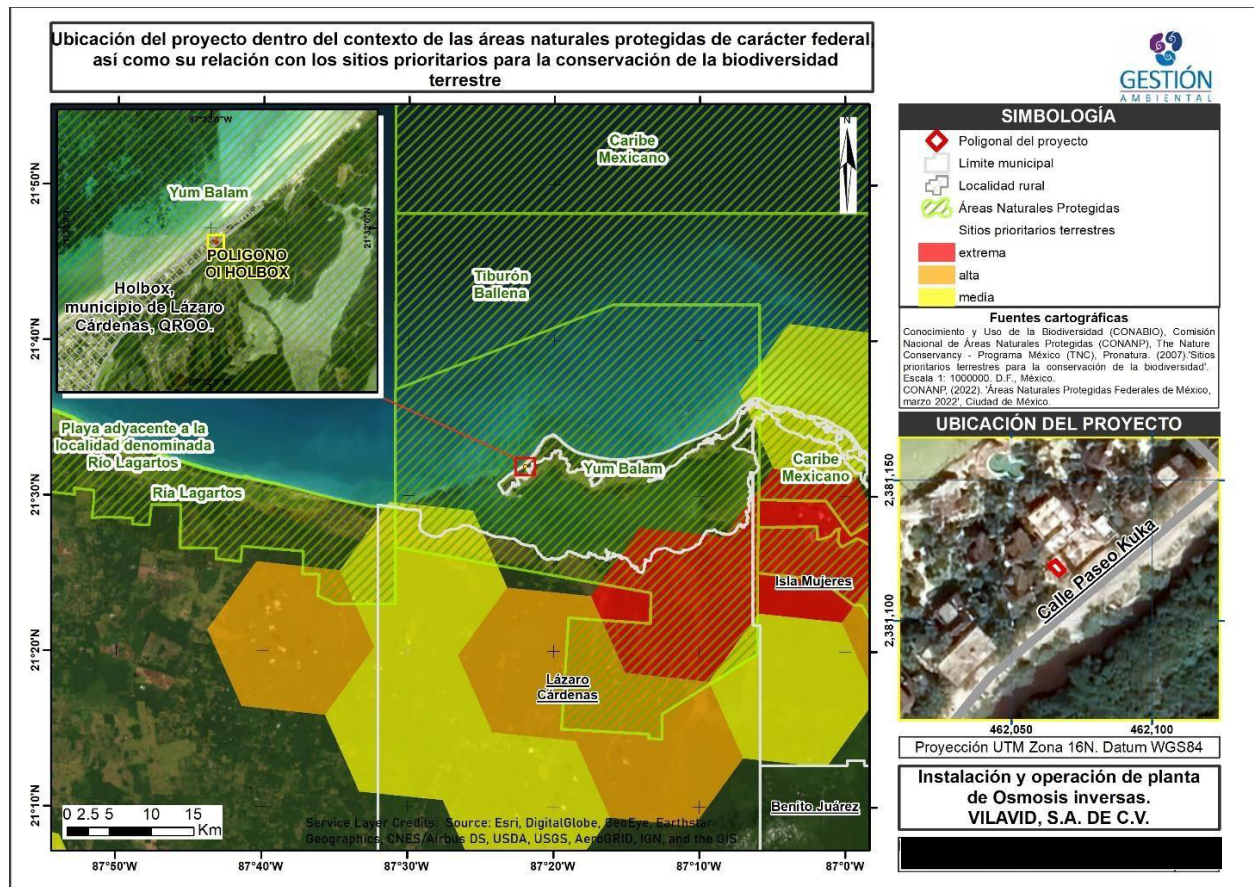


Figura 18. Ubicación del proyecto dentro del contexto de las ANP Federales.

### III.6.1. Decreto por el que se declara Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.

El sitio donde se pretende ubicar el presente proyecto se encuentra ubicado totalmente dentro del **Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam**. Esta Área Natural Protegida fue destinada a este fin mediante Decreto Federal publicado en el Diario Oficial de la Federación el día **6 de junio de 1994**. Está ubicada en el municipio de Lázaro Cárdenas, en el Estado de Quintana Roo y cuenta con una superficie de **154,052-25-00** hectáreas, de las cuales 52,307.62 Has. son superficies terrestres y/o aguas continentales tales como Lagunas costeras, esteros, lagos de agua dulce, ríos y otros cuerpos de agua; aunado y una superficie marina de 101,744.63 Has.

En la Tabla siguiente se realizará la vinculación del presente proyecto con respecto a lo indicado en el Decreto de su creación mencionado en el párrafo anterior. En el decreto de creación del Área de Protección de Flora y Fauna de Yum Balam, se establece lo siguiente:

INSTRUMENTO JURIDICO	TEXTO NORMATIVO	VINCULACIÓN
<p><b>Decreto de creación del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.</b></p> <p>(Publicado en el Diario Oficial de la Federación 6 de junio de 1994).</p>	<p><i>"...ARTÍCULO SEXTO.- Las obras y actividades que se realicen en el Área de Protección de Flora y Fauna "Yum Balam", deberán sujetarse a los lineamientos establecidos en el programa de manejo del área y a las disposiciones jurídicas aplicables. Todo proyecto de obra pública o privada que se pretenda realizar dentro del Área de Protección deberá contar previamente a su ejecución, con la autorización de impacto ambiental correspondiente, en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Impacto Ambiental..."</i></p>	<p><i>El presente proyecto cumple con lo indicado este artículo, por lo cual con base a lo indicado en él, se ingresa la presente <b>Manifestación de Impacto Ambiental ante la Autoridad Federal Competente para su evaluación.</b> Así mismo, las actividades a realizar se apegan a lo estipulado en el Programa de Manejo del APFF Yum Balam publicado el 5 de octubre de 2018.</i></p>
	<p><i>"...ARTICULO DÉCIMO SEGUNDO. - El uso, explotación y aprovechamiento de las aguas nacionales ubicadas en el Área de Protección, se regularán por las disposiciones jurídicas aplicables en la materia y se sujetarán a:</i></p> <p><i>I. Las normas oficiales mexicanas para la conservación y aprovechamiento de la flora y fauna acuáticas y de su hábitat, así como las destinadas a evitar la contaminación de las aguas;</i></p> <p><i>II. Las políticas y restricciones para la protección de las especies acuáticas que se establezcan en el programa de manejo del Área de Protección, y</i></p> <p><i>Los convenios de concertación de acciones de protección de los ecosistemas acuáticos que se celebren con los sectores productivos, las comunidades de la región e instituciones académicas y de investigación..."</i></p>	<p>Dado el objetivo del proyecto, el cual pretende El aprovechamiento de aguas nacionales <b>salobres</b> en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, este se apegará y dará cumplimiento a lo indicado en las NOM en materia de aguas nacionales, entre ellas la NOM-001-SEMARNAT-2021 para normar la calidad de la descarga, así como en la construcción de pozos a través de la NOM-003-CNA-1996 y la NOM-004-CONAGUA-1996 para el mantenimiento y cierre de pozos, así como también la NOM-127-SSA1-1994 para determinar la calidad de agua de consumo.</p>

<p><b>Decreto de creación del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.</b></p> <p>(Publicado en el Diario Oficial de la Federación 6 de junio de 1994).</p>	<p><i>“...ARTICULO DÉCIMO TERCERO. - Dentro del Área de Protección, queda prohibido modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riberas y vasos existentes, salvo que sea necesario para el cumplimiento del presente decreto; verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de corriente o depósitos de agua, y desarrollar actividades contaminantes...”</i></p>	<p>Tomando como base el Estudio de Caracterización Geohidrológica anexo al presente, realizado para asegura que las actividades del proyecto no modificarán las condiciones naturales de los acuíferos, las cuencas hidrológicas, los cauces naturales, riberas y vasos existentes.</p> <p>No se contempla tampoco verter o descargar contaminantes en el suelo o en el subsuelo, humedales o manglar adyacente. El manejo de los residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos, así como las aguas residuales y emisiones a la atmosfera se llevarán a cabo conforme a lo señalado por la legislación y normatividad vigente.</p>
	<p><i>“...ARTÍCULO DÉCIMO SEXTO. - Los ejidatarios, propietarios y poseedores de predios ubicados en el Área de Protección, están obligados a la conservación del área, conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Agraria, este decreto, el programa de manejo y demás disposiciones jurídicas aplicables...”</i></p>	<p>El promovente y propietario del predio donde se ubica el proyecto se compromete a dar cumplimiento a lo señalado en este artículo, conservando la integridad de los ecosistemas y generando un desarrollo sostenible en la isla.</p>

### III.6.2 Acuerdo por el que se da a conocer el Resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.

El 5 de octubre de 2018 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el ACUERDO por el que se da a conocer el Resumen del **Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam**, ubicada en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, este documento define los objetivos del APFF, da una descripción de la misma, brinda un diagnóstico, define entre otras cosas la subzonificación del área y determina sus políticas de manejo, así mismo indica las reglas administrativas que permiten o prohíben acciones dentro de la APFF Yum Balam.

En relación con la subzonificación determinada en el Programa de Manejo, esta se definió con fundamento en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en sus artículos 47 BIS, y 47 BI.

El área donde se pretende ubicar el proyecto se encuentra situada en la denominada **Subzona de Asentamientos Humanos Holbox** y por lo tanto regulada por lo establecido en las Reglas Administrativas definidas en el citado instrumento.

Con la publicación del Programa de Manejo, y a través de la Subzonificación y las Reglas Administrativas definidas se genere certeza jurídica en la planeación a largo plazo en el uso del territorio del APFF Yum Balam.

#### **Subzona de Asentamientos Humanos Holbox**

En la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox, debe considerarse que todo desarrollo turístico debe tener como primicia la protección al ambiente y de los valores naturales, por lo tanto, deberá diseñarse tomando en cuenta las características de tamaño mínimo de lote y los índices de ocupación dictados por este Programa de Manejo. En general, las construcciones e instalaciones autorizadas deberán guardar el máximo respeto al entorno, se procurará la utilización de materiales propios de la región y se debe minimizar su impacto, y gestionando su integración al paisaje.

Esta subzona está integrada por una superficie total de 212.0833 hectáreas, conformada por un polígono, correspondiente a la localidad de Holbox, establecida con anterioridad al Decreto de establecimiento del área natural protegida.

Las principales actividades en el núcleo urbano son los servicios de hospedaje y servicios de apoyo para la comunidad de Holbox, estacionamiento y transporte de víveres, y sus pobladores se dedican además a prestar servicios turísticos y de transporte acuático.

A fin de preservar los ecosistemas contenidos en esta subzona, así como el sistema ambiental circundante y, evitar su degradación por acumulación de residuos sólidos, incluyendo la formación de islas de basura en los cuerpos de agua, es necesario restringir el desecho de residuos sólidos, incluyendo popotes, bolsas de plástico, envases o recipientes elaborados de unicel, PET o plástico, debido a que los anteriores representan la mayor cantidad de residuos abandonados por visitantes y usuarios, los cuales al ser no biodegradables, se acumulan en los humedales y playas del Área de Protección de Flora y Fauna, y son arrastrados por las

corrientes marinas, lo cual provoca impactos a la fauna silvestre, incluyendo a las tortugas marinas.

Asimismo, tomando en consideración la riqueza biológica del área natural protegida, es necesario restringir la introducción de especies exóticas, incluyendo las invasoras, así como las que se tornen ferales, dado que tales especies generan desequilibrios en el ecosistema y posibles pérdidas de especies, incluyendo aquellas consideradas en riesgo, por efecto de competencia de las especies introducidas, sustitución de nichos ecológicos y en ausencia de depredadores naturales, crecimiento de poblaciones exóticas, con la consecuente pérdida de especies nativas.

Para esta subzona se establecieron las actividades permitidas y no permitidas. A continuación, se presenta la vinculación con las actividades permitidas y con las prohibidas.

### Actividades permitidas

INSTRUMENTO JURIDICO	Actividades permitidas Subzona Asentamientos Humanos Holbox	VINCULACIÓN
<p>Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.</p> <p>(Publicado en el Diario Oficial de la Federación 5 de octubre de 2018).</p>	Campismo	El proyecto no contempla esta actividad.
	Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre	El proyecto no contempla esta actividad.
	Colecta científica de recursos biológicos forestales	El proyecto no contempla esta actividad.
	Construcción de obra pública y privada	La construcción de obra privada esta permitida en la subzona donde se encuentra el área de proyecto. Por lo tanto, es una actividad factible de llevar a cabo con las condicionantes adecuadas.
	Educación ambiental	El proyecto no contempla esta actividad como objetivo principal pero como medida de mitigación se pretende colaborar con la Dirección del APFF Yum Balam y el municipio para generar una campaña de Educación Ambiental enfocada en el Manejo de Residuos Sólidos.
	Establecimiento de UMA	El proyecto no contempla esta actividad.
	Investigación científica	El proyecto no contempla esta actividad.
	Mantenimiento de infraestructura	El proyecto contempla esta actividad en relación a la rehabilitación del pozo de inyección de la descarga del flujo de rechazo de la Osmosis Inversa.

	Senderos interpretativos	El proyecto no contempla esta actividad.
	Turismo de bajo impacto ambiental	El sector al que daría servicio el proyecto es al turismo sustentable de bajo impacto. El proyecto en sí, tiene como objetivo el proveer de agua de mejor calidad y en oportunidad a los visitantes aportando un tratamiento al agua salobre que es NO POTABLE para aminorar la carencia de este satisfactor en la isla.
	Uso de vehículos terrestres	El proyecto utilizará vehículos para transportarla maquinaria de perforación y la planta de osmosis, pero serán rentados entre los servicios que actualmente existen en la Isla y solo se transitará por las vialidades utilizadas actualmente

### Actividades no permitidas

INSTRUMENTO JURIDICO	Actividades NO permitidas Subzona Asentamientos Humanos Holbox	VINCULACIÓN
<p><b>Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.</b></p> <p>(Publicado en el Diario Oficial de la Federación 5 de octubre de 2018).</p>	<p>Destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies de vida silvestre.</p>	<p>El proyecto no incidirá en estas áreas puesto que donde será implementado es un área de servicios utilizada desde hace mucho tiempo, sin embargo se darán pláticas al personal del Hotel y subcontratado para que durante las etapas del proyecto se abstengan de ahuyentar fauna, modificar sitios de anidación o cualquier cambio que repercuta de manera negativa a la vida silvestre presente en el predio.</p>
	<p>Alterar vestigios fósiles, arqueológicos o culturales</p>	<p>En el predio no se han registrado fósiles, vestigios arqueológicos o culturales. De ser este el caso, se dará aviso al INAH para que se</p>



		indique lo conducente.
	Apertura de bancos de material	El proyecto no contempla esta actividad, por lo tanto, no le aplica esta regla.
	Establecer sitios de disposición final de residuos sólidos	El proyecto no versa sobre esta actividad, por lo tanto, no le aplica esta regla. Los residuos generados durante el proyecto serán separados de manera selectiva y entregados a un recolector autorizado para que no permanezcan mas de una semana en la Isla.
	Establecimiento de campos de golf	El proyecto no contempla esta acción, por lo tanto, no le aplica esta regla.
	Fragmentar el hábitat de anidación de tortugas o donde existan ecosistemas de manglares	El proyecto no se pretende llevar a cabo en áreas de anidación de tortugas, ni en el ecosistema de manglar, por lo que no le aplica esta regla.
	Dañar o apropiarse de cualquier sistema de boyeo, balizamiento o señalamiento.	El proyecto no contempla actividades en área marina por lo que no se considera posible esta acción. .
<p><b>Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.</b></p> <p>(Publicado en el Diario Oficial de la Federación 5 de octubre de 2018).</p>	Desechar, abandonar, arrojar, descargar, disponer finalmente, enterrar o verter residuos de cualquier tipo de material, incluyendo contenedores, recipientes, envases, bolsas, utensilios o cualquier otro elemento contaminante.	El proyecto contempla dar de alta un Programa de Manejo de Residuos Sólidos ante la instancia competentes que considere la separación en fuente y acopio por parte de empresas autorizadas para realizar la recolección y transporte de residuos fuera de la Isla.
	Interrumpir, dragar, rellenar, desecar o desviar los flujos hidrológicos o cuerpos de agua.	El proyecto no contempla dragado, relleno o desecamiento de ningún cuerpo de agua. No alterará los flujos hidrológicos ni los desviará, ello con base en la información descrita en el Estudio de Caracterización Geohidrológica que seanexa al presente. Dicho estudio se realiza con ello como objetivo.

	Introducir ejemplares o poblaciones exóticas incluyendo las invasoras, así como las especies que se tornen ferales tales como perros y gatos.	<b>No se contempla la introducción de ninguna especie invasora al área de proyecto.</b>
	Introducir Organismos Genéticamente Modificados	<b>No se contempla la introducción de ningún OGM al área de proyecto.</b>
	Introducir recipientes o envases desechables o no biodegradables, incluyendo PET y bolsas de plástico	<b>Teniendo como base el cumplimiento de la Legislación, este proyecto no requiere introducir a la Isla envases de un solo uso, incluyendo PET y Bolsas plásticas. de generarse este tipo de residuos por embalaje y/o empaque de la Planta de osmosis Inversa, será retirado de la Isla el mismo día en que se genere, o más tardar en 7 días.</b>
	Modificar la línea de costa, la remoción o movimiento de dunas, así como rellenar, verter aguas residuales o talar zonas de manglares o humedales	<b>Los trabajos no modificarán la línea de costa, puesto que no se llevarán a cabo en esas áreas, ni en áreas de dunas. Así mismo, las aguas de rechazo de la Osmosis Inversa serán inyectadas a una profundidad que asegure la no contaminación ni modificación de flujos hidrológicos en el área. Lo anterior con sustento en el Estudio de geohidrología que incluye el diseño de los pozos requeridos.</b>
<p><b>Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.</b></p> <p>(Publicado en el Diario Oficial de la Federación 5 de octubre de 2018).</p>	Remover, rellenar, trasplantar o realizar cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema, de su productividad natural; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación; o bien de las interacciones entre el manglar, la duna, la zona marítima adyacente o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos	<b>Los trabajos no modificarán los flujos hidrológicos en el área, ni afectarán las interacciones en el ecosistema que cambien sus servicios ecológicos o sus características. Para evitar lo anterior se llevó a cabo Estudio de Caracterización Geohidrológica en el área de proyecto.</b>
	Tránsito de mascotas y animales domésticos, sobre la Zona Federal	<b>No aplica al proyecto ya que no se considera realizar este</b>

	Marítimo Terrestre y la zona intermareal	<b>tipo de acciones.</b>
	Tránsito de vehículos en las playas, salvo los necesarios para la administración, operación y vigilancia del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam	<b>No aplica al proyecto ya que no se considera realizar este tipo de acciones. El proyecto no se realiza en zona de playa</b>
	Usar explosivos	<b>No se utilizarán explosivos en ninguna etapa del proyecto.</b>
	Utilizar reflectores y lámparas dirigidos hacia la Zona Federal Marítimo Terrestre, salvo para actividades de inspección y vigilancia.	<b>No aplica al proyecto ya que no se considera realizar este tipo de acciones. Se comunicará a empleados y contratistas esta regla. Los trabajos serán realizados durante el día.</b>
	Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de corriente o depósito de agua	<b>No se verterán o descargarán contaminantes en el suelo o subsuelo, ni en corrientes de agua. En la etapa de perforación los lodos derivados de esta actividad serán retenidos por medios físicos en el área de servicios, evitando lo anterior.</b>

De acuerdo con lo establecido para esta subzona de Asentamientos Humanos, se permite la construcción de Infraestructura privada para usos habitacionales o turísticos. A continuación, se indican las reglas administrativas aplicables y su vinculación con el proyecto.

Según se indica en el Programa de Manejo en comento, las disposiciones de las Reglas Administrativas, buscan orientar la actividad turística a un verdadero desarrollo sustentable, al mismo tiempo que se busca conservar y proteger al tiburón ballena y su hábitat dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.

Dentro de dicho instrumento normativo es importante señalar, que:

*“... se considera necesario que las manifestaciones de impacto ambiental, que en su caso se presenten para el desarrollo de construcciones en el Área Natural Protegida, deberán sustentarse y acompañarse de estudios que contemplen las complejas características físicas, biológicas y ecológicas del Área Natural Protegida, con la finalidad que **se garantice el menor impacto posible a la biodiversidad de esta...**”*

La presente Manifestación de Impacto Ambiental se presenta acompañada de un Estudio de Caracterización Geohidrológica precisamente realizado con la finalidad de asegurar que las obras proyectadas contemplen el garantizar el MENOR IMPACTO POSIBLE a la biodiversidad y a las características físicas, biológicas y ecológicas del Área Natural Protegida.

Igualmente es importante que en este instrumento se haga hincapié en la importancia de que el abasto de agua potable se requiere la instrumentación de nuevas tecnologías como las del presente proyecto de desalación de agua salobre. Por lo importante del tema con respecto a esta vinculación jurídica, se transcriba la letra lo incluido en el Programa de Manejo:

***“...Por otro lado, una alternativa para atender a las necesidades de suministro de agua, que pudieran generarse dentro del Área Natural Protegida, es la desalinización de aguas marinas y salobres.***

*Este proceso consiste en la separación de sales del agua mediante diversas tecnologías, teniendo como resultado el agua potable para consumo, así como salmueras que eventualmente deben ser tratadas antes de descargarlas al mar. Como resultado de su alta salinidad, es necesario establecer procesos que permitan la reducción del impacto ambiental generado por la descarga de las mismas.*

*Por lo anterior, es importante establecer las disposiciones relacionadas con las obras de toma de aguas a desalinizar y de las descargas de aguas de rechazo del proceso de desalinización, que deben cumplir las plantas desalinizadoras o procesos que generen aguas de rechazo salobres o salinas en el Área Natural Protegida, con el fin de proteger a los ecosistemas, garantizando las mejores condiciones ambientales y, a la vez promoviendo que se incorporen nuevas fuentes y tecnologías alternas como el aprovechamiento de las aguas marinas y salobres para el abasto de agua...”*

***Con la disposición señalada en el párrafo que antecede se posibilita conservar en las mejores condiciones ambientales las características físico-químicas de los cuerpos de agua del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, a la vez que se incorporan para el abasto de agua potable nuevas fuentes y tecnologías alternas tales como el aprovechamiento de aguas marinas y salobres. Asimismo, con la incorporación de esas fuentes de agua alternativas, se hace necesario establecer requisitos en aspectos relacionados con las obras de toma de aguas a desalinizar y en las descargas de las aguas de rechazo del proceso de desalinización, que deben cumplir las plantas desalinizadoras o procesos que generen aguas de rechazo salobres o salinas del país, con el fin de proteger al ambiente, que genere las mejores condiciones ambientales, a la vez que se incorporan para el abasto nuevas fuentes y tecnologías alternas como el aprovechamiento de las aguas marinas y salobres Asimismo, tomando en consideración que el Área Natural Protegida tiene presencia de ecosistemas frágiles, tales como arrecifes de coral, manglares, pastos marinos, humedales, y comprende sitios importantes para la alimentación y anidación de especies en categoría de riesgo, a la vez que es reconocida como Humedal de Importancia Internacional (Convención RAMSAR), es necesario que con la descarga de plantas desalinizadoras se reduzcan las afectaciones...”***

Con relación a lo anterior, se realiza a continuación la vinculación con respecto a dichas Reglas:

## Reglas generales

INSTRUMENTO JURIDICO	REGLAS ADMINISTRATIVAS GENERALES	VINCULACIÓN
<p><b>REGLAS ADMINISTRATIVAS GENERALES</b></p>	<p><b>Regla 1.</b> Las presentes reglas administrativas son de observancia general, y obligatorias para todas aquellas personas físicas o morales que realicen obras o actividades dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.</p>	<p>Como persona moral con obras y actividades dentro de la APFF Yum Balam es de carácter obligatorio el seguir las Reglas emitidas. Entre las que destacan la propia presentación de este documento</p>
<p><b>Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.</b></p> <p>(Publicado en el Diario Oficial de la Federación 5 de octubre de 2018).</p>	<p><b>Regla 3.</b></p> <p><b>Fracción XIII. Infraestructura privada</b> para usos habitacionales o turísticos. Toda obra material, construcción, o instalación necesaria para el desarrollo de una actividad económica o para que un lugar pueda ser habitado, incluyendo, en su caso, servicios básicos como la provisión de agua potable, el tratamiento de aguas residuales, electricidad y el manejo de residuos;</p> <p>XXVI. <b>Usuario.</b> Persona física o moral que en forma directa o indirecta utiliza o se beneficia de los recursos naturales existentes en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, y</p> <p>XXVII. <b>Visitante.</b> Persona física que ingresa al Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, con la finalidad de realizar actividades recreativas y culturales sin fines de lucro.</p>	<p>Estas definiciones aplican para el proyecto ya que el presente proyecto pretende realizar la instalación de infraestructura privada, considerando usuario al promovente de los recursos naturales dela APFF Yum Balam y los beneficios del proyecto serian tanto para el usuario como los visitantes.</p>
	<p><b>Regla 6.</b> Las personas que ingresen al APFF Yum Balam deberán recoger y llevar consigo los residuos generados durante el desarrollo de sus actividades y depositarlos en los sitios destinados para tal efecto por las autoridades municipales.</p>	<p>El Promovente presentará a las Autoridades Estatales Plan de Manejo de Residuos para su aprobación, mismo que contemplará la separación selectiva de los mismos y su recolección y transporte por medio de empresas autorizadas para tal fin.</p>
	<p><b>Regla 7.</b> Cualquier persona que realice actividades que requieran autorización dentro del APFF Yum Balam, está obligada a presentarla, cuantas veces le sea requerida, por la Dirección del Área Natural Protegida y la PROFEPA.</p>	<p>El Promovente presentara la documentación requerida a las Autoridades señaladas en esta Regla cada vez que le sean solicitadas.</p>

	<p><b>Regla 8.</b> El uso, explotación y aprovechamiento de los recursos naturales que se pretenda realizar dentro del APFF Yum Balam, se sujetarán a su Decreto de creación, al presente instrumento y demás disposiciones jurídicas aplicables. Por lo que quienes pretendan realizar obras o actividades dentro de la misma, deberán contar, en su caso y previamente a su ejecución con la autorización en materia de impacto ambiental correspondiente.</p>	<p>Para cumplir con estas Regla, se presenta para su evaluación y resolución la presente Manifestación de Impacto Ambiental.</p>
	<p><b>Regla 15.</b> Se requerirá la autorización emitida por SEMARNAT, a través de sus distintas Unidades Administrativas, para la realización de las siguientes actividades, de conformidad con las disposiciones legales aplicables:</p> <p><b>IX. Obras y actividades</b> que requieren de presentación de una manifestación de impacto ambiental.</p>	<p>El presente documento se presenta en cumplimiento a lo señalado por la Legislación en materia ambiental incluida la presente Regla general administrativa.</p>
	<p><b>Regla 18.</b> Se requerirá de concesión del Ejecutivo Federal, a través de la Comisión Nacional del Agua para la realización de las siguientes actividades:</p> <p>I. Aprovechamiento de aguas superficiales, y</p> <p><b>Aprovechamiento de aguas subterráneas</b>, conforme a lo previsto por los artículos 18, primer párrafo y 42, fracción I de la Ley de Aguas Nacionales.</p>	<p>Como parte de los requisitos para la Solicitud de Título de Concesión se requiere la presentación y autorización de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, dado que se pretende aprovechar aguas nacionales subterráneas salobres para el proceso de desalinización a efectuar por la Planta de Osmosis Inversa del presente proyecto.</p>
	<p><b>Regla 62.</b> La emisión de aguas residuales y sistema de alcantarillado deberá cumplir con los lineamientos previstos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, y demás disposiciones legales aplicables.</p>	<p>El proyecto contempla generar una descarga proveniente del proceso de desalación efectuado por la Osmosis Inversa, el cual se inyectará mediante un pozo al acuífero.</p>

	<p><b>Regla 65.</b> La construcción de infraestructura, así como la ejecución de cualquier obra pública o privada solo podrá realizarse en las subzonas permitidas para tales efectos, previa autorización en materia de impacto ambiental. Dichas obras o infraestructura deberán ser acordes con el entorno natural del APFF Yum Balam, empleando preferentemente ecotecnias y materiales tradicionales de construcción propios de la región que respeten la fragilidad de los ecosistemas de que se trate, así como diseños que no destruyan ni modifiquen sustancialmente el paisaje ni la vegetación.</p>	<p>El proyecto se define como infraestructura privada y su instalación según el presente instrumento legal, está permitida en la subzona de Asentamientos Humanos Holbox donde se encuentra el área del proyecto. Los materiales por utilizar serán propios de la región y se pretende ocupar un área previamente dedicada a los servicios del Hotel Villas Flamingos. No se pretende realizar las perforaciones en áreas de fragilidad ecosistémica.</p>
	<p><b>Regla 66.</b> En el APFF Yum Balam, solo se permitirá el mantenimiento de infraestructura, en las subzonas en las cuales dicha actividad se encuentre expresamente permitida. El mantenimiento de la infraestructura en el APFF Yum Balam podrá incluir las obras y actividades necesarias para su adecuado funcionamiento de acuerdo con los fines a los cuales está destinada.</p>	<p>El proyecto pretende dar mantenimiento y rehabilitación a un pozo de descarga ya autorizado y ello está permitido por el presente instrumento legal, en la subzona de Asentamientos Humanos Holbox donde se encuentra el área del proyecto.</p>

	<p><b>Regla 67.</b> Durante la realización de los <b>trabajos de mantenimiento</b> de la infraestructura en las subzonas del APFF Yum Balam en las cuales expresamente se permite, se deberán observar las siguientes disposiciones:</p> <p><b>II.</b> Tratándose de las actividades y obras para dar mantenimiento a la infraestructura destinada a la investigación científica, el monitoreo del ambiente, la operación del Área de Protección de Flora y Fauna, <b>el turismo de bajo impacto ambiental, y el apoyo a las actividades productivas, y cualquier otra permitida en las subzonas correspondientes</b>, se deberán observar las siguientes disposiciones:</p> <p><b>a.</b> Las obras y acciones de mantenimiento <b>deberán preservar el paisaje y entorno natural de la subzona</b> en la cual se realicen, evitando en todo caso la fragmentación de los ecosistemas del APFF Yum Balam, incluyendo los sitios de anidación, reproducción, refugio y alimentación de las especies de vida silvestre, así como la interrupción de los corredores biológicos por los cuales transitan;</p> <p><b>b.</b> Las obras y actividades de mantenimiento de la infraestructura <b>deberán realizarse utilizando exclusivamente los caminos existentes</b> en el APFF Yum Balam, sin abrir nuevas brechas o rutas para el transporte de materiales o el tránsito de personas o vehículos;</p> <p><b>c.</b> Las actividades y obras para dar mantenimiento a la infraestructura <b>deberán evitar la obstaculización de la infiltración del agua al subsuelo, así como la desecación, el dragado o relleno de los cuerpos de agua temporales y permanentes</b>, así como la obstaculización, el desvío, o la interrupción de los cauces y las corrientes de agua permanentes o intermitentes;</p> <p><b>d.</b> Los materiales empleados para las obras y acciones de mantenimiento de la infraestructura en el Área Natural Protegida <b>deberán preservar o reestablecer la</b></p>	<p>El proyecto tiene como objetivo principal generar agua potable para consumo humano en apoyo a las actividades productivas en la Isla derivadas del turismo de bajo impacto ambiental y las obras DE <b>MANTENIMIENTO</b> que contempla el proyecto DEL <b>POZO DE DESCARGA</b> no modificarán el paisaje ni el entorno natural de la zona ya que se pretenden realizar en un área de servicios previamente modificada donde se llevan a cabo actividades de apoyo para la operación del Hotel Villas Flamingos. No se desarrollarán actividades que obstaculicen de la infiltración del agua al subsuelo, ni provocarán la desecación, el dragado o relleno de los cuerpos de agua temporales. No se modificará la estructura del suelo ni se afectarán los flujos hidrológicos del área. La Osmosis Inversa es una tecnología de desalación de las aguas que permite minimizar el impacto ambiental utilizando agua de calidad no potable como abastecimiento y la posterior inyección al acuífero de las aguas de rechazo para mantener los flujos hidrológicos. Los residuos serán llevados a la parte continental por medio de proveedores autorizados</p>
--	---	---



	<p><b>permeabilidad del suelo y no alterar los flujos hidrológicos</b>, así como utilizarse aquellos que representen una mayor eficiencia y menor impacto ambiental;</p> <p><b>e.</b> Las tecnologías utilizadas para dar mantenimiento a la infraestructura en el APFF Yum Balam <b>deberán promover la mayor eficiencia y el menor impacto ambiental</b>, así como la autosuficiencia en la generación y provisión de recursos naturales como la captación de agua de lluvia y la generación de energía solar;</p> <p><b>f.</b> Durante el mantenimiento de la infraestructura deberá <b>evitarse en todo momento depositar residuos</b> de cualquier tipo en los cuerpos de agua en el APFF Yum Balam, y</p> <p><b>g.</b> La <b>disposición final</b> de los residuos generados como consecuencia del mantenimiento de la infraestructura deberá llevarse a cabo en los <b>sitios designados</b> para tal fin por las autoridades competentes.</p>	<p>para tal fin. Los residuos no permanecerán en la Isla mas de 7 días y tendrán un destino final adecuado aquellos que no puedan ser motivo de revalorización o reciclado</p>
	<p><b>Regla 68.</b> En el APFF Yum Balam, solo se permitirá el desarrollo y la construcción de infraestructura en las subzonas en las cuales dicha actividad se encuentre expresamente permitida.</p>	<p>El proyecto se desarrolla en la Subzona de Asentamiento humanos Holbox donde este tipo de desarrollo está permitido, y además es considerado una alternativa viable en el presente instrumento legal en análisis.</p>
	<p><b>Regla 70.</b> La construcción de infraestructura en las Subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande, de Isla Grande y Fracturas de Holbox y en las Subzonas de Asentamientos Humanos Holbox y Chiquilá, se permitirá siempre y cuando se respete el patrón de corrientes y el proceso de sedimentación, sin afectar los procesos de conformación de la línea de costa adyacentes, ello con el fin de preservar el flujo y patrón hidrológico de la zona y deberán ser mantenidas en su sitio las especies vegetales incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, como la palma chit (<i>Thrinax radiata</i>) y palma nakás (<i>Coccothrinax readii</i>), ambas en categoría de amenazadas.</p>	<p>El proyecto se pretende realizar en a Subzona de Asentamientos Humanos Holbox asegurándose de respetar los patrones de flujo del agua subterránea, para lo cual basa las decisiones en los datos aportados por el Estudio Geohidrológico realizado para tal fin. No se realizará actividad alguna en zona de línea de costa adyacentes, No existe en el área de proyecto ejemplares de palma chit (<i>Thrinax radiata</i>) ni de palma nakás (<i>Coccothrinax readii</i>) que pudiesen ser removidas de su sitio.</p>
<p><b>Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de</b></p>	<p><b>Regla 71.</b> Las actividades y obras relacionadas con la construcción de infraestructura destinada a la investigación científica, el monitoreo del ambiente, la</p>	<p>El proyecto contempla la perforación de un pozo, rehabilitación de otro y la instalación de una planta de</p>

**Programa de Manejo del  
Área Natural Protegida con  
Categoría de Área de  
Protección de Flora y Fauna  
Yum Balam.**

(Publicado en el Diario Oficial  
de la Federación 5 de octubre  
de 2018).

**CAPÍTULO VIII. DEL  
MANTENIMIENTO DE LA  
INFRAESTRUCTURA**

operación del Área de Protección de Flora y Fauna, los usos habitacionales, **el turismo de bajo impacto ambiental, el apoyo a las actividades productivas**, y cualquier otra permitida en las subzonas correspondientes, se sujetarán a las siguientes disposiciones:

**I.** Las obras y acciones para la construcción de **infraestructura deberán preservar el paisaje y entorno natural de la subzona** en la cual se realicen, **evitando en todo caso la fragmentación de los ecosistemas** del APFF Yum Balam, **incluyendo los sitios de anidación, reproducción, refugio y alimentación de las especies** de vida silvestre, así como la **interrupción de los corredores biológicos** por los cuales transitan, ni obstaculizar el paso y anidación de las tortugas marinas;

**II.** Deberá **evitarse la remoción de la vegetación** de los diferentes estratos, por lo cual, la construcción de infraestructura deberá realizarse preferentemente en las áreas desprovistas de vegetación, o en su caso en el camino no pavimentado a que hace referencia la Regla 69;

**III.** Las obras y actividades para la construcción de infraestructura permitida en las subzonas correspondientes **deberán realizarse utilizando exclusivamente los caminos existentes** en el APFF Yum Balam;

**IV.** Las actividades y obras relacionadas con la construcción de infraestructura **deberán evitar la obstaculización de la infiltración del agua al subsuelo**, así como

la **deseccación, el dragado o relleno de los cuerpos de agua temporales** y permanentes, así como la obstaculización, el desvío, o la interrupción de los cauces y las corrientes de agua permanentes o intermitentes;

**V.** Los **materiales empleados** para las obras y acciones de construcción de infraestructura en el Área Natural Protegida **deberán preservar o reestablecer la permeabilidad del suelo y no alterar los flujos hidrológicos**, así como utilizarse aquellos que representen una mayor eficiencia y menor impacto ambiental;

**VI.** Las **tecnologías** utilizadas para la construcción, la operación y el funcionamiento de la infraestructura en el APFF Yum Balam **deberán promover la mayor eficiencia y el menor impacto ambiental**, así como fomentar la captación de agua de lluvia y el uso de energías alternativas;

**VII.** Durante la construcción, operación y utilización de la infraestructura deberá

**osmosis inversa, estas actividades están relacionadas con la construcción de infraestructura y pretenden generar agua potable para consumo humano en apoyo de las actividades productivas del Hotel Villas Flamingos derivadas del turismo de bajo impacto ambiental y las obras antes descritas no modificarán el paisaje ni el entorno natural de la zona, no causaran la fragmentación de los ecosistemas ya que se pretenden realizar en un área de servicios previamente modificada donde se llevan a cabo actividades de apoyo para la operación del Hotel Villas Flamingos. No se removerá especie vegetal alguna. No se desarrollarán actividades que obstaculicen de la infiltración del agua al subsuelo, ni provocaran la desecación, el dragado o relleno de los cuerpos de agua temporales. No se modificará la estructura del suelo ni se afectarán los flujos hidrológicos del área. La Osmosis Inversa es una tecnología de desalación de las aguas que permite minimizar el impacto ambiental utilizando agua de calidad NO POTABLE como abastecimiento y la posterior inyección al acuífero de las aguas de rechazo para mantener los flujos hidrológicos del área. Aunado a lo anterior, la eficiencia del sistema de Osmosis Inversa es mayor comparado con el abastecimiento por medio de los sistemas municipales que distribuyen por medio de tuberías, debido a que**

	<p>evitarse en todo momento depositar residuos de cualquier tipo en los cuerpos de agua en el Área de Protección de Flora y Fauna;</p> <p><b>VIII. La disposición final de los residuos</b> generados como consecuencia de la construcción, operación y la utilización de la infraestructura <b>deberá llevarse a cabo en los sitios designados para tal fin</b> por las autoridades competentes, fuera del Área Natural Protegida;</p> <p><b>IX. Las aguas residuales generadas</b> durante la construcción, operación y la utilización de la infraestructura <b>deberán someterse a un tratamiento adecuado</b> en términos de la normatividad aplicable.</p>	<p>las pérdidas por conducción son casi nulas mejorando el aprovechamiento del recurso, el cual es escaso en la Isla.</p> <p>Los residuos generados durante el proyecto. serán llevados a la parte continental por medio de proveedores autorizados para tal fin una vez realizada la separación selectiva de los mismos. Los residuos no permanecerán en la Isla más de 7 días y tendrán un destino final adecuado aquellos que no puedan ser motivo de revalorización o reciclado. Dichos residuos no serán depositados en ningún cuerpo de agua permanente o temporal.</p>
	<p><b>Regla 72.</b> El desarrollo de las actividades y obras relacionadas con la construcción, operación y el cierre de plantas desalinizadoras se podrá realizar exclusivamente en las Subzonas de Asentamientos Humanos Holbox y Chiquilá, Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande y Subzona de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande, bajo el cumplimiento de las siguientes disposiciones:</p> <p>II. En la manifestación de impacto ambiental que se presente para los proyectos que incluyan plantas desalinizadoras o procesos que generen aguas de rechazo salobres o salinas, deberá incluirse, al menos, la siguiente información:</p> <p>a. Considerar los posibles impactos ambientales que pudiera ocasionar tanto en el sistema ambiental como en su área de influencia, ya sea en el área terrestre o marina;</p> <p>b. Considerar las características de los ecosistemas en los cuales se hará la toma de agua y la descarga del agua de rechazo y anexar la siguiente información estableciendo las diferencias en las condiciones estacionales a lo largo del año (investigación documental o de campo):</p> <p>i. La caracterización fisicoquímica del agua del influente, con base en un estudio hidrogeológico;</p>	<p>Esta Regla específica está diseñada para el tipo de proyecto que nos ocupa: Define que en la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox donde se pretende instalar la Planta de Osmosis Inversa motivo de la Presente manifestación de Impacto Ambiental es una de las Subzonas donde la instalación de PLANTAS DESALINIZADORAS ESTA PERMITIDA.</p> <p>Los requisitos señalados se cumplen dado que</p> <p>En la evaluación de los impactos ambientales en el sistema ambiental y su area de influencia Se consideraron las características del acuífero de donde se prevé aprovechar el agua subterránea, así como también de cuerpo receptor de la descarga del agua de rechazo. Se realizo un Estudio de Caracterización</p>

<p><b>REGLAS ESPECÍFICAS DENTRO DE LAS SUBZONAS DE ASENTAMIENTOS HUMANOS</b></p> <p>Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.</p> <p>(Publicado en el Diario Oficial)</p>	<p>ii. La descripción fisicoquímica del efluente esperado (agua de rechazo): temperatura; volumen total de la descarga y sólidos disueltos totales, y</p> <p>iii. Dependiendo del proceso a emplear, describir los productos que potencialmente pueden utilizarse, tales como:</p> <p>aditivos anticorrosión, aditivos antiincrustantes, ácido para minimizar incrustación o para ajustar el pH, aditivos para prevenir el crecimiento biológico biocidas (antifouling), aditivos para eliminación de oxígeno, aditivos antiespumantes, sustancias utilizadas para la limpieza del sistema de membranas en plantas de osmosis inversa, y floculantes y coagulantes.</p>	<p><b>Geohidrológica donde se describe y caracteriza el agua del influente.</b></p> <p><b>Se anexa al presente un análisis de literatura sobre la calidad de un agua de rechazo de una Planta de Osmosis Inversa.</b></p> <p><b>Se anexan al presente Hojas de Seguridad de los productos que se utilizarán para acondicionamiento del influente, manejo de pH y mantenimiento de las membranas. muestra a utilizar para</b></p>
	<p><b>Regla 73.</b> La construcción y operación de los servicios de agua potable y saneamientos asociados a la infraestructura permitida dentro de las subzonas de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Franja Marina Frente a Isla Grande (SASRN-FMFIG), de Aprovechamiento Sustentable de los Recursos Naturales Isla Grande (SASRNIG) y en las Subzonas de Asentamientos Humanos Holbox y Chiquilá deberá sujetarse a las disposiciones del presente Capítulo de Reglas Administrativas, así como a las siguientes:</p>	<p><b>El presente proyecto no contempla la construcción y operación de servicios de agua potable y saneamiento.</b></p>

### Reglas específicas dentro de las subzonas de asentamientos humanos

INSTRUMENTO JURIDICO	REGLAS ESPECIFICAS	VINCULACIÓN
<p><b>REGLAS ESPECÍFICAS DENTRO DE LAS SUBZONAS DE ASENTAMIENTOS HUMANOS</b></p> <p>Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam.</p> <p>(Publicado en el Diario Oficial)</p>	<p><b>Regla 87.</b> Dentro de las Subzonas de Asentamientos Humanos podrá llevarse a cabo la construcción, <b>instalación o mantenimiento de infraestructura turística</b>, habitacional, comercial, mixta (de comercio y vivienda), <b>de servicios</b>, de equipamiento, de conservación ecológica y sin remover, alterar o fragmentar la dinámica estructural de playas, dunas o manglares de áreas verdes.</p>	<p>La presente Regla da fundamento jurídico a la <b>viabilidad del presente proyecto. La infraestructura que se pretende instalar es parte de las actividades descritas como factibles en la Zona de Asentamientos Humanos Holbox, donde se encuentra situada el área de proyecto.</b></p>
	<p><b>Regla 88.</b> El tipo de arquitectura deberá <b>estar en armonía con la naturaleza</b>, mediante elementos unificadores</p>	<p><b>Se prevé que la Planta de Osmosis inversa sea pintada</b></p>

de la Federación 5 de octubre de 2018).	arquitectónicos urbanos considerando el entorno natural y debiendo conservar las características físico-ambientales existentes. En aquellas <b>subzonas de asentamientos humanos</b> donde existan ecosistemas de duna, manglar o playas, cualquier tipo de obra o actividad permitida se realizará sin remover, alterar o fragmentar la dinámica estructural de playas, dunas o manglares.	<b>de colores arena para no generar un impacto visual disruptivo. El proyecto no se realizará en áreas con vegetación, por lo tanto, no se removerá o fragmentará la estructura de la playa, zona de dunas o del manglar cercano al predio.</b>
	<b>Regla 89.</b> Toda construcción o desarrollo con fines turísticos que pretenda realizarse en las subzonas de asentamientos humanos deberá contar con un plan de contingencias para atender fenómenos hidrometeorológicos, considerando la categoría de muy alto grado de peligro por ciclones tropicales indicado en el Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres para esta área, así como los demás instrumentos aplicables, a fin de prevenir el daño a los ecosistemas y otorgar seguridad de los usuarios.	<b>El Hotel Villas Flamingos cuenta para su operación con un Programa Interno de Protección Civil que contempla como atender estas y otras contingencias.</b>
	<b>Regla 90.</b> La altura máxima de las edificaciones no deberá exceder de tres niveles o 10.50 metros de altura. La determinación de la altura se considerará a partir de la intersección del perfil natural del terreno con el nivel establecido de la vía pública, exceptuando a las edificaciones ubicadas en las zonas de riesgo por inundación y por marea de tormenta, las que no deberán rebasar los 12 metros.	<b>Al presente proyecto no le aplica esta Regla ya que no es en sí una edificación.</b>
	<b>Regla 91.</b> Los materiales a utilizar deberán ser de propiedades térmicas, evitando el uso de materiales peligrosos, contaminantes y/o de manejo especial; con aberturas superiores que permitan la salida de aire caliente.	<b>Al presente proyecto no le aplica esta Regla ya que no se pretende utilizar materiales peligrosos o contaminantes.</b>
	<b>Regla 92.</b> El color del exterior de las construcciones será definido por el impacto visual y por su capacidad de reflejar calor por lo que podrán utilizarse colores como el blanco y diferentes tonos de arena.	<b>La planta de Osmosis será pintada de color arena para disminuir el impacto visual de la estructura.</b>
	<b>Regla 93.</b> Los espacios libres de cada predio deberán arbolarse en por lo menos 20 por ciento de su superficie con especies nativas, y mantener los individuos cuyo tronco tenga mínimo 10 centímetros de diámetro a la altura del pecho. Asimismo, por lo menos el 50 por ciento de la superficie pavimentada debe cubrirse con pavimentos que permitan la infiltración del agua al subsuelo.	<b>La superficie del predio donde se pretende ubicar el proyecto no está pavimentada permitiendo la infiltración natural. Los árboles de DAP mayores a 10 cm han permanecido en el lugar desde que se inició la construcción del hotel. El área del proyecto es un área de servicios donde no hay vegetación.</b>

	<p><b>Regla 94.</b> En las áreas bajas con riesgo de inundación por marea de tormenta dentro de las subzonas de asentamientos humanos, la elevación de las construcciones o de la infraestructura se establecerá a 1.5 metros como mínimo con respecto al nivel del terreno natural. Dicha infraestructura deberá ser de bajo impacto, sin que altere el flujo superficial del agua, sobre palafitos, con materiales locales, y con senderos a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato.</p>	<p>La presente Regla no aplica al proyecto ya que no es una edificación.</p>
	<p><b>Regla 95.</b> En el desarrollo de infraestructura deberán respetarse y dejarse libres de construcciones las riberas o zonas federales en los términos previstos por la Ley de Aguas Nacionales.</p>	<p>La presente Regla no aplica al proyecto ya que este no se realizará en Zona Federal o en una ribera.</p>
	<p><b>Regla 99.</b> Se deben realizar acciones de mitigación para evitar que la iluminación externa cause alteraciones en el medio natural o en el comportamiento de la fauna silvestre, las luces deberán ser provenientes de fuentes que emitan pequeñas cantidades de luz de longitud de onda corta (luz ámbar), así como pantallas opacas para ocultar las fuentes luminosas, deberán ser dirigidas al piso.</p>	<p>La presente Regla no aplica al proyecto ya que este no contempla edificar obra alguna que requiera iluminación.</p>
	<p><b>Regla 100.</b> En las construcciones colindantes a la Zona Federal Marítimo Terrestre las luminarias que se encuentren al exterior deberán ser dirigidas al piso.</p>	<p>La presente Regla no aplica al proyecto ya que este no contempla edificar obra alguna que requiera iluminación.</p>
	<p><b>Regla 101.</b> Los productos y recursos forestales que se utilicen en la construcción o instalación de infraestructura con fines turísticos deben acreditar su legal procedencia y cumplir con las disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, así como la Ley General de Vida Silvestre.</p>	<p>La presente Regla no aplica al proyecto ya que este no planea utilizar recursos o productos forestales en ninguna de sus etapas.</p>
	<p><b>Regla 102.</b> Con objeto de reducir el riesgo de propagación de incendios, las construcciones quedarán separadas del límite de propiedad.</p>	<p>La presente Regla no aplica al proyecto ya que este no contempla edificar obra alguna. Sin embargo, la Planta de Osmosis Inversa estará separada del límite de la propiedad.</p>
	<p><b>Regla 103.</b> Para la construcción, el tránsito pesado carga y descarga, deberán contar con espacios suficientes dentro de su predio para evitar obstruir la circulación en la vía pública.</p>	<p>El tránsito pesado que se espera será en la etapa de perforación e instalación donde se requerirá el uso de maquinaria pesada. Sin embargo, se ha planeado la perforación de manera que las maquinas no obstruyan las vialidades que actualmente existen en la</p>

		isla.
	<p><b>Regla 104.</b> En la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox, todo desarrollo debe diseñarse tomando en cuenta las características de tamaño mínimo de lote y los índices de ocupación y utilización del suelo siguientes:</p> <p><b>Superficie mínima de lote para desarrollar (m<sup>2</sup>):</b> <i>Turístico hotelero:</i> 800 m<sup>2</sup></p> <p><b>Frente de lote mínimo (m):</b> 20 m.</p> <p><b>Índice máximo de ocupación del suelo:</b> 0.60</p> <p><b>Índice de utilización del suelo:</b> 1.80</p>	<p>Al presente proyecto no le aplica esta Regla ya que no es en sí una edificación.</p>
	<p><b>Regla 105.</b> No se permitirá el establecimiento de sitios para la disposición final de residuos sólidos. Los residuos deberán ser separados y recolectados para ser trasladados al sitio de transferencia y evacuados posteriormente de la Isla.</p>	<p>Para el Proyecto se contempla implementar un Plan de Manejo de Residuos donde se separarán en la fuente y se entregaran los residuos valorizables a recolectores autorizados para tal fin y los residuos no valorizables se les dará destino final adecuado.</p>
	<p><b>Regla 109.</b> Está prohibido descargar, depositar o infiltrar cualquier material de desecho sólido en los suelos y cuerpos de agua. Los desechos deberán entregarse al servicio municipal de recolección de basura, quien será el responsable de que sean trasladados fuera del APFF Yum Balam.</p>	<p>El presente proyecto no contempla descargar, depositar o infiltrar residuos sólidos en suelos y/o cuerpos de agua. Los residuos generados por el Presente proyecto no permanecerán más de 7 días en la Isla.</p>
	<p><b>Regla 110.</b> Se prohíbe arrojar o descargar aguas residuales, sustancias químicas, o residuos contaminantes en la porción marina, cuerpos de agua, suelo y subsuelo, así como lodos o cualquier otra clase de residuos que provoquen o puedan provocar trastornos, impedimentos o alteraciones en el funcionamiento del ecosistema.</p>	<p>Durante el proyecto no se descargarán aguas residuales. no se depositarán residuos en lugares no autorizados para tal fin, ni se verterán contaminantes a cuerpos de agua dulce o marina, suelo o subsuelo.</p>
	<p><b>Regla 111.</b> La perforación de pozos o extracción de recursos hídricos para uso doméstico o turístico permitidos para las subzonas de asentamientos humanos requiere la concesión correspondiente de la Comisión Nacional del Agua, y cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996, Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.</p>	<p>Como parte de los requisitos para la Solicitud de Título de Concesión se requiere la presentación y autorización de la presenten Manifestación de Impacto Ambiental, dado que se pretende aprovechar aguas nacionales subterráneas</p>

		<p>salobres para el proceso de desalinización a efectuar por la Planta de Osmosis Inversa del presente proyecto.</p> <p>Durante la perforación y rehabilitación de los pozos, el diseño de los mismos, las obras y actividades para este fin se apegarán a lo estipulado por la NOM-003-CONAGUA-1996</p>
	<p><b>Regla 112.</b> La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.</p>	<p>El aprovechamiento del agua subterránea salobre que se usara para alimentar la Planta de Osmosis Inversa está basado en los datos aportados por el Estudio de Caracterización Geohidrológica anexo al presente. Lo anterior para garantizar que no exista la posibilidad de una intrusión salina por dichas actividades, ni se modifique el balance hidrológico del acuífero.</p>
	<p><b>Regla 113.</b> Los sistemas de recolección de aguas negras y pluviales deberán realizarse por separado, tanto a nivel urbano como a nivel domiciliario.</p>	<p>Al presente proyecto no le aplica la presente Regla debido a que no versa sobre estas actividades.</p>
	<p><b>Regla 114.</b> En toda construcción se instalarán preferentemente inodoros de un máximo de seis litros de agua por descarga y se desarrollarán las medidas necesarias para un uso racional de este recurso.</p>	<p>Al presente proyecto no le aplica esta Regla ya que no es en sí una edificación.</p>
	<p><b>Regla 119.</b> En el APFF Yum Balam deberá realizarse separación de residuos de los siguientes tipos: orgánico, inorgánico, papel, plástico, metal, vidrio, madera y tela</p>	<p>En el Plan de Manejo de Residuos que será sometido a Evaluación ante las Autoridades Estatales se contempla dicha forma de separación y revalorización, así como la recolección y transporte por parte de empresas autorizadas para tal fin, y el destino final adecuado de los residuos no valorizables.</p>
	<p><b>Regla 122.</b> Para el desarrollo de las actividades permitidas y no permitidas dentro de las subzonas a que se refiere la regla anterior, se estará a lo previsto en el apartado denominado Subzonas y Políticas</p>	<p>Las actividades propuestas en el presente documento, se encuentran dentro de las actividades señaladas</p>



	<p><b>de Manejo</b>, del presente instrumento.</p>	<p><b>en estas Reglas como PERMITIDAS en la Subzona donde se encuentra el área de proyecto denominada Subzona de Asentamientos Humanos Holbox.</b></p>
	<p><b>Regla 123.</b> Dentro del APFF Yum Balam, queda expresamente prohibido:</p> <p><b>I.</b> La fundación de nuevos centros de población;</p> <p><b>II.</b> Modificar las condiciones naturales de los acuíferos, cuencas hidrológicas, cauces naturales de corrientes, manantiales, riveras y vasos existentes;</p> <p><b>III.</b> Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y en cualquier clase de corriente o depósitos de agua;</p> <p><b>IV.</b> Desarrollar actividades contaminantes;</p> <p><b>V.</b> El uso de drones, salvo para investigación científica, operación, manejo, administración y difusión sin fines de lucro;</p> <p><b>VI.</b> Instalar o establecer espigones o cualquier estructura que modifique las corrientes marinas o provoque erosión de la costa;</p> <p><b>VII.</b> Desechar, abandonar, arrojar, descargar, disponer finalmente, enterrar o verter residuos de cualquier tipo de material, incluyendo contenedores, recipientes, envases, bolsas, utensilios o cualquier otro elemento contaminante;</p> <p><b>VIII.</b> Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras, así como las especies que se tornen ferales tales como perros y gatos, y</p> <p><b>IX.</b> No se permite la disposición final de residuos tanto líquidos como sólidos dentro del Área Natural Protegida.</p>	<p><b>El promovente de la presente Manifestación de Impacto Ambiental conoce sobre estas prohibiciones y no pretende desarrollar ninguna actividad que disminuya la calidad ambiental del APFF Yum Balam</b></p>

### III.7. Normas Oficiales Mexicanas

#### III.7.1 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”

La función de esta Norma 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 1000 mg/l, con lo cual se observa que a través de la planta desalinizadora se cumpliría con dicho parámetro, pues se espera una concentración de entre 400 a 500 mg/l en el agua producto del sistema de ósmosis inversa.

### III.7.2. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021

La Norma NOM-001-SEMARNAT-2021 fue publicada el día 13 de marzo de 2022 en el Diario Oficial de la Federación, y tiene por objeto proteger y conservar las aguas y bienes nacionales mediante el establecimiento de nuevos límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales, incluye parámetros que caracterizan mejor la contaminación en las aguas residuales, como Demanda Química de Oxígeno (DQO), Toxicidad y Color para controlar contaminantes no biodegradables. Actualiza las normas de referencia y se incluye un procedimiento de evaluación de la conformidad, entre otros cambios.

En esta Norma se establecen los límites máximos permisibles de contaminantes que deberán acatar quienes descarguen aguas residuales a aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria el generador de la descarga.

Esta Norma es relevante para este proyecto debido a que una vez tratada el agua salobre y obtenida la calidad deseada, se emitirá una descarga a bienes nacionales correspondiente al agua de rechazo alta en SDT la cual se verterá a un pozo de inyección y deberá acatar lo señalado en esta Norma respecto de límites impuestos en ella y así contribuir a la conservación del recurso.

### III.7.3. Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996

Quando los pozos para extracción de agua están mal contruidos, ofrecen una vía de contaminación entre el ambiente externo y los acuíferos, por lo que para proteger las aguas subterráneas de una probable contaminación se publicó el 3 de febrero de 1997 la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996, "Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos".

Se menciona en la Norma que:

*"...a diferencia del agua superficial, en la que puede observarse el proceso de contaminación y la localización de las fuentes contaminantes, lo que permite la remediación y depuración del recurso de manera oportuna, en el caso del agua subterránea la contaminación avanza y se efectúa sin que pueda observarse, originando que, a veces, la fuente de abastecimiento de agua tenga que abandonarse temporal o definitivamente. Los estudios para determinar la fuente y características de la contaminación, así como el proceso de remediación o descontaminación, requieren plazos de hasta varios años y originan altos costos que obligan incluso a abandonar definitivamente la fuente local de abastecimiento de agua..."*

Esta Norma adquiere relevancia debido a que en el proyecto que nos ocupa, se va a requerir la perforación de un pozo para el aprovechamiento y/o extracción, por lo que cada una de las actividades descritas en el cuerpo de este instrumento legal deberán de acatarse para que se cumpla con el objetivo de esta que es evitar la contaminación de los acuíferos.

#### III.7.4. Norma Oficial Mexicana NOM-004-CNA-1996

La Norma Oficial Mexicana NOM-004-CONAGUA-1996, Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.

La Norma señala que obtener agua en cantidades económicamente explotables ha originado la perforación de más de 140 000 pozos y en un futuro próximo muchos de estos pozos requerirán de mantenimiento y rehabilitación y, en otros casos, al terminar su vida útil, por lo que después serán clausurados o simplemente abandonados.

Los pozos para extracción de agua son un conducto de comunicación entre el medio ambiente exterior y los acuíferos; el uso o manejo inadecuado de estas instalaciones puede provocar la contaminación de dichos acuíferos.

El objetivo de la publicación de esta Norma es minimizar la contaminación de los pozos, a través del establecimiento de varios requisitos que se deben cumplir en cuanto a mantenimiento, rehabilitación y cierre de pozos.

Esta Norma es de observancia obligatoria en la República Mexicana y se vincula con el proyecto ya que dentro de las acciones propuestas se tiene planeado realizar la perforación de 2 pozos, uno de aprovechamiento y otro de descarga, a los cuales se les deberá dar frecuente mantenimiento y en su caso, la clausura o cierre de estos una vez terminada la vida útil de estos. En ambos casos se estará a lo señalado por la Norma.

#### III.7.5. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

En el predio se registraron dos especies enlistadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que se presenta a continuación.

*Thrinax radiata* (Especie de origen caribeño que se distribuye en Cuba, Haití, República Dominicana, Jamaica, Estados Unidos (Florida) y en las costas del sureste mexicano. Son palmas de hasta 15 m de altura, de abundante ramificación, e inflorescencia igual o más larga que las hojas, que tienen forma de abanico. Las amenazas sobre esta especie son el cambio de uso del suelo y la explotación ilegal para obtener material para construcción de viviendas, palapas, muelles y cercas; también se le usa para fabricar "casitas" para langostas. Debido a estas prácticas, la especie se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Amenazada (A).

*Ctenosaura similis* (Amenazada, no endémica). Aunque se reportan tamaños poblacionales considerables (Duellman, 1965; Lee, 1996), actualmente se sabe que las regiones costeras han sido modificadas para la construcción de zonas hoteleras, asentamientos humanos, así como la reducción de los manglares y el hecho de que las especies de diferentes iguanas son explotadas por su carne, su piel y sus huevos, principalmente (Burger y Gochfeld, 1993; Ramírez-Bautista, personal, 2001). Por lo que esta especie es de principal relevancia para su conservación, ya que pueden estar amenazadas las poblaciones que habitan dentro de su área de distribución.

Es importante señalar que esta especie está adaptada a sitios perturbados, fácilmente soportan los cambios y se les puede encontrar en áreas urbanizadas o perturbadas como lo es el área de proyecto. Durante las actividades del proyecto se prevé que los ejemplares se mantengan en el predio ya que son tolerantes a la presencia humana.

### III.7.6. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2010

La presente norma NOM-022-SEMARNAT-2003 establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, así como el Acuerdo mediante el cual se adiciona la especificación 4.43 a la NOM-022-SEMARNAT-2003 (publicado el 7 de mayo de 2004 en el DOF).

Esta norma consta de una serie de especificaciones (4.0 a la 4.43), en las cuales se dictan los criterios de uso y conservación de los humedales en zonas de manglar, resumiendo en la especificación 4.0 los aspectos más importantes a considerar para su aprovechamiento y conservación, y los cuales coinciden con los requeridos por el Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre.

Ambos instrumentos jurídicos, regulan la preservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales con manglar, dan sustento legal a los requisitos mínimos que deberían tener las Manifestaciones de Impacto Ambiental como la presente para sustentar su solicitud de autorización en favor de un desarrollo sustentable y asegurar la protección de los servicios ecosistémicos de dichas comunidades vegetales brindan.

A continuación, se desarrolla la vinculación jurídica del proyecto con respecto a dicha norma y las especificaciones que le atañen de ella.

INSTRUMENTO JURIDICO	ESPECIFICACIONES	VINCULACIÓN
<p><b>NOM-022-SEMARNAT-2010</b></p> <p>(Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2003 y 7 de mayo de 2004).</p>	<p><b>4.0</b></p> <p>El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorizaciones de aprovechamiento de la vida silvestres e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplan los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La integralidad de flujo hidrológico del humedal costero;</li> <li>• La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;</li> <li>• Su productividad natural;</li> <li>• La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;</li> <li>• Integridad de las zonas de anidación,</li> </ul>	<p><b>La integralidad de flujo hidrológico del humedal costero no se verá afectado dado que se realizó un Estudio Geohidrológico para conocer los flujos hidrológicos del área y diseñar de esta manera los pozos de aprovechamiento y la instalación de la planta de osmosis inversa, así como el pozo de descarga. Ambos pozos se diseñaron de manera que se protege la funcionalidad del acuífero. De esta manera se conservarán las interacciones funcionales entre los humedales</b></p>

	<p>reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;</li> <li>• Cambio de las características ecológicas;</li> <li>• Servicios ecológicos;</li> <li>• Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).</li> </ul>	<p><b>costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales.</b></p>
	<p><b>4.1</b>  <b>Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.</b></p>	<p><b>Se prevé que la Planta de Osmosis inversa sea pintada de colores arena para no generar un impacto visual disruptivo. El proyecto no se realizará en áreas con vegetación, por lo tanto, no se removerá o fragmentará la estructura de la playa, zona de dunas o del manglar cercano al predio.</b></p>
	<p><b>4.6</b>                  Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.</p>	<p><b>El Hotel Villas Flamingos no contaminará el humedal costero dado que la única descarga de aguas residuales producto de lal agua de rechazo (salmuera) serán conducidas a un pozo diseñado exprefeso para este fin.</b>  <b>Se colocarán letreros en el área colindante al manglar para hacer saber el statusde protección y se dará capacitación constante a los empleados y visitantes para que apoyen a la conservación de este hábitat.</b></p>
	<p><b>4.7</b>                  La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca quealimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.</p>	<p><b>El Hotel Villas Flamingos solicitará la modificación del Título de Concesión 12QNR150872.32ERDL15 para que, en las condiciones particulares de descarga del mismo, se establezcan los parámetros requeridos para la protección del acuífero</b></p>

		<p>subyacente con lo que se garantizará la viabilidad del mismo.</p> <p>Parte del objetivo de la realización del Estudio Geohidrológico fue con base en el objetivo de conocer los flujos hidrológicos del área y diseñar de esta manera los pozos de aprovechamiento y la instalación de la planta de osmosis inversa, así como el pozo de descarga de manera que estos coadyuven a solucionar el problema de falta de abasto y a su vez, conservar las aguas subterráneas del SAR.</p>
	<p><b>4.8</b></p> <p>Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, <b>desarrollos turísticos</b> y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.</p>	<p>El proyecto servirá para abastecer los servicios de agua potable del Hotel Villas Flamingos sin embargo, el agua de rechazo que contiene sales en alta concentración, NO será vertido a los humedales costeros.</p>
	<p><b>4.9</b></p> <p>El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.</p>	<p>El Hotel Villas Flamingos solicitará la modificación del Título de Concesión 12QNR150872.32ERDL15 para que, en las condiciones particulares de descarga del mismo, se establezcan los parámetros requeridos para la protección del acuífero subyacente con lo que se garantizará la viabilidad del mismo.</p>
	<p><b>4.10</b></p> <p>La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.</p>	<p>El Hotel Villas Flamingos solicitará la modificación del Título de Concesión 12QNR150872.32ERDL15 para que, en las condiciones particulares de descarga del mismo, se establezcan los</p>

		<p>parámetros requeridos para la protección del acuífero subyacente con lo que se garantizará la viabilidad del mismo.</p> <p>Para lograr lo anterior, se realizó un Estudio de Caracterización Geo hidrológica para conocer los flujos hidrológicos del área y diseñar de esta manera los pozos de aprovechamiento y la instalación de la planta de osmosis inversa, así como el pozo de descarga de manera que estos coadyuven a solucionar el problema de falta de abasto de agua potable y al mismo tiempo, conservar el recurso del SAR en su calidad, disponibilidad y cantidad.</p>
	<p><b>4.12</b> Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.</p>	<p>Para lograr lo anterior, se realizó un Estudio de Caracterización Geo hidrológica para conocer los flujos hidrológicos así como el balance hídrico del área.</p>
	<p><b>4.16</b> Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.</p>	<p>El Hotel Villas Flamingos fue construido antes de la publicación y entrada en vigor de la esta NOM. Las obras que se pretenden realizar en este proyecto no son actividades productivas ni de apoyo. Es un servicio básico.</p>
	<p><b>4.19</b> Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.</p>	<p>No se considera la apertura de zonas de tiro en el presente proyecto. Por lo tanto, No existe riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos, ni de los escurrimientos y/o mareas en el sitio.</p>
	<p><b>4.20</b> Queda prohibida la disposición de residuos</p>	<p>El Hotel Villas Flamingos cuenta con un Programa de</p>

	<p>sólidos en humedales costeros.</p>	<p><b>Manejo de Residuos.</b> Aunado a lo anterior se pretende comunicar mediante letreros alusivos en el área contigua a los humedales de la prohibición de disponer cualquier tipo de residuos en este ecosistema. Así mismo se capacitará al personal del hotel de manera formal y a los visitantes de manera informal sobre el Manejo Integral de Residuos, Incluyendo la prohibición del uso de plásticos de un solo uso en Isla Holbox.</p>
	<p><b>4.28</b> La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.</p>	<p>La presente Regla no aplica al proyecto ya que este no contempla aumentar su infraestructura turística sino pretende brindar el servicio básico de agua potable a sus visitantes y empleados, internalizando los costos de su potabilización y conducción.</p>
	<p><b>4.36</b> Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.</p>	<p>El Hotel Villas Flamingos promueve y cuida del área colindante al manglar mediante avisos y letreros de prohibición de la disposición de residuos sólidos o líquidos en esta área. Así mismo se capacitará al personal del hotel de manera formal y a los visitantes de manera informal sobre el Manejo Integral de Residuos, incluyendo la prohibición del uso de plásticos de un solo uso en Isla Holbox.</p>
	<p><b>4.37</b> Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo</p>	<p>El promovente mediante un pozo de descarga diseñado para proteger el acuífero devolverá parte del agua extraída como recarga y sostenimiento del agua subterránea del SAR. La parte de aguas residuales generadas por los servicios brindados en el Hotel Villas</p>



	las áreas que presenten potencial para ello.	<b>Flamingos será tratada mediante su PTAR de lodos activados y dicha descarga estará apegada a lo señalado en la NOM-001-SEMARNAT-2021.</b>
	<b>4.42</b> Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	<b>Al presente proyecto no le aplica esta Regla ya que no es en sí una edificación.</b>

### III.8 Otros instrumentos a considerar

De acuerdo con la regionalización establecida por la CONABIO, el proyecto se encuentra dentro de la Región Marina Prioritaria 62 denominada “Dzilam- Contoy” y a 3, 500 m de la Hidrológica Prioritaria número 103 denominada “Contoy” las cuales se describen a continuación:

#### III.8.1 Región Hidrológica Prioritaria 103

La Región Hidrológica Prioritaria número 103 denominada “Contoy”, cuenta con una superficie de 2,785.2 km<sup>2</sup> y de acuerdo con la ficha de esta Región se tiene que: sus Recursos hídricos principales son: Lénticos: Laguna Yalaháu y Chacmochuk, lagunas costeras, ciénegas y Lóticos: Aguas subterráneas.

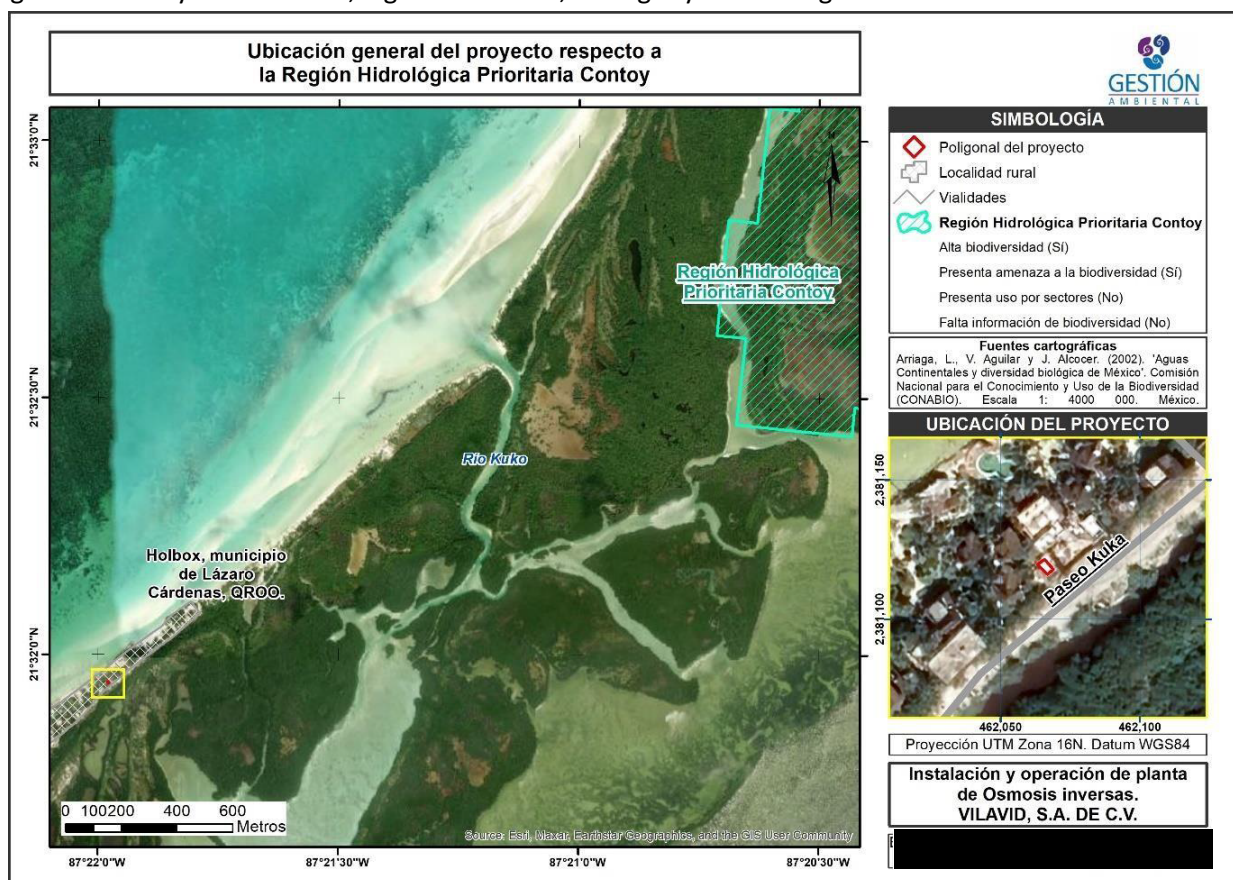


Figura 19. Ubicación general del proyecto respecto de la Región Hidrológica Prioritaria 103: Contoy.

Limnología básica: Es la reserva de acuíferos más importante del noreste de la península de Yucatán. El agua subterránea forma todo un sistema de estructuras tipificadas por los cenotes y las cavernas. Las sabanas inundables propician el escurrimiento y la captación de agua de lluvia.

Geología/Edafología: suelos tipo Regosol, Gleysol, Litosol, Luvisol, Rendzina y Zolonchak (rocas sedimentarias calcáreas), muy planos; la hidrografía se regula con la microtopografía.

Características varias: Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28 C. Precipitación total anual 800-1100 mm, con alta evaporación. Vientos Alisios del SE al NW.

Principales poblados: Cabo Catoche, Isla Holbox, Contoy, Punta Arena, Kantunil

Actividad económica principal: ganadería, agricultura tradicional, turismo, pesca, cacería, apicultura, explotación forestal y de sal.

Aspectos económicos: pesquería de peces como boquinetes, pargos, mojarra, jurel, corvinas, roncador blanco, lizeta, lisa, raya, picuda, bagre, macabí y crustáceos como langosta y camarón; existen recursos de sal. Potencial turístico creciente y actividad pecuaria. Explotación forestal incontrolada.

Problemática: - Modificación del entorno: asentamientos irregulares, sobrepastoreo por ganado. Zona fuertemente perturbada por ciclones, quemas no controladas, explotación forestal y pesca sin manejo adecuado. Amenazada fuertemente por crecimiento urbano y construcción de caminos. Introducción de fauna exótica a la isla de Contoy.

Contaminación: ND

Uso de recursos: Uso de trampas no selectivas y tráfico ilegal de especies. Actividad forestal, turística, pesquera y pecuaria. Cacería furtiva. Saqueo de nidos de tortuga. La región constituye una importante fuente de abastecimiento de agua y recursos forestales.

Conservación: Se recomienda conservar los mantos freáticos. Faltan conocimientos de plantas acuáticas e insectos y de la microtopografía de las cuencas. Comprende a la Reserva Especial de la Biosfera Isla Contoy, el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y la reserva privada El Edén.

Grupos e instituciones: El Colegio de la Frontera Sur; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Instituto de Geografía, UNAM; Universidad Autónoma de Yucatán; Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; Instituto Nacional de Ecología, Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, SEMARNAP; Universidad de California - Riverside; Yum Balam, A. C.; Amigos de Sian Ka'an, A. C.; Biosilva, A.C.; Gema, A.C.; Pronatura Península de Yucatán, A.C.; Universidad de Miami, Profauna, A.C.; The Nature Conservancy.

### III.8.2 Región Marina Prioritaria 62 Dzilam- Contoy

El área de proyecto se ubica dentro de la Región Marina Prioritaria número 62 denominada "Dzilam- Contoy", que cuenta con una superficie de 31 143 km<sup>2</sup> y tiene las siguientes características:

Clima: cálido semiárido a subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 22-26°C. Ocurren

huracanes, tormentas tropicales, nortes.

Geología: placa de Norteamérica, con rocas sedimentarias.

Descripción: playas, dunas, marismas, petenes, arrecifes.

Oceanografía: afloramientos; corriente de Yucatán. Hay aporte de agua dulce por ríos subterráneos y lagunas.

Biodiversidad: Es una Zona de transición entre la biota del Golfo de México y la del Mar Caribe; plancton, moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares. Hay endemismos de plantas (*Mammillaria spp*, *Coccothrinax readii*, *Echites yucatanensis*, *Hylacereus undatus*, *Krugiodendrum jeneum*, *Nopalía qaumerii*) y moluscos (*Octopus maya*). Es zona migratoria, de reproducción, anidación, crecimiento y refugio de aves, crustáceos (langosta y camarón) y peces.

Aspectos económicos: pesca muy activa, organizada en cooperativas, industrial, cultivos y libres; se explotan moluscos (pulpo), peces (escribano, escama), camarón y langosta. Zonas turísticas pequeñas, pero de relevancia (turismo de alto impacto y ecoturismo).

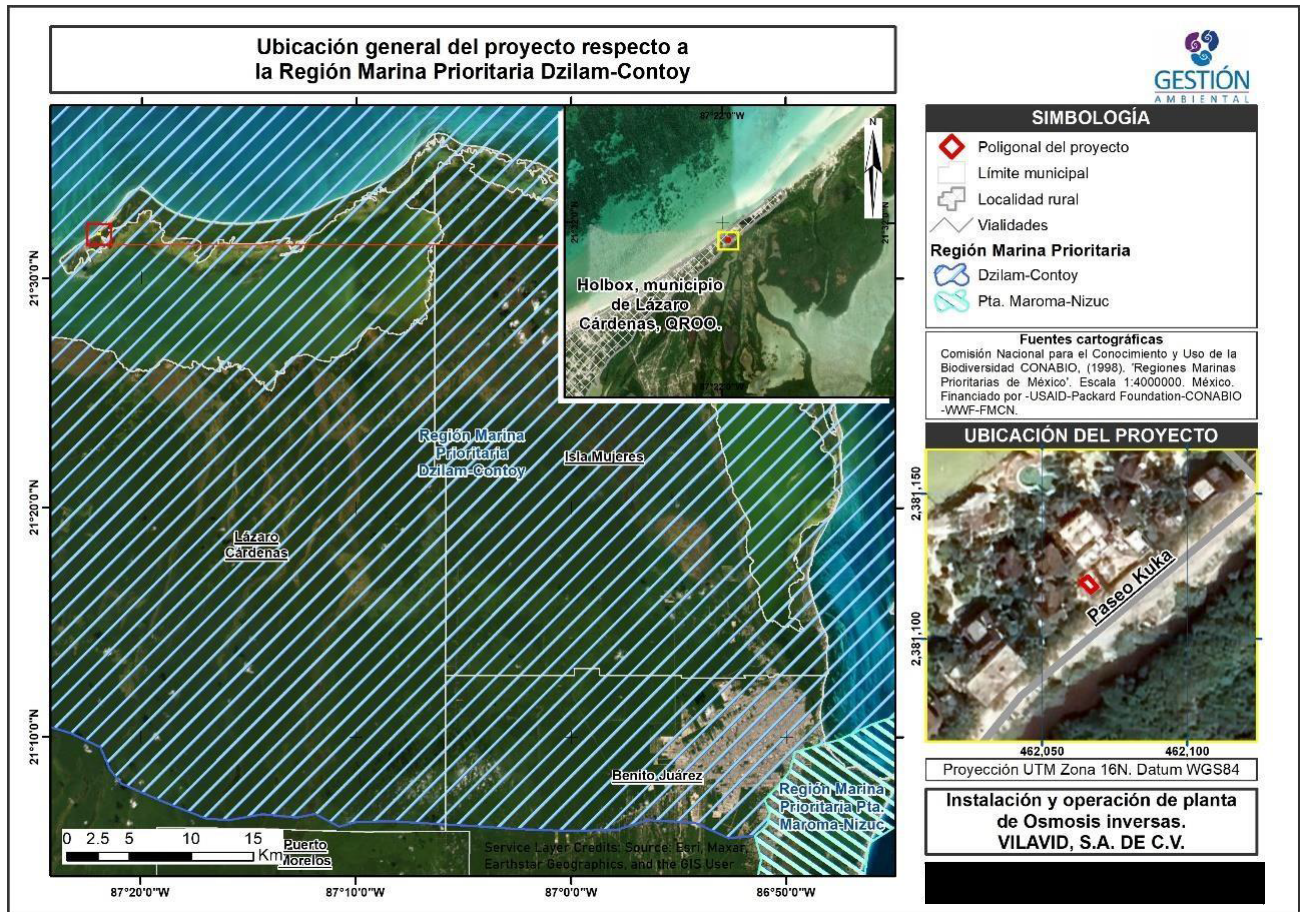


Figura 20. Ubicación general del proyecto respecto de la Región Marina Prioritaria 62: Dzilam-Contoy

**Problemática:** *Modificación del entorno:* fractura de arrecifes, remoción de pastos marinos y dragado. *Contaminación:* en los muelles y puertos, por petróleo, embarcaciones pesqueras, turísticas y de carga. *Uso de recursos:* presión sobre las langostas y el caracol rosado. Hay pesca ilegal, arrastres, trampas no selectivas y colecta de especies exóticas.

Conservación: Probablemente exista un CAB (Centro de Actividad Biológica) en esta zona. Es de importancia ecológica por presentar ecosistemas de sostenimiento para muchos organismos. Incluye dos reservas: Ría Lagartos y Yum-Balam.

Grupos e instituciones: IPN (Cinvestav), INP (CRIP-Yucalpetén, CRIP-Pto. Morelos), El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Grupo Comunitario de Holbox, Amigos de Sian Ka'an.

## IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTOS DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

### IV.1 Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.

Se considera que el área de influencia corresponde a la microcuenca hidrológica subyacente el área de proyecto denominada playa del Carmen que forma parte de la Región Hidrológica 32 Yucatán Norte ya que los impactos negativos, como pudiesen ser la contaminación del acuífero o la intrusión salina afectarían a toda la cuenca debido a que al tratarse de un sistema subterráneo conectado por varios kilómetros a través de cuevas y cavernas, así como por conductos de disolución y fenómenos de transporte no comprendidos en su totalidad, es de suponer que es esta área la que pudiese verse afectada o influenciada por las actividades de este proyecto y de otros más de el mismo tipo que de manera acumulativa o sinérgica puede impactar a esta unidad básica de manejo de aguas.

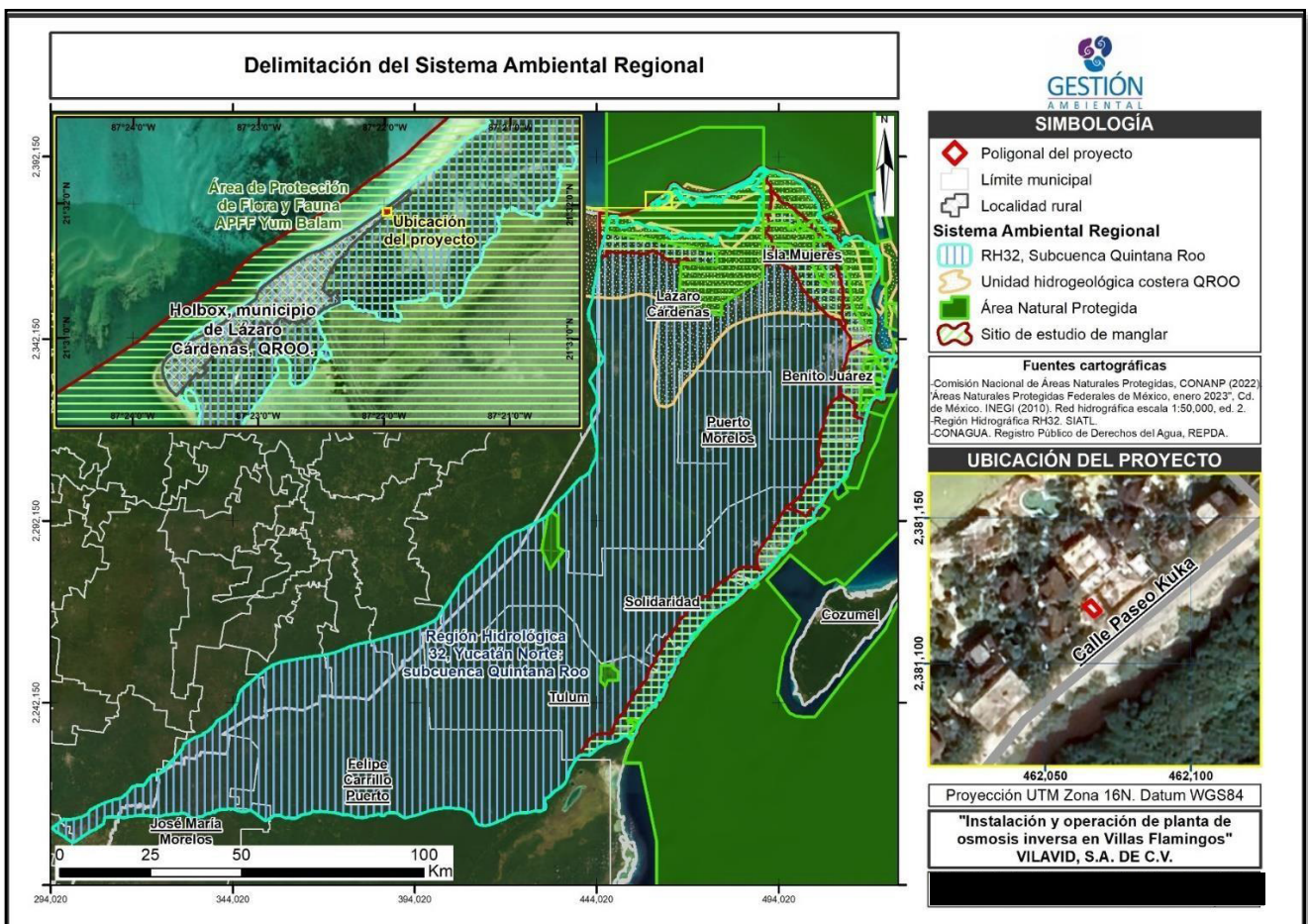


Figura 21. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) Región Hidrológica 32, Yucatán Norte y Área de Influencia (AI) APFF Yum Balam.

## IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR).

El objetivo de este capítulo es establecer los criterios para realizar la demarcación, definir y describir el Sistema Ambiental Regional dentro del cual se encuentra el área del proyecto y que constituye la base para el análisis y recolecta de información relevante al respecto. Esta descripción es parte de lo solicitado como requisito de la legislación para proceder a la recepción y evaluación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

En base a lo señalado en la Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional emitida por la SEMARNAT que indica que:

*“... Para delimitar el sistema ambiental regional se deberá proporcionar la justificación técnica de la delimitación, en la que se incluya los criterios y análisis utilizados, cabe señalar que la delimitación del SAR equivale a definir **la unidad geográfica de referencia** para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental.*

*Este objetivo, pudiera homologarse al intento de definir los límites del o de los ecosistemas, o comunidades vegetales presentes en el área donde va a establecerse el proyecto, tal delimitación se concibe en términos operativos a través de la aplicación del concepto de sistema ambiental regional, el cual **se circunscribe a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas naturales y artificiales donde se inserta el proyecto derivada de la selección e interrelación de componentes** (Figura 1), por lo que, bajo esa consideración deben ser presentadas en la manifestación de impacto ambiental...”*

Dado lo conceptualizado en los párrafos anteriores, se ha considerado delimitar el sistema ambiental regional (SAR) con base en los siguientes criterios:

Componente abiótico.

- **Subcuenca hidrológica Quintana Roo de la Región Hidrológica 32, cuenca Yucatán Norte.** Esta se define como SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL, haciendo énfasis en los sitios y volumen de extracción de agua subterránea inscritos en el Registro Público de Derechos del Agua (CONAGUA-REPDA). Lo anterior debido a la estrecha relación que se genera entre los elementos que las conforman, en el entendido de que son áreas que recolectan y almacenan el agua, y que cualquier alteración en su área tendrá repercusiones en alguna otra zona de la misma cuenca. Las cuencas a su vez se subdividen en unidades más pequeñas, con base en las unidades geomorfológicas, denominadas subcuencas. Para la delimitación del SAR de este proyecto se consideraron la subcuenca denominada **Quintana Roo**.

Componente biótico.

- **Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam** considerado la unidad de gestión más significativa y con regulaciones más específicas incluidas en su Programa de Manejo que es el instrumento de planeación y regulación basado en el conocimiento de la problemática del área, sus recursos naturales y el uso de estos y dado que dentro de la misma se encuentra situado el área de proyecto. Esta APFF se considera como el Área de Influencia (AI) del Proyecto.

- **Sitios de estudio de manglar en México** delimitados por el Sistema de Monitoreo de los Manglares de México (SMMM). Por la importancia que tiene el ecosistema de manglar en el SAR, se consideran relevantes estas regiones dada su dependencia como ecosistema de la preservación del flujo hidrológico del SAR y es por lo que se consideran como área de influencia del proyecto. La subcuenca Quintana Roo contiene dentro de sus límites a siete sitios del SMMM, sin embargo, por la obvia razón de la ubicación del predio del proyecto, se considerará el sitio de manglar de Yum Balam como parte del AI del presente proyecto.

Componente socioeconómico.

- Este componente se limita a las comunidades de **Holbox y Chiquilá** en específico por ser los receptores de los posibles impactos positivos derivados de la implementación del proyecto. Ambas localidades aportan datos socioeconómicos requeridos para esta evaluación y dependen, como unidad geográfica básica de lo censado en el área del **Municipio de Lázaro Cárdenas**.

Considerando que el proyecto que nos ocupa se desarrolla e influye mayormente en el sistema de aguas subterráneas y es en este sistema en donde se presentan los impactos más significativos y acumulativos. Con base en lo anterior, se delimitó el SAR considerando que el área del proyecto se enmarca en el sistema delimitado geográfica y administrativamente como **Subcuenca Quintana Roo**, y dado que la población de Isla Holbox depende para su desarrollo sustentable del abasto de agua a través de la extracción de recursos hídricos subterráneos y de la protección del **ecosistema de manglar** presente en la Isla y la cual es parte de los objetivos de protección del **APFF Yum Balam**, se determinan así como Área de Influencia (AI) del Proyecto.

En la parte **socioeconómica** el SAR está delimitada por el **Municipio de Lázaro Cárdenas** ya que se considera que los impactos positivos derivados de la creación de empleos temporales y permanentes por la implementación del proyecto se generan en este ámbito territorial, pues los empleos a generar son mayormente obtenidos por habitantes que radican en dicho municipio.

## IV.3 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR).

### IV.3.1 Medio abiótico.

#### IV.3.1.1 *Clima*

En el tipo Aw (Tropical con lluvias en verano), encontramos los siguientes subtipos: el  $Aw_0$ , llamado cálido subhúmedo con lluvias en verano y marcada sequía en la mitad caliente del año (canícula) es el más seco de los Aw. Se distribuye en la parte norte de la Península, abarcando la mayor parte del estado de Yucatán, la porción norte del estado de Campeche y una pequeña parte en el norte de Quintana Roo. En este tipo de clima se distribuyen los tipos de vegetación xerófilos y halófitos, así como selva baja caducifolia espinosa. También en este clima se distribuyen otros tipos de vegetación tales como el de dunas costeras y manglar.

De acuerdo con el Anuario Estadístico y Geográfico de Quintana Roo en el estado predomina el tipo de clima A(w) que corresponde a Cálido Subhúmedo. Para la Isla de Holbox el tipo de clima es  **$Aw_0 (x')$**  que corresponde a los más secos de los subhúmedos, con un cociente P/T menor de 43.2. La temperatura media anual es de 22°C y con una temperatura del mes más frío de 18°C. En cuanto a la precipitación existen lluvias en verano que van de 800 mm a 1,500 mm en la región. El mes más seco es menor a 60 mmy el porcentaje de lluvia invernal es del 5% al 10.2% del total anual.

Existe una temporada de lluvias de junio a noviembre, pero es de septiembre a noviembre cuando se reportan niveles mayores de precipitación mensual. La ubicación del proyecto a orillas del mar y con la presencia de una laguna costera le confiere altos niveles de evaporación y por tanto de humedad. La evaporación es marcada en dos temporadas, para los meses más cálidos de marzo a mayo y cuando llega la

época de lluvias de julio a octubre.

### IV.3.1.2 Temperatura

Para Isla Holbox el clima es Cálido Subhúmedo con régimen de lluvias en verano tipo **Aw<sub>0</sub>(x')** de acuerdo con la clasificación de Köppen modificado por Enriqueta García (2004) y con base a los registros de la Estación Meteorológica 23009 Isla Holbox, del Sistema Meteorológico Nacional, se tienen registros de varias décadas que indican que la temperatura promedio anual oscila entre 24.6°C y 25.2°C. La temperatura máxima ha sido de 36.6°C, y la más baja fue de 21.5°C registrada en el mes de febrero, mientras que las más altas se registran de julio a octubre.

### IV.3.1.3 Precipitación

Según los datos de las Normales climatológicas de la **Estación Meteorológica 23009 Isla Holbox**, en el área se registra una precipitación acumulada anual de **913.8 mm.**, siendo el mes de junio el más lluvioso del año y marzo el más seco. (Figura 22)

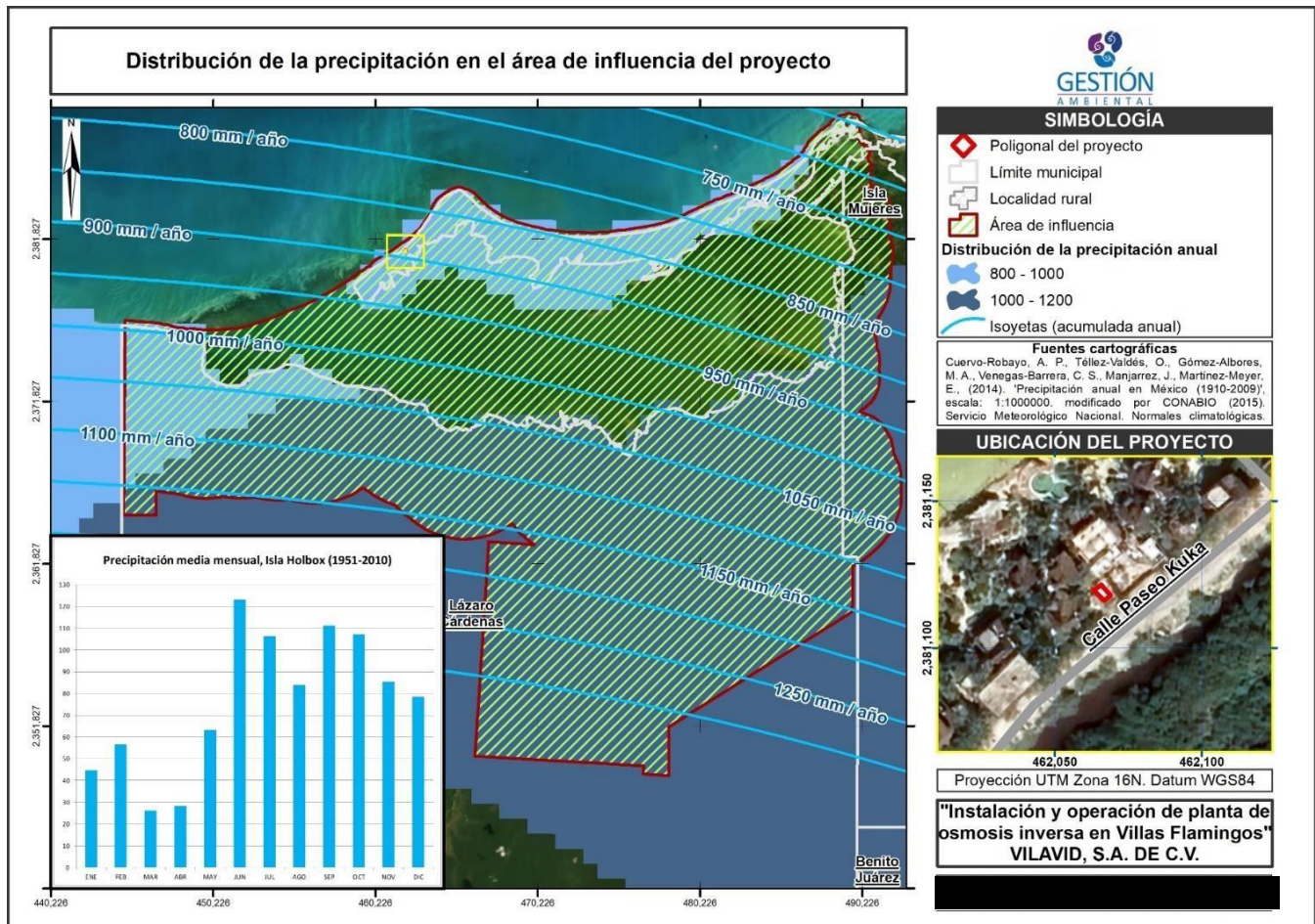


Figura 22. Distribución de la precipitación en el AI del proyecto



#### IV.3.1.4 *Vientos dominantes*

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

#### IV.3.1.5 *Intemperismos severos*

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

En los últimos 25 años en el Atlántico se han generado 497 eventos ciclónicos (depresiones, tormentas y huracanes) de los cuales 13 han afectado directamente la zona norte de Quintana Roo, y por ende, el Sistema Ambiental Regional y dos de ellos han sido considerados de grandes magnitudes y devastadores para la zona de estudio.

Particularmente para el periodo de los últimos 50 años han sido 14 los eventos ciclónicos que por su trayectoria sobre la Península de Yucatán han pasado sobre el municipio de Lázaro Cárdenas afectándolo de manera sensible. Cabe notar que la formación de huracanes varía de un año a otro y se encuentra relacionado con fenómenos climáticos globales. Riehi (1979) afirma que para el periodo de 1885 a 1975 se han presentado un promedio de 40 huracanes por cada 5 años en el océano Atlántico. Sin embargo, en los primeros 45 años de periodo vemos que la actividad registrada se encuentra por debajo de la media (30 por cada 5 años), y se incrementa hasta 50 por cada 5 años en las siguientes cuatro décadas. A partir de los 70's se observa un descenso. Los huracanes que han pasado por Lázaro Cárdenas en los últimos años son Wilma y Emily en el 2005, Claudette en el 2003 e Isidore en el 2002. Los huracanes Wilma y Emily fueron los más dañinos que se han presentado en el área, catalogados como Categoría 5 con vientos mayores a 120 km/h. y que ocasionaron pérdidas mayores a los 7.5 millones de dólares.

Grace y Delta fueron los ciclones más recientes en la zona. En relación con Grace, la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) reportó daños en la tubería de abastecimiento de agua a Holbox posterior a su paso el 19 de agosto de 2019, lo cual ocasionó la falta de agua potable en Isla Holbox.

Las condiciones climáticas descritas, así como los fenómenos hidrometeorológicos extremos que afectan el estado y el Municipio de Lázaro Cárdenas en particular, traen como consecuencia directa el depósito de un volumen considerable de agua, mismo que tras saturar los delgados suelos que cubren la mayor parte del estado, se infiltra a través de la losa cárstica que forma el basamento de toda la Península, incorporándose al acuífero subterráneo, generando una recarga del SAR. Mientras esto acontece se presentan

anegamientos en la Isla debido a la saturación de los suelos, debido a que en el suelo se colman prácticamente todos los espacios con agua. En los suelos bien drenados como es el cárstico de la Península de Yucatán es un estado temporal, ya que el exceso de agua drena de los poros grandes por influencia de la gravedad para ser reemplazada por aire.

En el Municipio de Lázaro Cárdenas se considera como un área con un Grado de peligro por ciclones tropicales **Muy alto**, y se han realizado 5 Declaratorias de desastre por ciclones tropicales y 7 Declaratorias de emergencia por EL Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Se adjunta la siguiente Figura para ilustrar el histórico de eventos ciclónicos en el área.

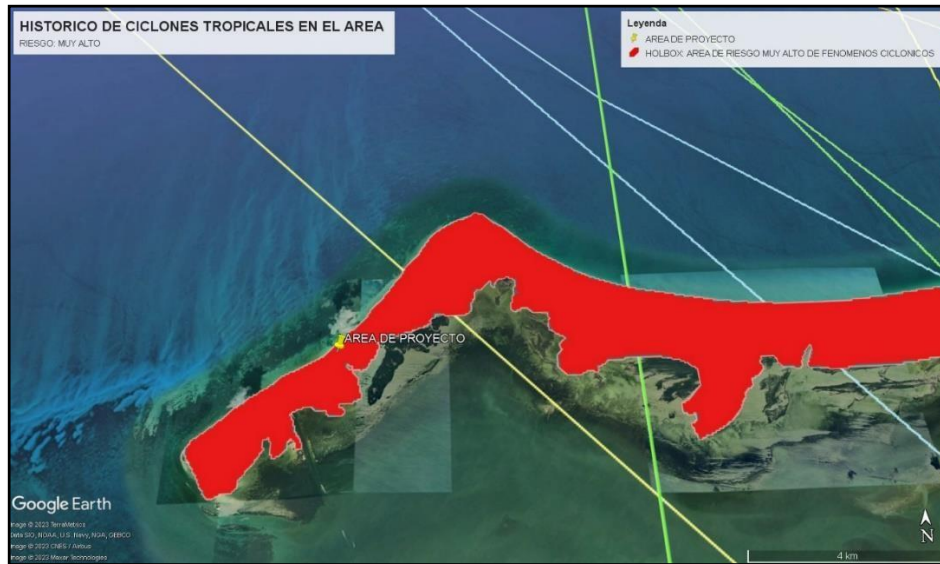


Figura 23. Histórico de Ciclones tropicales en Isla Holbox.

#### IV.3.1.6 *Intemperismos no severos*

Los vientos más frecuentes provienen del Este con velocidades medias de 1.1 m/s y velocidades máximas de 17.4 metros por segundo con dirección N-NO; los del noroeste con velocidades medias de 2.5 y velocidades máximas de 18.5 m/s en dirección Sureste.

#### IV.3.1.7 *Hidrogeología*

Debido a la naturaleza de tipo cárstico, al relieve de Quintana Roo que es plano y a la leve inclinación no mayor al 0.01% presente en el área, así como a la pendiente que va de Oeste a Este, hacia el Mar Caribe el área del SAR presenta alta permeabilidad y no cuenta con corrientes superficiales. Al no existir flujos superficiales permanentes, el agua recibida mediante precipitación que no se pierde por evapotranspiración, se infiltra en la matriz de suelo, lo cual produce una saturación de las capas superficiales y provoca su posterior infiltración acuífero subterráneo. En general la elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la recarga del acuífero en toda el Sistema Ambiental Regional.

La importancia del sistema hidrogeológico de la Península de Yucatán y del Subcuenca Quintana Roo en este caso, se debe a su similitud con aquellos sistemas cársticos donde la porosidad y la distribución de la permeabilidad se corresponden con un sistema continental diagenéticamente maduro y compacto. Existen diversos estudios que han señalado que todas las partes del sistema hidrogeológico de la Península de Yucatán se encuentran en buena comunicación hidrodinámica por lo que el material del sistema acuífero es altamente permeable. El acuífero de la Subcuenca Quintana Roo tiene un espesor de máximo de 400 m. El agua subterránea presente en el acuífero corresponde a una capa delgada de agua dulce, con un espesor de aproximadamente 100 m.

La descarga de agua subterránea submarina en ambientes cársticos tiene una relevancia particular debido a la rápida recarga y las vías de flujo canalizado a través de sistemas de fracturas y cuevas. Específicamente dos tipos de flujo pueden estar presentes en sistemas cársticos.

- a) A través de fracturas (conductos) y,
- b) Flujo difuso a través del medio poroso.

Sin embargo, algunos autores describen al acuífero costero de Quintana Roo como un acuífero de porosidad triple, en el que es necesario considerar el flujo de agua subterránea a través de la matriz, fracturas y los sistemas de cavernas interconectadas.

La porosidad y la permeabilidad primarias del acuífero dependen de su litología; sus valores son altos en los estratos constituidos por conchas y esqueletos de organismos y bajos en los estratos de caliza masiva. A lo largo del tiempo estas características originales han sido modificadas por fracturas, disolución y abrasión, dando lugar a la porosidad y permeabilidad secundarias.

En la costa del Caribe los sistemas de cavernas inundadas que se extienden de entre 8 a 12 kilómetros tierra adentro proveen conductos hidrológicos que vinculan las áreas de recarga tierra adentro hacia los ojos de agua que descargan en la zona costera. Las velocidades del agua subterránea a través de las redes de cuevas inundadas varían de entre 0,5 a 2.5 km/día.

El Sistema Ambiental Regional pertenece a la Región Hidrológica 32, Yucatán Norte; en donde el escurrimiento superficial es mínimo y la infiltración es alta; en la porción continental existen numerosos cenotes, dolinas y aguadas.

El acuífero de Quintana Roo es de tipo costero, que al iniciarse el bombeo y alterar las condiciones naturales que previamente existían, se produce una reducción del flujo de agua dulce hacia el mar y como consecuencia, el avance tierra adentro de las aguas marinas, fenómeno conocido como intrusión salina. Por esta razón, es importante controlar la cantidad, distribución y gasto máximo permisible de los aprovechamientos para reducir a un mínimo aceptable los efectos nocivos de la contaminación producida por el avance tierra adentro del agua del mar. En general cualquier variación en las condiciones de flujo al interior del acuífero de agua dulce origina movimientos en la interfase salina.

Por lo expresado anteriormente y para evitar que el alumbramiento, extracción y aprovechamiento del acuífero ponga en riesgo la calidad de las aguas subterráneas o de sobrepasar su capacidad explotable, cuya conservación y protección es de interés público, se establecieron vedas por tiempo indefinido en el estado de Quintana Roo.

Existen cuatro zonas geohidrológicas del acuífero en el estado de Quintana Roo las cuales son: Cerros y Valles Cuencas Escalonadas, Planicie Interior y Costas Bajas, además la isla de Cozumel. De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2011), el área pertenece a la provincia fisiográfica Península de Yucatán, la cual es una gran plataforma de rocas calcáreas marinas que ha venido emergiendo de las aguas desde hace millones de años, siendo su parte norte la más reciente.

La Sierrita de Ticul, delgada cadena de lomas bajas que se extienden desde Maxcanú hasta Peto, Yucatán, es uno de sus rasgos más notables. Al norte, este y sureste de dicha cadena, los terrenos son bastante planos y con suelos predominantemente someros sobre una plancha endurecida calcárea llamada **“roca laja”**. Al sur de la sierrita predominan terrenos de cerros bajos.

El SAR se localiza en la Zona denominada **Costas Bajas**, se ubica en los alrededores de las Bahías de Chetumal, Espíritu Santo y Ascensión, también comprende las áreas de playa que va desde Playa del Carmen hasta Cancún y la costa norte del estado. Colinda al sur del estado con las Cuencas Escalonadas y al norte con la Planicie Interior y cubre una superficie que representa 26.81% del estado.

Está compuesta por calizas del Mioceno, Terciario Superior y del Cuaternario, e incluye depósitos recientes sin consolidar tales como arenas de playa, arcillas, turbas y calizas de moluscos. Estas zonas se consideran de alta permeabilidad donde se manifiesta un espesor delgado de agua dulce sobre la salada, que al parecer en algunos puntos está presente la intrusión salina.

Tiene una dirección de flujo subterráneo hacia las costas y bahías como ya se mencionó con anterioridad, la profundidad del acuífero va de cinco a diez metros, pero también se localiza hasta de un metro de la superficie y su espesor medio es del orden de 19 m. Las familias de aguas predominantes son las **sódico cloruradas** y **sódico clorurada-sulfatada**. Esta zona denominada **Costas Bajas** es la más crítica del estado pues presenta las condiciones más adversas del medio acuífero como son: la alta permeabilidad de las calizas, la poca altitud y el delgado espesor del agua dulce por encima del nivel del mar, lo que da como resultado que se forme un lente de agua dulce muy delgado sobreyacente a la interfase salina.

Debido a que el área de proyecto se encuentra dentro de lo que se considera un acuífero costero, se haya influenciado por las mareas debido al frágil equilibrio de presiones entre la columna de agua dulce y la columna de agua salada.

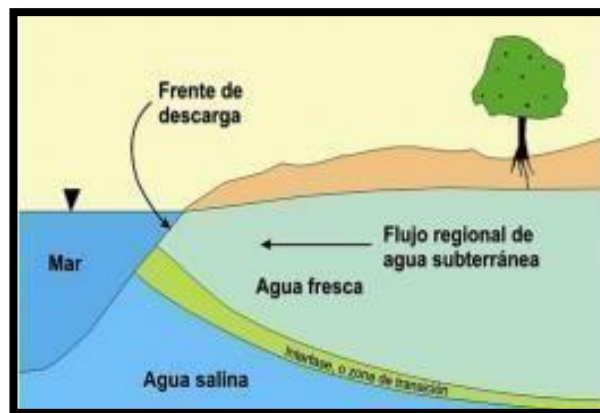
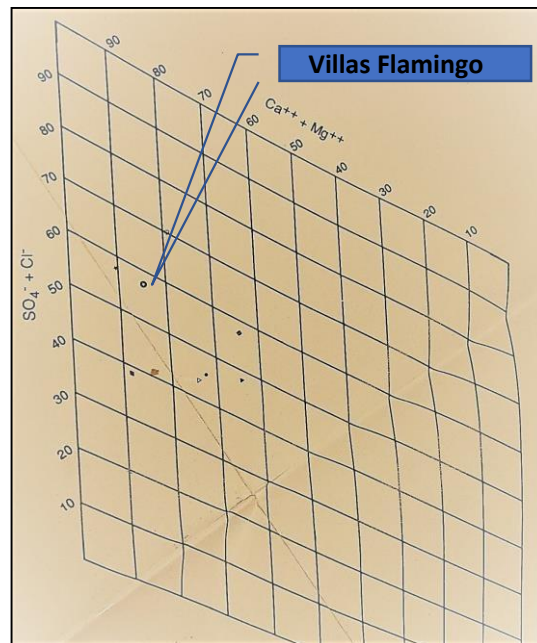


Figura 24. Diagrama de un acuífero costero.

El análisis hidrogeoquímico realizado al agua subterránea nos indica en base al diagrama de Piper otriangular que en la zona la familia de aguas predominante es de tipo Cálcida-Magnésica-Bicarbonatada. Tal y como se muestra en la siguiente Figura:



**Figura 25. Diagrama de Piper. Determinación de familia de aguas del área de proyecto.**

En general la Calidad del Agua que existe en la zona del proyecto denominado Villas Flamingos, presenta características de la familia de la Cálcida-Magnésica-Bicarbonatada, procediendo los dos primeros elementos de la disolución de los bicarbonatos constituyentes de las rocas calcáreas, en algunos casos los pozos que se encuentran cercanos al litoral extraen agua de la calidad Sódico-Clorurada-Sulfatada, procedente de la zona de mezcla. En general, la calidad del agua natural subterránea es apta para todo tipo de uso en cuanto a sus características fisicoquímicas, aunque en algunas zonas la dureza y el contenido de los elementos referidos rebasan las normas respectivas.

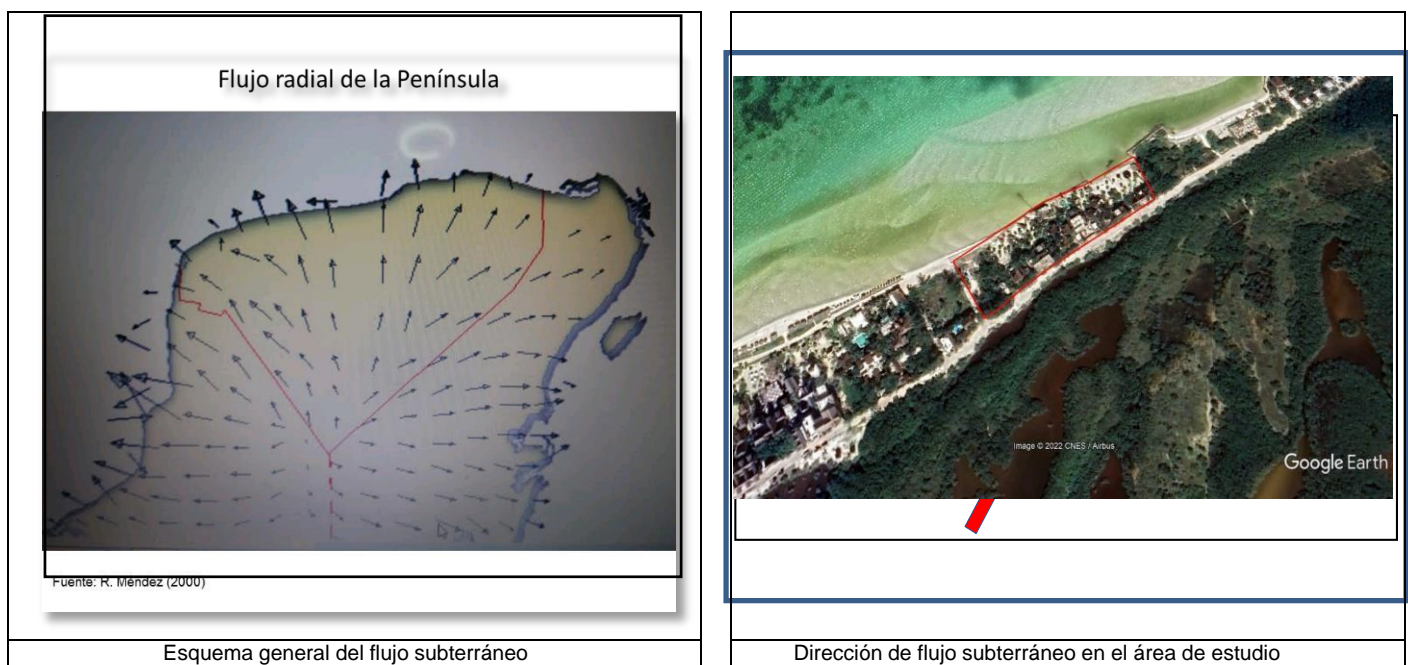
Las aguas de acuífero subyacente al área de proyecto, dada la alta concentración de sales, no son aptas para consumo humano, sin embargo, a través de su desmineralización por medio de ósmosis inversa pueden servir como fuente de abastecimiento segura para los habitantes y visitantes del Hotel Villas Flamingos.

La distribución natural del agua en el subsuelo de la entidad es controlada por la estructura geológica, por la distribución espacial de la recarga y por la posición del nivel base de la descarga. Partiendo de la porción sur-occidental de la entidad, donde se origina el flujo, el agua circula hacia el noreste y hacia el este buscando su salida; a su paso por la llanura, parte importante del agua es extraída por la vegetación; el resto sigue su curso subterráneo hacia la costa y aflora en lagunas y áreas de inundación o escapa subterráneamente al mar.

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 han provocado cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles de agua, lo cual se debe, por una parte, a que el volumen de agua extraído del subsuelo es despreciable en comparación con la recarga.

A continuación, se presenta el diagrama de flujo preferencial del acuífero en la península y la zona de estudio, así como el escurrimiento natural del terreno basado en toma de datos geodésicos sobre el nivel del mar.



**Figura 26. Modelo de Flujo radial del agua subterránea en la Península de Yucatán y el área de proyecto.**

*Fuente: Estudio de Caracterización Geohidrológica realizado en el Predio denominado Villas Flamingos, Holbox, Q.Roo*

El área de influencia del proyecto se encuentra ubicada en su totalidad dentro del acuífero 3105. Península de Yucatán. Este está conformado por trece unidades hidrogeológicas, de las cuales el área de influencia se localiza dentro de la unidad Costera de Quintana Roo. Es un acuífero catalogado con disponibilidad, teniendo que la disponibilidad media anual positiva se estima en 238.693 millones de metros cúbicos y una disponibilidad media anual negativa de 0 metros cúbicos. El acuífero se explota principalmente por medio de captaciones, siendo las norias o pozos excavados los más comunes.

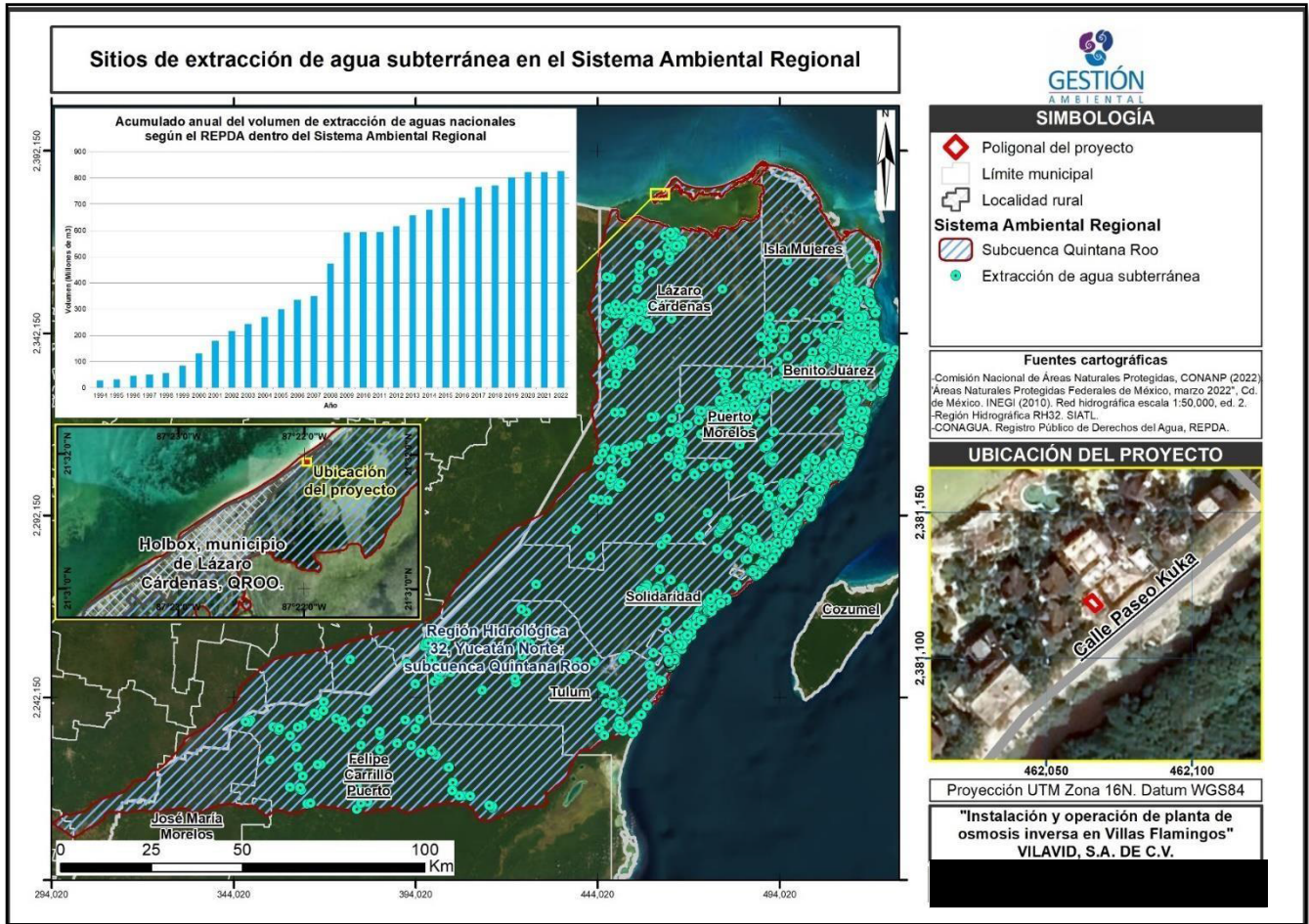


Figura 27. Sitios de extracción de agua subterránea en el Sistema Ambiental Regional

De acuerdo con el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA) de la Comisión Nacional del Agua, dentro del Sistema Ambiental Regional (Subcuenca Quintana Roo) se estima un volumen acumulado de extracción de agua subterránea de 825 millones de metros cúbicos al año 2022. Sin embargo, se observa un aumento considerable de la extracción de agua a partir del año 2007, duplicándose el volumen de extracción en toda la zona de influencia (Ver Figura 28).

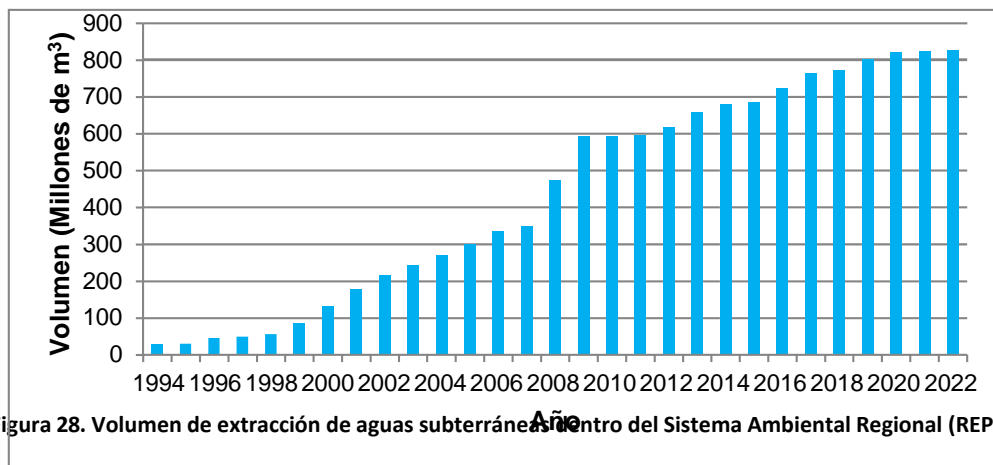


Figura 28. Volumen de extracción de aguas subterráneas dentro del Sistema Ambiental Regional (REPDA)

Dada la tendencia de extracción de para aprovechamiento de agua dulce en el área, se ha considerado el presente proyecto ya que existe la posibilidad de abastecer al Hotel Villas Flamingos por medio de un sistema de desalinización del agua salobre en sitio que es accesible y no conlleva perdidas o fugas por transportación desde los pozos de abastecimiento actuales operados por la Comisión de Agua Potable y alcantarillado (CAPA) dado que la tubería de conducción ha sufrido daños al pasar el tiempo y la distancia desde dichos pozos en la parte continental ubicados en Chiquilá hasta la Isla de Holbox es de aproximadamente 19 km.

#### IV.3.1.8 *Fisiografía*

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

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

La ubicación del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam (AI) le confiere atributos particulares desde el punto de vista geohidrológico. Se encuentra sobre el borde de la formación Carrillo Puerto, donde los procesos de fracturado han dejado un sistema sumamente discontinuo y en el cual son visibles microvalles con orientación de sur a norte, pero con anchuras menores, pues corresponden a la porción donde el desarrollo dendrítico de las fracturas es más evidente y sobre una gruesa capa de sedimentos de reciente formación, ya que corresponden al periodo Mioceno-Pleistoceno. Estos basamentos se pueden identificar a partir de una distancia de alrededor de cuatro a cinco kilómetros desde la costa hacia el sur y forman el sustrato básico de la geoforma de la planicie cercana a la costa que caracteriza toda la parte sur de la Laguna Conil. (SEMARNAT, 2019).

En la parte norte del Área de Influencia (APFF Yum Balam), particularmente en Isla Holbox, se pueden apreciar de manera clara procesos de erosión y acreción de la línea de costa y no sobre la parte continental. Dichos procesos se observan, particularmente, sobre la costa sur de la Laguna Conil, donde se pueden apreciar etapas de consolidación de suelos y por consiguiente la maduración de la cobertura vegetal.

En el Área Natural Protegida existen fallas geológicas que se orientan paralelamente al litoral del Mar Caribe, que ha tenido hundimientos, formando lagos alargados.

*“...Aplicaciones de sensores remotos realizadas en 1985, indican que la extensión del sistema de fracturas Holbox, es de cerca de 100 kilómetros, desde la costa norte hacia el sur. Esta zona se observa compuesta por zanjas inundadas o depresiones lineales.*”



El área de fracturas de Holbox, ubicada inmediatamente al sur de la Laguna Conil (Tulaczyk et al., 1993), presenta una serie de formaciones geológicas (fallas), a manera de zanjas, denominadas también corredores de disolución. Estas fallas son de forma elongada y están orientadas en dirección norte-sur. Miden hasta casi 40 kilómetros de largo, son estrechas y poco profundas, por lo que mantienen cuerpos de agua casi todo el tiempo (Weidie, 1985; Southworth, 1985). La combinación de flujos de diferentes cuerpos de agua y la laguna en un área cárstica con flujos subterráneos, hacen que esta zona constituya un área de acuíferos muy importante para el noreste de Quintana Roo. La importancia de esta zona de fracturas sobre la hidrogeología del área es descrita por Tulaczyk et al., (1993). A nivel local, son conocidas como "zanjas"..." (SEMARNAT, 2019).

#### IV.3.1.9 Geología

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

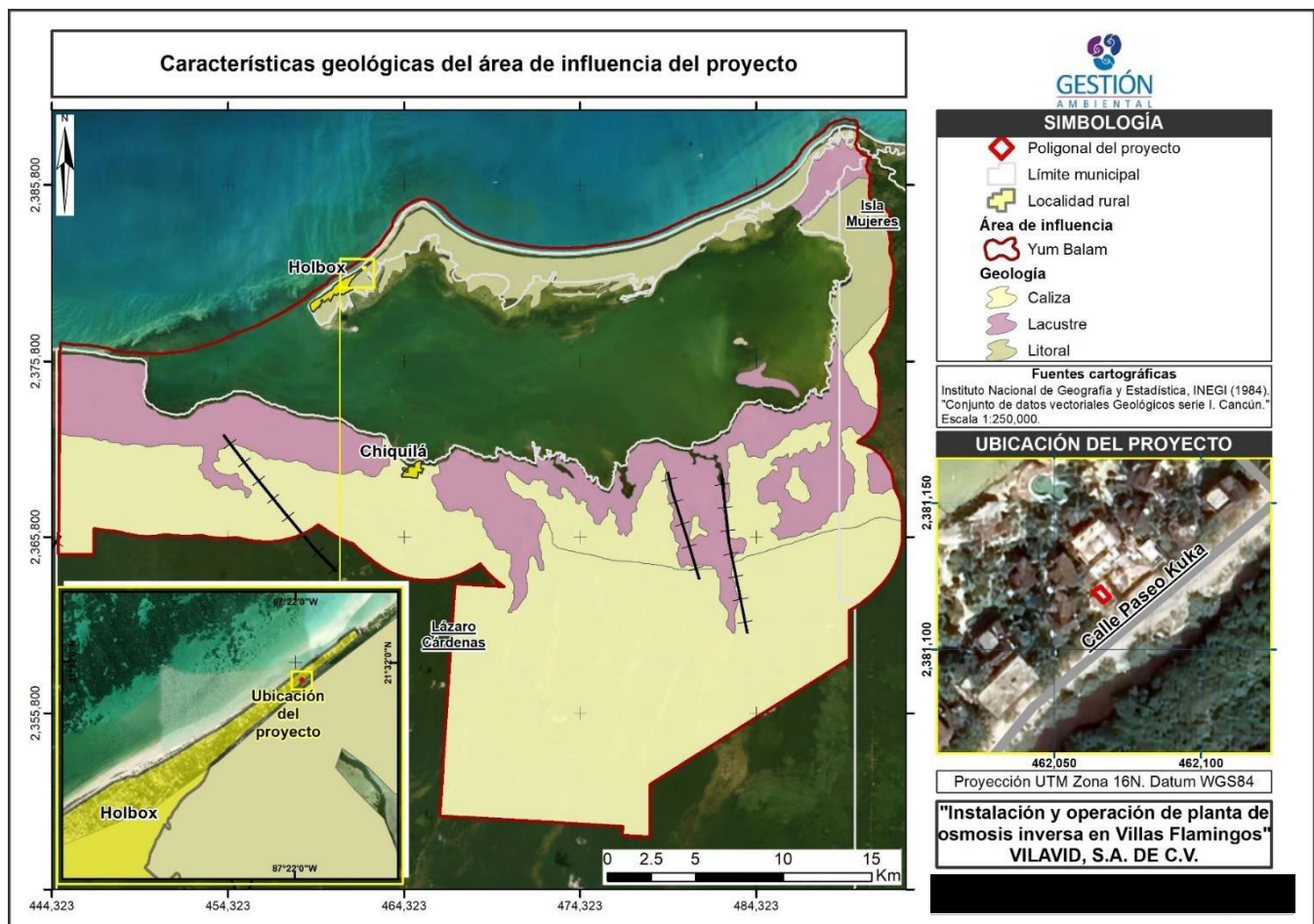


Figura 29. Características geológicas del área de influencia del proyecto.

Las unidades litológicas del SAR (Sistema Ambiental Regional) están compuestas por rocas sedimentarias originadas en el Cuaternario (Q) y Terciario (T), encontrándose que las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas, de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y

yeso. El lecho rocoso calizo es de la Era Terciaria (Plioceno, Mioceno) (Tpl); debido a la estructura calcárea de la plataforma no existen corrientes acuáticas superficiales, a excepción de las enunciadas con anterioridad conocidas como “zanjas”, así que al agua se filtra formando un manto freático de poca profundidad, lo que provoca un paisaje subterráneo característico del ambiente cárstico.

El Estudio de Caracterización Geohidrológica realizado en el área de proyecto describe lo siguiente:

*“...La Península de Yucatán ha sido dividida en cuatro provincias geomórficas: 1) Zona Costera; 2) Planicie Interior; 3) Cerros y Valles y 4) Cuencas Escalonadas. Los rasgos morfológicos de la Península de Yucatán parecen estar íntimamente relacionados con la orientación NNE y SSO de la costa oriental que fue formada por una falla y que a diferencia de las costas norte y oeste, desciende bruscamente a una profundidad de varios centenares de metros. La Laguna de Bacalar, los bloques escalonados entre Sol Laguna y el norte de Belice y la costa occidental de la Bahía de Cozumel, tienen también la misma orientación de esta falla. Las ondulaciones de la Sierrita de Ticul y de la región de Bolonchén en la zona de lomeríos son perpendiculares a esta orientación, dando así la apariencia de ser plegamientos debidos a un movimiento tectónico con la orientación ya mencionada (Villasuso P. y Méndez R., 1996).*

*La zona de estudio está colindando con la provincia geomórfica Cuencas Escalonadas y comprendida por la Zona. La provincia geomórfica Cuencas Escalonadas se subdivide en: 1) Norte, con geoformas constituidas por cuerpos de agua, cenotes, cúpulas y microdomos cársticos, manifestando poco relieve topográfico, asociado con desarrollo cárstico juvenil, fallas y fracturas NE-SO; y Sur, con cuerpos de agua, domos, cenotes y mayor relieve con relación al norte, asociado con carst maduro-temprano, por los bloques afallados (L. Velázquez, 1986).*

*La provincia Zona Costera se subdivide en Playas, Área de Mareas y Costera del Caribe. En la primera destacan geoformas constituidas por playas de barrera largas y angostas, localizadas a lo largo de las costas norte y noroccidental, asociadas con depósitos del Reciente y erosión marina. La segunda contiene geoformas como lagunas de inundación, ubicadas detrás de las playas de barrera separándolas del continente y está asociada con los depósitos actuales que se deben a la acción de las mareas. La última contiene playas rocosas y angostas, costas abruptas, playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos en la costa oriental y está asociada con depósitos de alta energía ligados a zonas afalladas y fracturadas.*

*El paisaje cárstico en la zona de estudio es una manifestación de los procesos de disolución que han actuado sobre la roca caliza por efecto del intemperismo químico, cuyo agente principal es la elevada precipitación pluvial y la acidez implícita en ella. El poder de dilución que posee el agua pluvial sobre la roca caliza puede originar una gran variedad de cavidades que difieren en dimensiones, formas y profundidades, las cuales en su conjunto determinan el paisaje cárstico de los terrenos calizos. El análisis de la geomorfología cárstica conjuntamente con el conocimiento de la geología estructural de una región puede contribuir a obtener una clara concepción de esta estructura en cuanto a su compactación o su fracturamiento y debilidad en sus condiciones físicas.*

*El desarrollo geomorfológico de esta región se inició durante el Terciario Superior, con la emersión de una secuencia carbonatada, que ha estado sujeta a una intensa disolución. Esto dio origen a un terreno rocoso, suavemente ondulado, caracterizado por la existencia de numerosos cenotes y cavernas de disolución. El área sufrió modificación durante el Cuaternario, debido a la formación de lagunas y áreas pantanosas, la acumulación y litificación de depósitos eólicos, como también por la construcción reciente de dunas y depósitos de litoral...”*

#### CARSO SUPERFICIAL

*El carso superficial presente en la zona de estudio se caracteriza por manifestar dolinas de disolución y microuvalas o depresiones someras del terreno que varían en su morfología y dimensiones (EXYCO, 1989). Las dolinas son de forma ligeramente ovaladas de 1 a 5 m de diámetro y de varios centímetros de profundidad (en la zona llegan a alcanzar hasta dos metros de profundidad). Las microuvalas son depresiones amorfas someras con extensiones de*

20 a 30 m y anchuras entre 8 y 15 m. Estas depresiones cársticas almacenan temporalmente agua pluvial, lo que manifiesta impermeabilidad del terreno, más sí las fracturas han sido azolvadas.

Dichas manifestaciones son típicas de un carso superficial, en el que los procesos de disolución que han operado en su génesis se deben primordialmente a que el agua pluvial que se almacena temporalmente en ellas, permite que la disolución de la roca caliza superficial facilite la formación de dolinas, en tanto que las microuvalas se deben a la unión de varias dolinas, lo que ocurre conforme las dolinas van creciendo hasta interceptarse entre ellas. Un aspecto notable de estas geoformas es que guardan una dirección SE-NO y su predominancia hacia el centro de la zona. Entre estas geoformas, también cabe mencionar que en la zona se pueden observar microcúpulas cársticas y llanuras de inundación; éstas últimas con dimensiones de metros hasta kilómetros, generalmente circulares, alargadas e irregulares, asociadas con fracturamiento o fallamiento (EXYCO, 1989).

**CARSO SUBTERRANEO**

Las expresiones del carso subterráneo en el área de estudio están relacionadas con las cavidades por colapso y oquedades de disolución. Las primeras se caracterizan por presentar en alguna de sus márgenes, roca superficial con huella del colapso, tal como paredes abruptas indicando los planos de la falla estructural de la bóveda de una cavidad subterránea. Otra peculiaridad es que se manifiestan con direcciones preferenciales de desarrollo, algunos estudios en la zona han registrado rumbos entre N 40° E a N 83° E, con dimensiones sobre su eje de 3 a 27 m y profundidades de 2 a 4 m. Las oquedades por lo general son circulares, con diámetros que varían entre 1 y 3 m, profundidades de menos de 3 m y sin una dirección preferente (Proyectos Color e Imagen, S.A. de C.V., 2000).

**Tabla 9. Características geomórficas y geológicas de la zona de estudio**

UNIDAD GEOMORFICA	SUBDIVISIONES	GEOFORMAS	UBICACION	GEOLOGIA
Costera	a) Playas	Playas de barrera largas y angostas.	A lo largo de las costas (Desde Shangri-La a Pto. Juárez).	Depósitos del Reciente, asociados a erosión marina.
	b) Area de mareas	Lagunas de inundación	Detrás de las playas separándolas del continente (Desde Shangri-La a Cancún).	Depósitos actuales, debidos a la acción de las mareas.
	c) Costera del Caribe	Playas rocosas y angostas, costas abruptas. Playas semicirculares, caletas y manantiales submarinos.	A lo largo de las costas de la margen oriental (De Punta Xcalacoco a Tulum).	Depósitos de alta energía asociada a zonas afalladas y fracturadas.
Cuencas Escalonadas	a) Norte	Cuerpos de agua, cenotes, cúpulas y microdomos cársticos, poco relieve.	NW de Quintana Roo. ZONA DE ESTUDIO	Desarrollo cárstico juvenil, con fallas y fracturas NE-SW.
	b) Sur	Cuerpos de agua, domos, cenotes, relieve mayor que en el norte.	Sur de Quintana Roo al NE del Río Hondo.	Carst maduro a temprano, por los bloques afallados.

**IV.3.1.10 Geología del Área de Proyecto**

En el área de estudio afloran depósitos carbonatados del Cuaternario. Estos depósitos se encuentran distribuidos en una franja aproximada de un kilómetro en su parte más ancha y de 400 m en la parte más angosta partiendo de la línea de costa. Los depósitos sedimentarios que afloran en superficie están representados por arenas no consolidadas de litoral en los primeros 200 m y de dunas formadas por arenas calcáreas cementadas constituidas de oolitas y en menor cantidad por fragmentos de corales y moluscos, esta unidad de aspecto deleznable y/o pulverulenta de origen eólico está estrechamente relacionada con

las eolianitas pleistocénicas y se presenta en estratos que van desde algunos cuantos centímetros hasta medio metro de espesor y presenta en su estructura algunas huellas de rizaduras por efectos del viento y ligeros plegamientos con echados suaves. Estas características pudieron observarse en cortes de caminos y en algunas zanjas excavadas, el espesor de esta es de 6 a 8 m determinado en los cortes litológicos de los sondeos exploratorios. Más hacia el Oeste, se presenta una zona de origen lacustre compuesta por lodos calcáreos, arcillas y arenas sustentando abundante vegetación de manglar.

#### IV.3.1.11 Edafología

Los suelos son jóvenes, delgados y poco desarrollados, sujetos a movimiento continuo de material por acción eólica, pluvial y mareal. Debido a la porosidad de la roca caliza y a la alta permeabilidad del carst, no se producen corrientes de agua superficial ni se da la acumulación de agua en superficie, promoviendo un drenaje subterráneo hacia el Golfo de México. Todos los tipos de suelo del área se caracterizan por ser poco evolucionados, descansan sobre lecho de roca calcárea o de saskab (calizas amorfas blanquecinas) son poco profundos, con elevada pedregosidad y rocosidad, generalmente permeables, carentes de horizonte B<sub>y</sub> con pH neutro a ligeramente alcalino. La descripción de los suelos está basada en Duch (1988).

El lecho calcáreo soporta el saskab, el cual es una tierra blanca deleznable de origen sedimentario y composición caliza. Contiene pedacería de conchas y corales. El porcentaje de carbonato de calcio varía del 77 al 93 por ciento; posee pequeñas cantidades de óxidos e hidróxidos de hierro, arcilla y feldespato; así como un contenido variable de materia orgánica (2.5 a 9%). Por su capilaridad, presenta buena permeabilidad y retención de agua (López-Ornat, 1983).

La clasificación de los suelos que se presenta a continuación corresponde al sistema de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). No obstante, cabe mencionar que los mayas utilizan una nomenclatura que describe con gran precisión cada uno de los subtipos de suelos de la península, por lo que se incluyen los nombres mayas en paréntesis: litosol (tzekales), litosol (chaltun), litosol-rendzina (ek-lu'um), (chac-lu'um), luvisol crómico (k'ankab), y gleysol-calcáreo (ak'alche').

La secuencia estratigráfica que abajo se presenta y que comprende análisis sobre las perforaciones de PEMEX, ha sido descrita por Bonet y Butterlin (1963), Back (1969) y López Ramos (1983).

**Tabla 10. Columna geológica de la Península de Yucatán.**

EDAD	ESPESOR (m)	LITOLOGIA
Reciente y Pleistoceno (Del presente a 1.5 Ma)	100	Calizas coquiníferas color crema con abundantes huellas de moluscos.
Plioceno y Mioceno (1.5 a 23 Ma)	200	Formación Carrillo Puerto, calizas fosilíferas blancas a amarillentas, duras y masivas, con calizas arenosas interestratificadas.
Oligoceno (23 a 36 Ma)	260	Calizas blancas a cremas, con capas de margas arcillosas blancas y bandas silíceas.
Eoceno Superior (36 a 42 Ma)	100	Formación Chichén Itzá (Miembro Chumbec), calizas blancas, cristalinas y masivas.
Eoceno Medio (43 a 52 Ma)	185	Formación Chichén Itzá (Miembro Pisté), calizas microcristalinas color blanco, de grano fino con horizontes arcillosos, las calizas presentan textura sacaróide.
Paleoceno-Eoceno Inferior (52 a 66 Ma)	100-350	Formación Chichén Itzá (Miembro Xbacal). Formación Eoceno Inferior Indiferenciado. Formación Icaiché. Calizas blancas cristalinas y dolomitas silicificadas, con yesos hacia la parte inferior.
Cretácico (66 a 144 Ma)		Margas, lutitas, calizas, dolomías y evaporitas.

De acuerdo con las cartas edafológicas digitales del INEGI, el proyecto se encuentra asentado únicamente en un suelo de tipo Arenosol. Es importante mencionar que dentro del área de influencia se pueden apreciar cinco tipos de suelos: el Solonchack, el Gleysol, Arenosol, Leptosol y Luvisol (Figura 30).

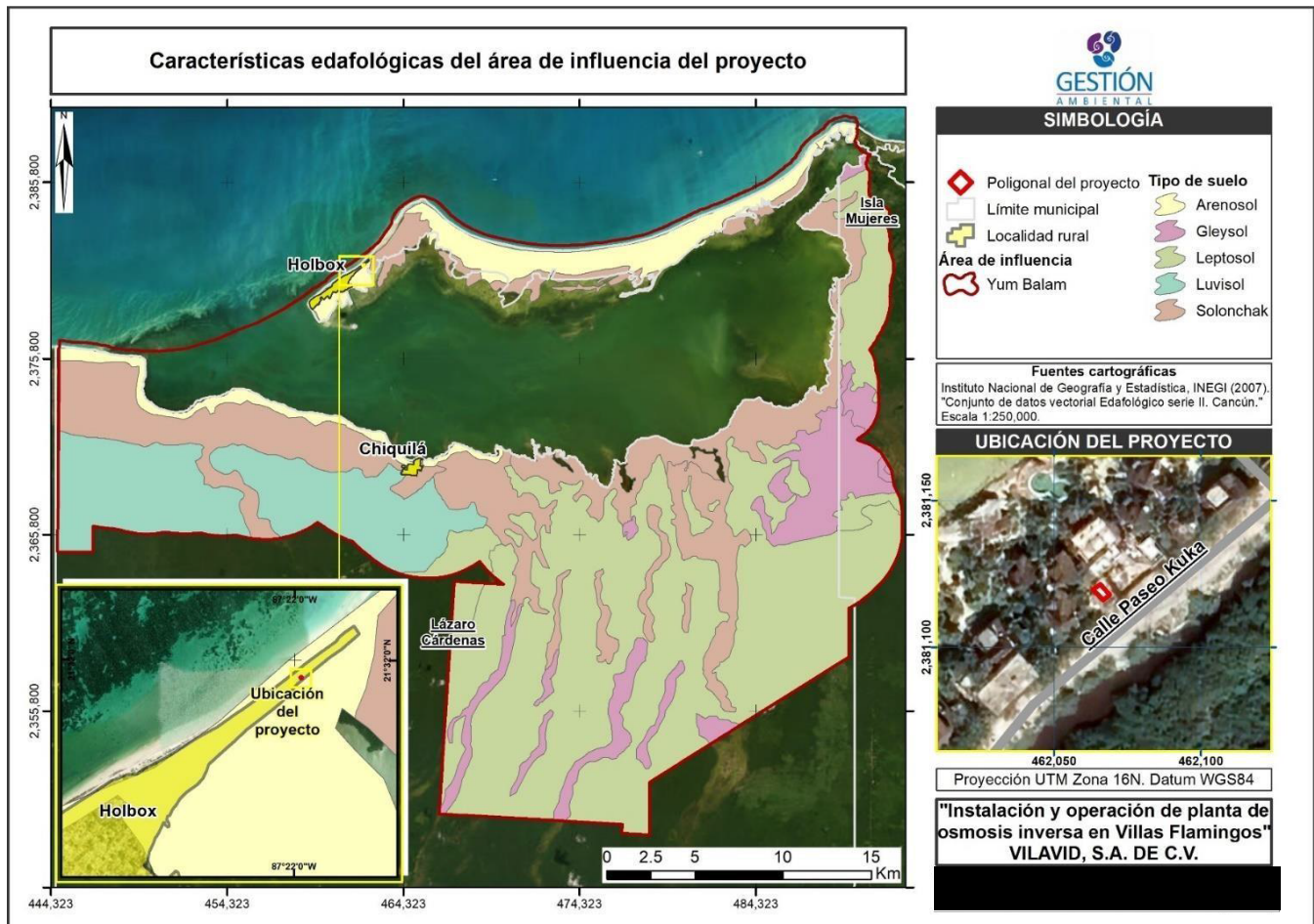


Figura 30. Características edafológicas del área de influencia del proyecto.

Los suelos de tipo Arenosol son suelos con más del 85% de arena. Incluyen arenas depositadas en dunas o playas y también arenas residuales formadas por meteorización de sedimentos o rocas ricas en cuarzo. No tienen buenas propiedades de almacenamiento de agua y nutrientes, pero ofrecen facilidad de labranza y enraizamiento. Los Arenosoles más susceptibles a la degradación por cambio de uso son los de clima húmedo.

Los suelos de tipo Solonchack son suelos salinos. Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. Por su parte, los suelos de tipo Gleysol son suelos pantanosos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de profundidad. En el caso de los Luvisoles, son suelos rojos, grises o pardos claros, susceptibles a la erosión especialmente aquellos con alto contenido de arcilla y los situados en pendientes fuertes, pero generalmente fértiles para la agricultura. Por último, los Leptosoles representan suelos con menos de 25 cm de espesor o con más de 80% de su volumen ocupado por piedras o gravas. Son muy

susceptibles a la erosión. Un caso particular son los extensos afloramientos calizos encontrados en la Península de Yucatán.

#### IV. 4.2 Medio biótico.

##### IV.4.2.1 *Vegetación a nivel del sistema ambiental*

De acuerdo con la ficha de caracterización del sistema Yum Balam, los tipos de vegetación que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto son manglar, pastizal halófilo, selva baja caducifolia, selva baja subcaducifolia, selva mediana subcaducifolia, tular y vegetación de dunas costeras (CONABIO, 2009).

Por otro lado, según los datos de uso de suelo y vegetación de la serie VII de INEGI, dentro del área de influencia se encuentran además otros tipos de vegetación como vegetación de Petén. Asimismo, se identifican zonas con vegetación secundaria de manglar, selva baja y de selva mediana. Los principales usos del suelo son pastizales cultivados y asentamientos humanos.

El área de influencia del proyecto comprende una superficie continental de 72,026.99 ha, en el cual predominan la vegetación de selva mediana subcaducifolia (28.04%), manglar (19.45%), selva mediana subperennifolia (17.19%) y tular (12.51%). También, se encuentran en menor medida otros tipos de vegetación, como vegetación secundaria de selva, manglar y vegetación de dunas (Figura 31).

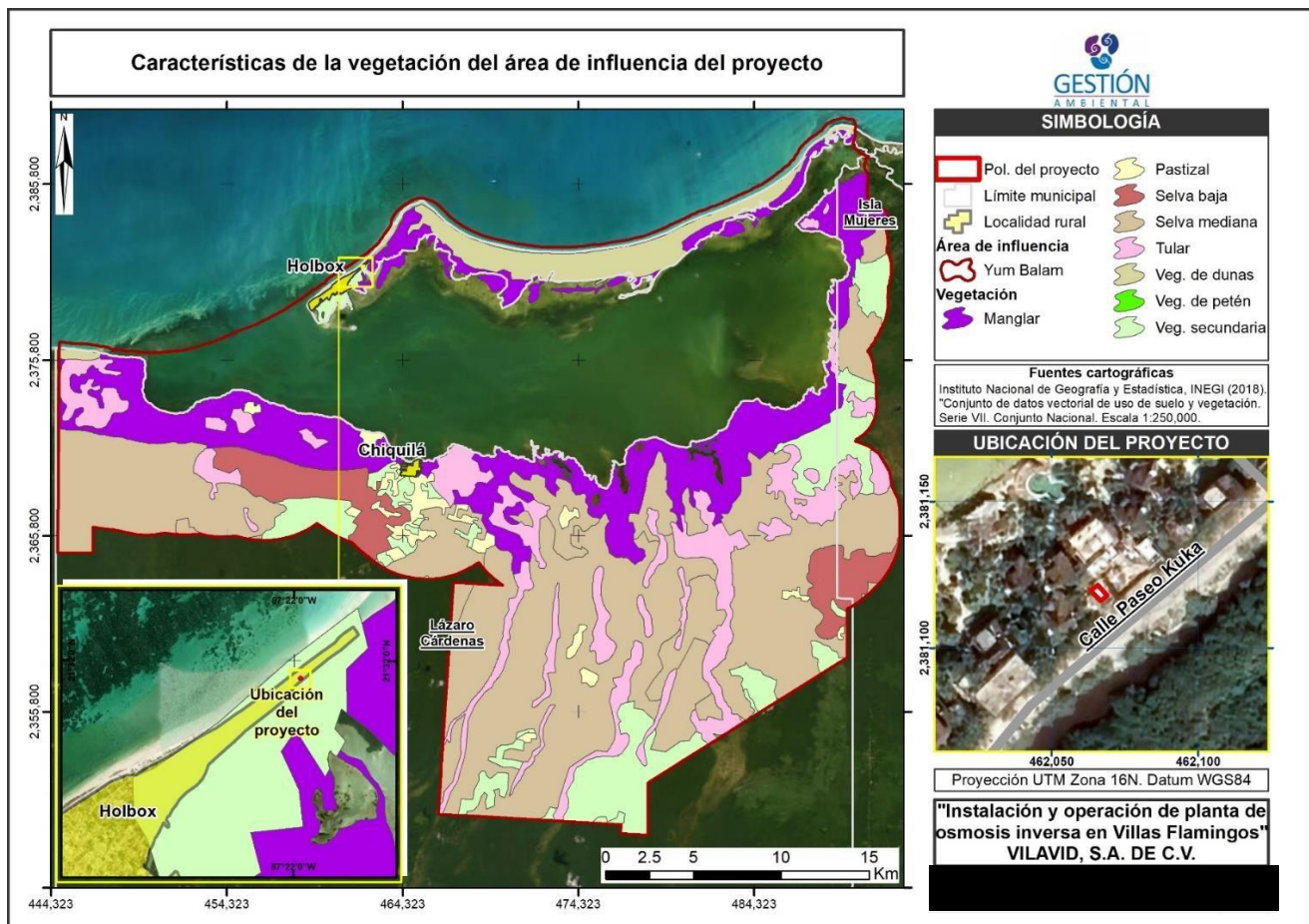


Figura 31. Características de la vegetación del área de influencia del proyecto

El manglar es uno de los ecosistemas de mayor atención e importancia dentro del área de influencia del proyecto. Cabe resaltar que la poligonal del proyecto se encuentra sobre una zona con presencia de vegetación secundaria arbórea de manglar y a menos de 100 metros se localiza vegetación natural de manglar. Además, esta región está catalogada como una de las regiones prioritarias de manglar con relevancia biológica (Figura 32).

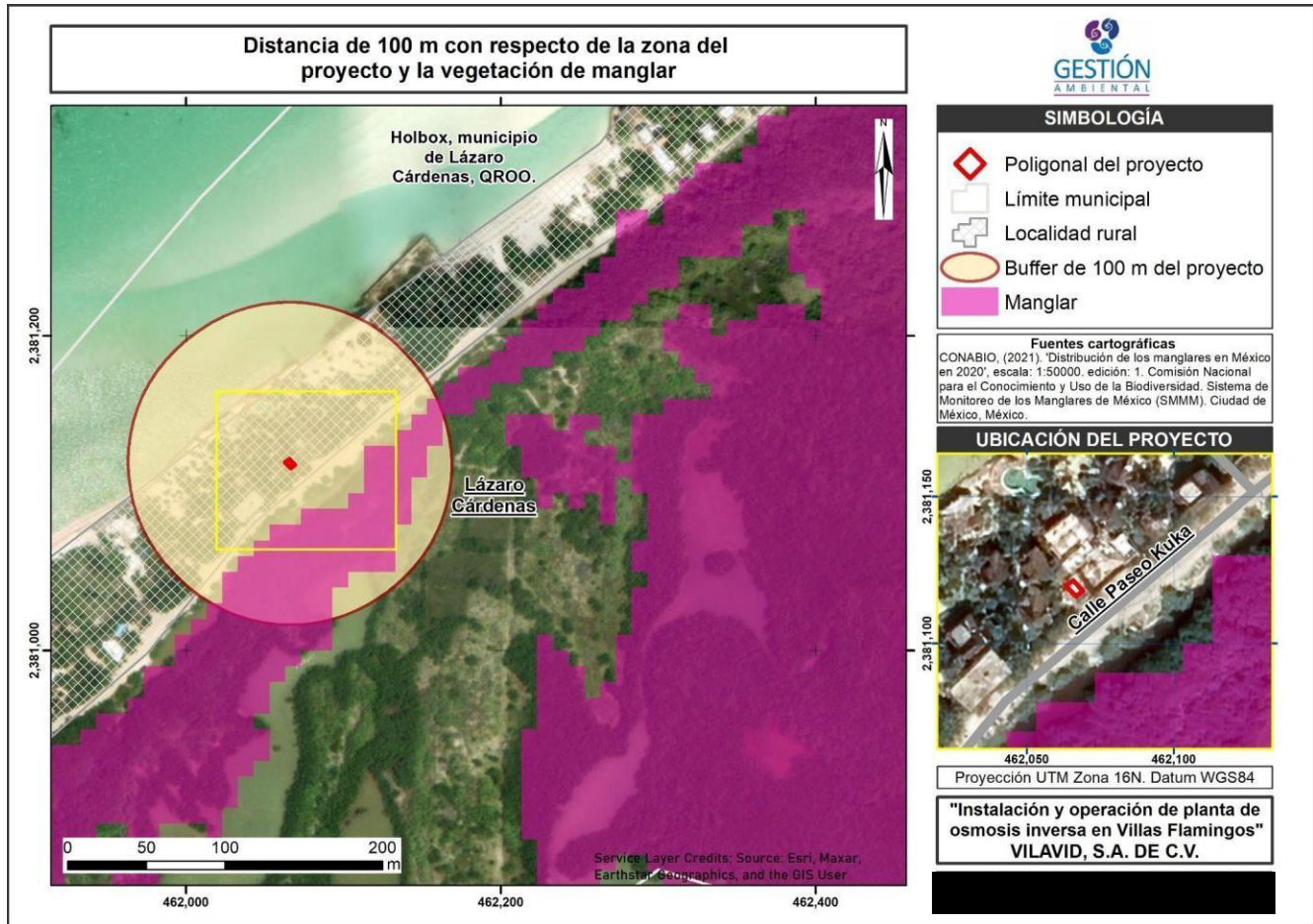


Figura 32. Distancia de 100 m con respecto de la zona del proyecto y la vegetación de manglar.

Adicionalmente, entre los principales servicios ambientales que generan los manglares están el de mantener la calidad del agua, proteger las zonas costeras de erosión, regular la sedimentación en los cuerpos de agua y brindar zonas de alimentación, protección y crianza de fauna silvestre y de especies con importancia comercial, como peces y crustáceos.

Particularmente, el sitio de Yum Balam es un importante corredor biológico y sitio de invernación de aves acuáticas y terrestres migratorias. Las especies de manglar del sitio como *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* se encuentran bajo la categoría de amenazadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

La instalación y operación de la planta de osmosis inversa propuesta en el presente proyecto, no requerirá la remoción de ninguna especie de vegetación. El proyecto consideró desde su diseño la elaboración de un **Estudio de Caracterización Geohidrológica** con la finalidad de garantizar que los flujos hidrológicos no se vieran afectados. El diseño de pozos está enfocado en preservar la calidad del acuífero costero que servirá

como fuente de abastecimiento de AGUA SALOBRE.

Es relevante mencionar que el presente proyecto se pretende ubicar dentro de la denominada Subzona de Asentamientos Humanos Holbox determinada así por el Programa de Manejo del APFF Yum Balam, con base en lo anterior y considerando lo señalado en el mismo instrumento, que a la letra dice:

*“...las subzonas de asentamientos humanos son aquellas superficies donde se ha llevado a cabo una modificación sustancial o desaparición de los ecosistemas originales, debido al desarrollo de asentamientos humanos, previos a la declaratoria del Área Protegida...”*

Con relación a lo anterior, se puede decir que más bien existe vegetación con un nivel de modificación significativo tal, que fue considerada como parte de la Subzonificación del ANP y delimitada como Área de Asentamientos Humanos, ya que incluso antes del Decreto de APFF de Yum Balam en 1994, había ya una modificación sustancial o desaparición de los ecosistemas originales del sitio.

Sin embargo, dada la cercanía de las instalaciones con el área de manglar, que dista solo 20 m. del área de proyecto, se considera establecer varias medidas de prevención, mitigación y compensación para dar cumplimiento a lo señalado por la legislación ambiental en específico con la NOM 059 SEMARNAT-2010, porque podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, lo que determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación, así como la norma oficial mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 en sus numerales 4.0 al 4.43 y lo señalado el Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, cabe señalar que las actividades de perforación, instalación y operación de la planta de osmosis inversa que se proponen realizar no afectarán ningún área de manglar ni el flujohidrológico del área, ya que no se llevarán a cabo sobre ningún área con vegetación. Se realizó el análisis de las especificaciones de ambos instrumentos normativos de protección al manglar, considerando que a menos de 20 m. del área de proyecto se encuentra un macizo de vegetación de manglar.

El área donde se pretende desarrollar el proyecto actualmente carece de vegetación, ya que actualmente funciona como área de servicios del Hotel Villas Flamingos. Es una zona previamente construida al amparo de las autorizaciones de Impacto Ambiental señaladas con anterioridad. Existen en el predio áreas jardinadas donde se han transplantado algunos ejemplares de Palma Chit (*Thrinax radiata*) y otras especies nativas entre ellas la uva de mar (*Coccoloba uvifera*), la suriana (*Suriana maritima*), la palma de coco (Cocosnucifera), el lirio araña o de playa (*Hymenocallis litoralis*), así como algunas especies introducidas como la Lechuga de mar (*Scaevola taccada*) producto del rescate y trasplante llevado a cabo durante el proceso constructivo realizado hace más de 20 años.

Es importante tomar en cuenta que esta vegetación se mantendrá en su sitio dado que las obras que se van a desarrollar, no se realizarán sobre las áreas jardinadas; únicamente se realizará la instalación de la planta de ósmosis inversa y la perforación de los pozos de descarga y aprovechamiento en áreas sin vegetación nativa.



Tabla 11. Fotografías del área de proyecto.

 <p>Vista del área de proyecto en dirección NE-SO</p>	 <p>Vista del área de proyecto en dirección NO-SE</p>
 <p>Vista del área de proyecto en dirección SE-NO</p>	 <p>Vista del área de proyecto en dirección NO-SE</p>
 <p>Vista del área de proyecto en dirección SE-NO</p>	 <p>Vista del área de proyecto en dirección SE-NO</p>

#### IV.4.2.2 *Fauna*

Si bien no existe un estudio faunístico confiable que determine el número de especies que se distribuyen específicamente dentro del SAR propuesto, se optó por considerar lo citado en la literatura respecto a los registros de fauna reportados a nivel del Área de Influencia.

En relación al predio en donde se pretende llevar a cabo el presente proyecto, podemos mencionar que debido a que el sistema ha sido ya fragmentado e impactado por las actividades anteriores de construcción realizadas, en la actualidad las condiciones del terreno ya no son las de un ecosistema funcional puesto que se ha modificado la cobertura vegetal original, esta falta de continuidad ecosistémica ha ocasionado que solo se vea presencia y/o uso del terreno por especies que se caracterizan por prosperar en ambientes modificados y con buena tolerancia a la presencia humana.

Para determinar la fauna existente en el Sistema Ambiental Regional y en el Área de Influencia, se realizaron recorridos a lo largo y ancho del mismo; se establecieron puntos de observación y se realizaron búsquedas directas de rastros y huellas. Esto nos permitió obtener una lista de especies incidentes en el área.

Con base en lo observado en la caracterización ambiental del área de proyecto se dividió en:

##### Aves:

La riqueza de ambientes del APFF Yum Balam, tanto acuáticos como terrestres, se refleja en el elevado número de especies de aves, con alrededor de 387 especies (aunque Berlanga y Paul Wood estiman 420 especies de aves) que constituye el 85% de las especies registradas en la Península de Yucatán. Se reconoce la importancia del área para numerosas especies residentes y migratorias, endemismos, así como especies vulnerables o amenazadas (Snedaker et al. 1991).

La diversidad encontrada se debe en parte a la localización geográfica de la Península de Yucatán y del APFF Yun Balam, ya que es un punto de confluencia entre las costas del Golfo y del Mar Caribe. Actualmente, el listado de aves de la región se ha enriquecido con nuevos datos, ya que se cuenta con una lista exhaustiva de las aves de la Isla Holbox (Howell 1992). Las especies citadas en la bibliografía consultada representan 247 géneros y 55 familias. Las aves acuáticas constituyen casi el 30% (130 especies) del total y una proporción importante está formada por un grupo diverso de especies terrestres.

La zona norte de Quintana Roo y la costa norte de Yucatán tienen una posición estratégicamente importante en las rutas migratorias del Golfo de algunas especies canoras, también es el primer sitio seguro que encuentran después de 650 millas (1,040 km) de vuelo sin parar y es importante como sitio de descanso de muchas especies acuáticas (Waide et al. 1980 en Snedaker et al. 1991). Lynch (1989) reporta que 42 especies migratorias no invernales para la Península se pueden encontrar en el área. (RAMSAR, 2003)

Aunque la Península de Yucatán no es considerada como sobresaliente por sus especies endémicas, Paynter (1955) reporta 70 especies y/o subespecies endémicas en la región, de las cuales casi 65 se pueden

localizar en el APFF Yum Balam.


Especies acuáticas como el flamenco (*Phoenicopterus ruber*) tiene un rango de distribución muy restringido debido a sus requerimientos especiales de hábitat, alrededor de 60-80,000 individuos aproximadamente quedan en toda la región del Caribe, encontrándose solo en

tres sitios o poblaciones. La segunda colonia más grande es la que se localiza a lo largo del norte de la península de Yucatán (Aguirre- Álvarez 1989).

Debido a su distribución restringida, están amenazados por enfermedades o desastres naturales como huracanes, así como por actividades humanas que alteran su hábitat. Una colonia importante de anidación está situada en Río Lagartos, área adyacente al APFF Yum Balam y las aves se dispersan a lo largo de toda la costa durante la temporada no reproductiva (Correa y Batllori 1990: Espino-Barros y Baldassare 1989).

Entre las aves que tienen algún estatus de riesgo se pueden mencionar al flamenco (*Phoenicopterus ruber*), así como el jabirú (*Jabirú mycteria*), la espátula rosada (*Platalea ajaja*), el zopilote rey (*Sarcoramphus papa*), el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), el halcón aplomado (*Falco femoralis*) reportado reproduciéndose en la costa norte de la Península de Yucatán, el milano de cabeza gris (*Leptodon cayanensis*), el milano de pico de gancho (*Chondrohieras uncinatus*), el milano de doble diente (*Harpagus bidentatus*), así como dos águilas neotropicales, la negra (*Spizaetus tyrannus*) y la ornada (*Spizaetus ornatus*), el pavo ocelado (*Agriocharis ocellata*), el hocofaisán (*Crax rubra*), el cojolite (*Penelope purpurascens*), la perdiz de Yucatán (*Colinus nigrogularis*) y el garzón cenizo en su variedad blanca (*Ardea herodias*). La actividad humana que ha modificado el hábitat a lo largo de las costas, y la intensa cacería, ya sea deportiva o de subsistencia a la que son sometidas especies como el pavo ocelado y el hocofaisán pone en estatus de riesgo a varias especies. Del loro yucateco se desconoce el estado actual de sus poblaciones, pero se ve afectado por la disminución del hábitat y la captura no regulada de que es objeto para el comercio de mascotas. (RAMSAR, 2003)

**Tabla 12. Aves con estatus de riesgo para la zona norte de Quintana Rooy la costa norte de Yucatán.**

	
<p><i>Phoenicopterus ruber</i></p>	<p><i>Platalea ajaja</i></p>



*Agelaius phoeniceus*



*Leucophaeus atricilla*

Fuente: Naturalista: <https://www.naturalista.mx>

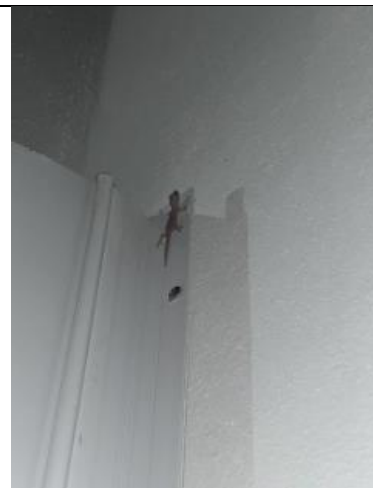
### Herpetofauna:

La más importante revisión bibliográfica de los anfibios y reptiles de la Península de Yucatán la constituyen los trabajos de Lee (1980 y 1996), en los cuales se discute el origen y la distribución de estos vertebrados. En la parte noreste de la Península, se han reportado 93 especies, siendo el 82% para el estado de Quintana Roo. De las 114 especies reportadas para Quintana Roo, 21 son anfibios y 93 reptiles. De acuerdo a Lee (1996) 72 especies han sido reportadas para la parte norte y sus áreas vecinas. Se ha mencionado que la porción norte de la Península de Yucatán tiene el mayor número de especies endémicas, con un total de 12, tres de las cuales han sido reportadas para el área de estudio: *Sceloropus cozumelae*, *Cnemidophorus rodecki*, *Ctenosaura similis* y *Symphimus mayae*. La primera tiene una distribución a lo largo de todo el norte de la Península, la segunda solo se ha encontrado en el área, teniendo la otra una distribución desde el centro al norte de Quintana Roo (Lee, 1996). Existen poblaciones aparentemente saludables de dos especies de cocodrilo *Crocodylus moreletii* y *Crocodylus acutus*, la primera en todos los cuerpos de agua interiores y las sabanas y la segunda en las entradas de agua salada.

**Tabla 13. Herpetofauna para la zona norte de Quintana Roo y la costa norte de Yucatán.**



*Ctenosaura similis*



*Hemidactylus frenatus*



Sceloporus cozumelae

Fuente: Naturalista: <https://www.naturalista.mx>

Tortugas marinas: México tiene un programa nacional para la protección de la tortuga marina desde 1990 cuando se decretó la veda permanente para todas las especies de tortuga marina mediante la NORMA Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación. Entre las especies amenazadas o en peligro de extinción que se encuentran en el Norte de Quintana Roo tenemos, entre los reptiles, a las tortugas marinas de carey (Eretmochelys imbricata), caguama (Caretta caretta), verde (Chelonia mydas), lora (Lepidochelys kempii), laúd (Dermochelys coriacea) y los cocodrilos (Crocodylus moreletii y Crocodylus acutus). En las playas de la Isla de Holbox, anidan las tortugas marinas de Carey y Caguama. Además, existen evidencias de uso del hábitat marino por algunas otras especies como la Lora, Laúd y la Verde.

**Tabla 14. Quelonios con estatus de riesgo que anidan en la zonas norte de Quintana Roo y Yucatán.**



Eretmochelys imbricata



Caretta caretta

Fuente: Naturalista: <https://www.naturalista.mx>

**Mamíferos:**

Los trabajos realizados por Merriam (1901), Merans (1901, Allen y Osgood (1904) - hablan principalmente de la sistemática y distribución de las especies, y sirvieron de base a los trabajos de Gaumer (1917), mismos que proporcionaron material para el trabajo de Hall y Kelson (1959), el cual es un compendio de la distribución de las especies en Norteamérica y Centroamericana. Los trabajos de Lawlor (1965), Jones et al. (1973-74) y Genoways (1975) integran una relación de los mamíferos existentes en la península basados en la captura de ejemplares y comparados con aquellos depositados en museos de Estados Unidos. Recientes trabajos incluyen los de Lazcano et al. (1995); Navarro et al (1990), Snedeker et al. (1991) y Remolina (1995). Según la literatura consultada, la fauna de mamíferos de Quintana Roo comprende 11 órdenes, 31 familias y 88 géneros con 126 especies (Navarro 1990 y 1994), de las especies de mamíferos de Quintana Roo se han reportado 22 como endémicas de Mesoamérica (Flores y Gerez 1988).

En el caso de algunas especies consideradas según los listados dentro de algún estatus de riesgo, se han encontrado evidencias físicas o avistamientos de grupos numerosos de jabalí de labios blancos (*Tayassu pecari*), monos arañas (*Atelles geofroyii*) y aulladores (*Allouata pigra*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), numerosas cuevas y senderos de tepezcuintle (*Agouti paca*) y sereque (*Dasiprocta punctata*), avistamientos ocasionales de viejo de monte (*Eira barbara*), grisón (*Galictis vittata*), martuchas (*Potos flavus*) y venado temazate (*Mazama americana*). En la zona se encuentran también tlacuachillo dorado (*Coloromys derbianus*), el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), el cacomixtle tropical (*Bassariscus sumichrasti*), el tapir (*Tapirella bairdii*), el jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Felis concolor*), el ocelote (*Felis pardalis*), el jaguarundi (*Felis jaguarundi*) y el tigrillo o margay (*Felis wiedii*).

Durante el recorrido por diferentes partes del Sistema Ambiental, se registraron 8 especies de fauna silvestre pertenecientes a 2 grupos taxonómicos, de los cuales, el grupo faunístico mejor representado son las aves con un total de 7 especies, seguido del grupo de los reptiles representada por la iguana rayada. Así mismo se encontró un ejemplar de Mapache (*Procyon lotor*).

**Tabla.15. Listado faunístico del predio y del (AI) Area de influencia.**

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
<b>AVES</b>		
ARDEIDAE	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca
CHARADRIIDAE	<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo pico grueso
LARIDAE	<i>Larus argentatus</i>	Gaviota
	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota reidora
PELECANIDAE	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano café
PHALACROCORACIDAE	<i>Nannopterum brasilianus</i>	Cormorán tropical
SCOLOPACIDAE	<i>Tringa flavipes</i>	Pata amarilla
	<i>Calidris minutilla</i>	Pijije playero
	<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras rojizo
THRAUPIDAE	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero tomeguín
TYRANNIDAE	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical
VIREONIDAE	<i>Vireo pallens</i>	Víreo manglero
<b>REPTILES</b>		
IGUANIDAE	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana rayada
<b>MAMIFEROS</b>		
PROCYONIDAE	<i>Procyon lotor</i>	Mapache

Tabla 16. Fotografías de la fauna del predio y del (AI) Area de influencia.



Ardea alba



Larus argentatus



Tyrannus melancholicus



Nannopterum brasilianum



Tiaris olivaceus



Leucophaeus atricilla



*Arenaria interpres*



*Pelecanus occidentalis*



*Charadrius wilsonia*



*Vireo pallens*



*Ctenosaura similis*



*Procyon lotor*

Fuente: Fotografía e Identificación: Eduardo Pacheco Cetina y Joanna Clark



#### **IV. 4.3 Medio socioeconómico.**

El sistema socioeconómico se circunscribe prácticamente al Municipio de Lázaro Cárdenas, este apartado se desarrollará describiendo los aspectos socioeconómicos de esta circunscripción geográfica.

En 8 de octubre de 1974 fue creado el Estado de Quintana Roo. En 1975, se crea el municipio de Lázaro Cárdenas con cabecera en Kantunilkin, que ahora incluye a Holbox.

En este municipio predominantemente rural, destacan los poblados de Holbox, Solferino, Chiquilá, San Ángel y Nuevo Xcan; tiene 264 localidades y 93% de sus tierras son ejidales, entre ellas el ejido Holbox, creado en 1938.

Kantunilkín es la cabecera municipal y centro comercial y de servicios del municipio. Su población es de aproximadamente 5,400 habitantes y la distancia a la capital del Estado es de 400 Km. Las principales actividades de su población están relacionadas con la agricultura, ganadería, forestal y apicultura, además del comercio y servicios. Ignacio Zaragoza. Situado sobre la carretera troncal de Mérida a Cancún es la segunda localidad más importante del municipio. Tiene aproximadamente 1,620 habitantes que se dedican principalmente a las actividades agropecuarias y el comercio. Su distancia a la cabecera municipal es de aproximadamente 25 Km.

Holbox está situado en la isla del mismo nombre y su población, antes dedicada a la pesca ahora ha convertido su economía a una economía donde el sector terciario es el principal generador de fuentes de ingresos y actividad económica. La Isla se comunica con el Municipio a través de un transbordador con terminal en Chiquilá. Dista aproximadamente 40 km. por tierra más 10 Km. por mar, de la cabecera municipal. Constituye la única Alcaldía del municipio.

#### **Dinámica socioeconómica**

Con el objetivo de caracterizar las condiciones socioeconómicas de la población, se seleccionaron diferentes indicadores relacionados con el desarrollo humano. En términos de educación se utilizaron el grado promedio de escolaridad y el índice de alfabetismo por localidad. En salud se calculó el porcentaje de población derechohabiente. Para la situación económica, se utilizó el porcentaje de la población ocupada respecto a la económicamente activa. Finalmente, se consideraron también características de migración, calculada a partir de la población nacida en otra entidad, y características culturales, considerando la población de habla indígena.

Con base en lo anterior, se observa que la localidad de Holbox presenta indicadores de educación altos respecto a la localidad de Chiquilá, debido a que el grado promedio de escolaridad y el alfabetismo es mayor en Holbox. Respecto a los indicadores de salud, en el 2020 sólo el 46% de la población en Holbox era derechohabiente, mientras que en Chiquilá se registró sólo el 24%.

En general, ambas poblaciones tienen un buen indicador de ocupación económica, pero se observa que

existe un gran porcentaje de población inmigrante o que nació en otra entidad, particularmente más alto en Chiquilá. Finalmente, se observa una disminución considerable de la población hablante de lenguas indígenas durante el periodo 2000-2020 para ambas localidades (Tabla 15).

**Tabla 17. Indicadores socioeconómicos para las localidades dentro del área de influencia del proyecto.**

INDICADOR	LOCALIDAD	2000	2010	2020
GRADO PROMEDIO DE ESCOLARIDAD	Holbox	8	8.81	10.09
	Chiquilá	5	6.25	7.44
ÍNDICE DE ALFABETISMO	Holbox	99%	98%	98%
	Chiquilá	83%	83%	91%
DERECHO HABIENTES SERVICIOS DE SALUD	Holbox	46%	37%	46%
	Chiquilá	94%	28%	24%
POBLACIÓN OCUPADA	Holbox	100%	99%	99%
	Chiquilá	99%	96%	99%
MIGRACIÓN (INMIGRACIÓN)	Holbox	47%	41%	32%
	Chiquilá	64%	63%	57%
HABLANTE LENGUA INDÍGENA	Holbox	13%	11%	2%
	Chiquilá	8%	7%	2%

#### IV.4.3.1 Demografía

De acuerdo con los datos obtenidos en el ITER (Principales resultados por localidad) de los Censos de Población y Vivienda del 2000, 2010 y 2020, la población total de la localidad de Holbox era de 1,237 habitantes en el año 2000, 1,486 personas en 2010 y en el censo 2020 se contabilizaron 1,841 personas. En general, se calcula una tasa de crecimiento poblacional del 2% para la localidad de Holbox durante el periodo 2000 a 2020.

**Tabla 18. Dinámica poblacional de las localidades de Holbox y Chiquilá en el área de influencia del proyecto.**

Localidad/Año Censal	2000	2010	2020
HOLBOX	1,237	1,486	1,841
CHIQUILÁ	1,094	1,466	2,311

Por otro lado, la localidad de Chiquilá tenía en el año 2000 una cantidad de 1,094 habitantes, en el año 2010 aumentó a 1,466 y para el año 2020 llegó a 2,311 personas. En este caso, la localidad presentó una tasa de crecimiento de 8% desde el año 2000 al 2020 (Tabla 3).

El incremento de la población ocasiona una mayor demanda sobre la utilización de recursos, demandando áreas para la construcción de vivienda, desarrollos turísticos e industriales sin importar el provocar un cambio de uso de suelo forestal al desmontar áreas con una extensa cubierta vegetal o provocar el relleno de algunas áreas inundables.

La población como tal es un vector de presión al medio ambiente, lo cual se ve claramente en el municipio de Lázaro Cárdenas, con un crecimiento del 2% anual en promedio. Sin embargo, la población flotante de visitantes a la Isla es aproximadamente del doble de la población y quienes ejercen mayor presión sobre los

recursos e infraestructura de servicios. La presencia de turistas en la misma zona, conocido como densidad turística, no es constante, la mayor parte del año se mantiene estable pero tiene sus picos en temporadas de vacaciones pues esta zona, considerada como gran destino turístico aumenta su necesidad de recursos concentrando éste en una zona muy delimitada como lo es la Isla Holbox.

#### IV.4.3.2 Vivienda

Además de los indicadores socioeconómicos, se consideraron también indicadores de vivienda en las localidades. Se tomó en cuenta la cobertura de agua entubada, drenaje y energía eléctrica, como servicios básicos. También, se agregó el porcentaje de viviendas que son rentadas. En general, se observa una amplia cobertura de los servicios de la vivienda en las dos localidades. Particularmente, se observa mayor porcentaje de viviendas rentas en Holbox que en Chiquilá (Tabla 5).

**Tabla 19. Indicadores de vivienda en las localidades del área de influencia del proyecto.**

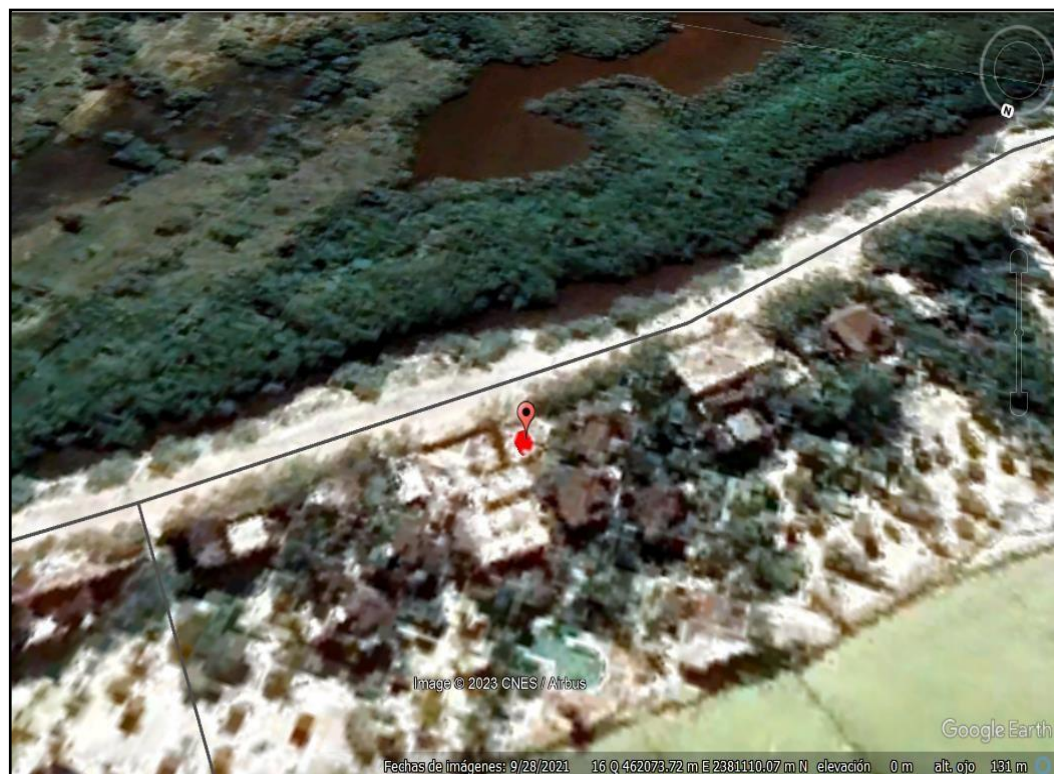
INDICADOR	LOCALIDA	2000	2010	2020
AGUA ENTUBADA	Holbox	95%	98%	99%
	Chiquilá	92%	87%	99%
DRENAJE	Holbox	92%	99%	99%
	Chiquilá	38%	84%	93%
ENERGÍA ELÉCTRICA	Holbox	97%	98%	99%
	Chiquilá	89%	93%	99%
RENTADAS	Holbox	14%	66%	17%
	Chiquilá	2%	9%	3%

#### IV.4.1 Paisaje

En este apartado se describe el componente ambiental paisaje, en la zona del trazo del proyecto. El cual se realizará con una descripción de tres aspectos importantes, a través de criterios subjetivos propios del observador:

- Visibilidad,
- Calidad del paisaje
- Fragilidad del paisaje

La definición de paisaje por la real academia española (2022) es: **“...parte de un territorio que puede ser observada desde un determinado lugar...”**, la visibilidad del terreno es una cualidad que se puede definir simplemente con la capacidad de observar desde un punto una extensión del terreno, de modo que las características del terreno son fundamentales para determinar la extensión posible a observar. La zona del trazo del proyecto es un terreno plano, por lo que únicamente la cubierta vegetal y edificaciones podrían limitar la visibilidad del paisaje.



**Figura 33. Visibilidad del paisaje, observación en 3D del terreno en Google Earth Pro, al centro en rojo la ubicación del Proyecto.**

Para determinar la calidad del paisaje que se observa en la zona del proyecto, se consideró la singularidad de los elementos naturales y antrópicos existentes en el paisaje, así como el estado en el que se encuentran, siendo de mayor calidad la presencia de elementos naturales que no se encuentra alterado y en elementos antrópicos, estructuras con un buen mantenimiento que brindan un buen aspecto. Al sur del proyecto se observa una vialidad y se extiende vegetación de manglar en una zona de esteros; mientras que en sus demás orientaciones los elementos antrópicos predominan con construcciones tradicionales de la región en buen estado y poca presencia de vegetación.

La fragilidad del paisaje es su vulnerabilidad para ser perturbado por las actividades humanas y a su vez, hace alusión a su capacidad de cambio, por lo que la fragilidad se manifiesta como deterioro del paisaje; de modo que, el relieve y el uso de suelo existente pueden ser factores clave a considerar en la probabilidad de su perturbación, por la facilidad para ser intervenidos. Considerando lo anterior, se identifica que al sur del proyecto hay una baja fragilidad, debido a que la presencia de manglar y por las características del suelo inundado se dificulta el cambio de uso de suelo; por otro lado, la fragilidad es mayor en las demás direcciones que presentan poca vegetación, un terreno plano y asentamientos humanos, pues las características del terreno facilitan su constante intervención.

En conclusión, del análisis anterior, se determina que el paisaje en la zona del proyecto tiene una **buena visibilidad, una alta calidad y predomina el paisaje con mayor fragilidad.**

#### IV.4.2 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

En síntesis, se puede concluir con la información descrita en el presente capítulo, que el sistema ambiental regional corresponde a una zona con modificaciones de carácter antrópico en una gran extensión de su superficie, lo que resulta especialmente intenso en el Área de influencia y en el sitio donde se pretende ubicar el proyecto.

Muchas de las zonas con actividad humana dentro del Área de Influencia se encuentran fragmentadas, y el sitio del proyecto no es la excepción. La mayor parte de las plantas y animales que pueden verse en estas áreas corresponden a especies con buena tolerancia a la presencia humana.

En cuanto a las tendencias del sistema ambiental, claramente se encamina hacia un incremento en el impacto de la actividad humana en la zona. La mancha urbana continúa extendiéndose a costa de las áreas con vegetación que se ubican al interior de la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox debido al incremento de los servicios turísticos en el APFF Yum Balam. En la zona costera se continúa con la construcción de nuevos desarrollos turísticos, que suman más cuartos a la oferta existente. (Ver Tabla 20).

**Tabla 20. Crecimiento en número de hoteles vs. Población de Isla Holbox (2008-2021).**

CRECIMIENTO EN NUM . DE HOTELES		
Año	Núm. Hoteles	Num. Habitantes
2008	26	316
2009	34	479
2010	54	572
2011	56	589
2012	56	589
2013	56	589
2014	56	589
2015	56	589
2016	39	651
2017	73	1032
2018	73	1032
2019	80	1131
2020	112	1551
2021	112	1551

En el pasado, la afluencia de visitantes no se daba en las cantidades que actualmente se manejan y ello permitía que los recursos tuvieran un periodo más largo de respuesta a la explotación, puesto que además de ser menor la cantidad de visitantes, los visitantes permanecían por menor tiempo en el área. Actualmente el uso consuntivo del agua como de otros recursos relacionados a la actividad de hotelería y vivienda se incrementan como, por ejemplo: la luz eléctrica, sin considerar medidas de mitigación y/o prevención. El presente proyecto

determina en el Capítulo VI del presente documento las acciones de prevención, mitigación y compensación que permitan el control de los impactos ambientales que se pudieran generar con la clara visión de lograr un desarrollo sustentable.

A continuación, se describen y analizan en retrospectiva los cambios del SAR y el Área de Influencia del proyecto.

**a) Cambios en la cobertura natural de manglar**

De acuerdo con los datos de cambios de la superficie de los manglares en México para el periodo 2015 a 2020 de la ficha técnica del sistema, se observa que en el área de influencia existe mayor superficie con ganancia de manglar, la cual aumentó en un 45% respecto a la superficie sin cambios. No obstante, dentro de este periodo también se registraron pérdidas de manglar de 325.39 hectáreas, lo cual representa el 5% respecto a la superficie sin cambio.

**Tabla 21. Cambios en la cobertura de manglar para el periodo 2015-2020 dentro del área de influencia del proyecto.**

CATEGORÍA DE CAMBIO	HECTÁREAS	PORCENTAJE
Ganancia de manglar	2,911.38	+45%
Sin cambio	6,428.28	
Pérdida de manglar	325.39	-5%

**b) Composición y fragmentación de la cobertura natural**

Para medir la calidad del área de influencia del proyecto se utilizaron indicadores de fragmentación del hábitat, considerando las variables de métricas de composición del paisaje (número de fragmentos, área de los fragmentos y porcentaje de cobertura natural) y de métricas de configuración del paisaje (forma de los fragmentos, conectividad y fragmentación del hábitat) (Tabla 5).

**Tabla 22. Variables a medir para estimar la fragmentación con sus respectivos indicadores.**

VARIABLE A MEDIR		DESCRIPCIÓN
MÉTRICAS DE COMPOSICIÓN	Composición	Área con vegetación natural respecto al área total del con vegetación en el área de estudio.
	Fragmentos o parches	Número de fragmentos o parches de cada tipo de vegetación natural presente en el área de estudio.
MÉTRICAS DE CONFIGURACIÓN	Índice de Patton	Mide la forma de los fragmentos y los agrupa en 5 categorías (redondo, ovales y redondos, oval oblongo, rectangulares, oblongos e irregulares).
	Índice de grado de fragmentación (F)	Mide el grado de fragmentación del paisaje
	Conectividad Ecológica	Se evalúa la facilidad con la que se produce el movimiento de las especies y otros flujos ecológicos entre las diferentes zonas y recursos de hábitat a través del territorio.

Considerando los tipos de coberturas registrados por INEGI en el conjunto de datos de uso de suelo y vegetación serie VII (ver Tabla 2), dentro del área de influencia del proyecto se identifican nueve tipos de cobertura natural, entre los que destacan por su superficie la selva mediana subcaducifolia y el manglar. En general, la vegetación natural representa el 87% de la superficie total del área de influencia, mientras que la

superficie antrópica, como asentamientos humanos, pastizales cultivados y vegetación secundaria, representa el 13% dentro del sistema.

**Tabla 23. Tipo de cobertura y porcentaje de ocupación dentro del área de influencia(AI) del proyecto según la categoría de uso de suelo y vegetación.**

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	TIPO DE COBERTURA	%
Selva mediana subcaducifolia	Natural	87.0
Manglar		
Selva mediana subperennifolia		
Tular		
Vegetación de dunas costeras		
Selva baja caducifolia		
Selva baja espinosa subperennifolia		
Vegetación de Petén		
Pastizal halófilo		
Asentamientos humanos		
Pastizal cultivado		
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia		
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia		
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia		
Vegetación secundaria arbórea de manglar		
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia		
Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	0.1

No obstante, a pesar de que el área de influencia (AI) del proyecto está principalmente compuesta por vegetación natural, existen ecosistemas muy fragmentados como es el caso del tular, manglar y selva mediana subperennifolia, las cuales presentan la mayor cantidad de fragmentos o parches dentro del área de influencia.

**Tabla 24 Fragmentos y superficie por tipo de vegetación o cobertura natural dentro del área de influencia (AI) del proyecto.**

VEGETACIÓN O COBERTURA NATURAL	FRAGMENTOS	HECTÁREAS (Has.)
Tular	26	9,010.8525
Manglar	19	14,010.2512
Selva mediana subperennifolia	15	12,378.6594
Selva mediana subcaducifolia	6	20,195.8630
Vegetación de dunas costeras	3	3,082.0375
Pastizal halófilo	2	147.5971
Selva baja caducifolia	1	2,390.5585
Selva baja espinosa subperennifolia	1	1,457.6883
Vegetación de Petén	1	7.1854
<b>TOTAL</b>	<b>74</b>	<b>62,680.6929</b>

Otro indicador de la fragmentación del paisaje dentro del área de influencia del proyecto es el índice de fragmentación (F). Este índice se calcula de manera global a través de la relación del área con vegetación natural entre el área total con vegetación, entendida ésta como el área con cualquier tipo de vegetación

tanto natural como antrópica, excluyendo el área de asentamientos humanos, infraestructura y cuerpos de agua. Particularmente, se puede calcular el índice de fragmentación para cada tipo vegetación natural, utilizando la ecuación:

$$F = \frac{\text{Área del tipo de vegetación natural}}{\text{Área fragmentada}}$$

En donde el área fragmentada representa la suma del área con vegetación antrópica (pastizales cultivados, agricultura, vegetación secundaria o perturbada) más el área del tipo de vegetación natural de referencia o en comparación. Los resultados obtenidos con la aplicación de la anterior ecuación fueron comparados con los valores de referencia para el índice de fragmentación (Tabla 7).

**Tabla 25. Valores referidos para el índice de fragmentación**

RANGO F	GRADO DE FRAGMENTACIÓN
F= 1	Sin fragmentación
F= < 1 ≤ 0.7	Fragmentación moderada
F= < 0.7 ≤ 0.5	Altamente fragmentado
F= < 0.5	Insularizado

En términos globales, el índice de fragmentación en el área de influencia del proyecto es de 0.8, lo que indica una fragmentación moderada. Sin embargo, esto solo representa a la vegetación de selva mediana subcaducifolia, ya que la vegetación de manglar, selva mediana subperennifolia y tular presentan grados de fragmentación altos, y el caso de la selva baja caducifolia, selva baja espinosa, pastizal halófilo, vegetación de dunas costeras y vegetación de Petén tienen un grado de fragmentación insularizado.

**Tabla 26. Índice de fragmentación F y grado de fragmentación para las coberturas con vegetación natural.**

VEGETACIÓN O COBERTURA NATURAL	F	GRADO DE FRAGMENTACIÓN
Selva mediana subcaducifolia	0.70	Moderado
Manglar	0.61	Alto
Selva mediana subperennifolia	0.58	Alto
Tular	0.50	Alto
Selva mediana subcaducifolia	0.70	Moderado
Vegetación de dunas costeras	0.25	Insularizado
Selva baja caducifolia	0.21	Insularizado
Selva baja espinosa subperennifolia	0.14	Insularizado
Pastizal halófilo	0.02	Insularizado
Vegetación de Petén	0.01	Insularizado
<b>*Superficie con vegetación fragmentada</b>		<b>9,021.6995 Has.</b>
<b>*Superficie total con vegetación</b>		<b>71,702.3924 Has.</b>

Finalmente, otro indicador de la fragmentación del hábitat es el índice de forma o índice de diversidad de Patton (1975), el cual expresa la forma de los fragmentos como la relación:

$$Di = \frac{p}{2\sqrt{A\pi}}$$

En donde,  $p$  es el perímetro (m),  $A$  es el área (m<sup>2</sup>) y  $Di$  es el índice de diversidad de Patton de cada fragmento.  $Di$  varía entre 1 y 2, cuando  $Di$  es 1, la forma del fragmento semeja un círculo, a medida que



éste va aumentando la forma se va tornando más compleja.

Este modelo describe que el efecto de borde influye en la forma de los fragmentos, en el grado de conservación y afecta la diversidad de fauna silvestre. Es por ello, que los fragmentos con patrones de formas redondeadas presentan menor efecto de borde, mientras que, en los fragmentos con formas irregulares el efecto de borde es mayor y por lo tanto se encuentran mayormente perturbados.

**Tabla 27. Forma de los fragmentos de vegetación según el índice de diversidad de forma de Patton.**

FORMA	ÍNDICE DE DIVERSIDAD (DI)
Redondo (RO)	< 1.25
Oval-redondo (OV-RO)	1.25 ≤ 1.5
Oval-oblongo (OV-OB)	1.50 ≤ 1.75
Rectangular-oblongo (RE-OB)	1.75 ≤ 2
Irregular o amorfo (AF)	> 2

Con base en lo anterior, se obtuvo que del total de parches de vegetación natural (74) el 51% corresponden a parches redondos. Los parches de vegetación de tular son los que presentan mayor porcentaje de forma redonda, seguido de la vegetación de selva mediana subperennifolia. Por otro lado, el manglar es el que presenta al menos 3 parches o fragmentos con forma irregular o amorfa. Nos obstante, en general se observa que la mayoría de los parches o fragmentos del paisaje tienen formas redondas a oval-redonda (Tabla 26).

**Tabla 28. Forma de los parches de la vegetación natural en el área de influencia del proyecto.**

VEGETACIÓN O COBERTURA NATURAL	OV-OB	OV-RO	RE-OB	TOTAL GENERAL
Manglar	6	3	2	19
Pastizal halófilo				2
Selva baja caducifolia		1		1
Selva baja espinosa subperennifolia				1
Selva mediana subcaducifolia	1	1		6
Selva mediana subperennifolia	3	3	1	15
Tular	5	3	1	26
Vegetación de dunas costeras	1			3
Vegetación de Petén				1
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>74</b>

**c) Conectividad del hábitat**

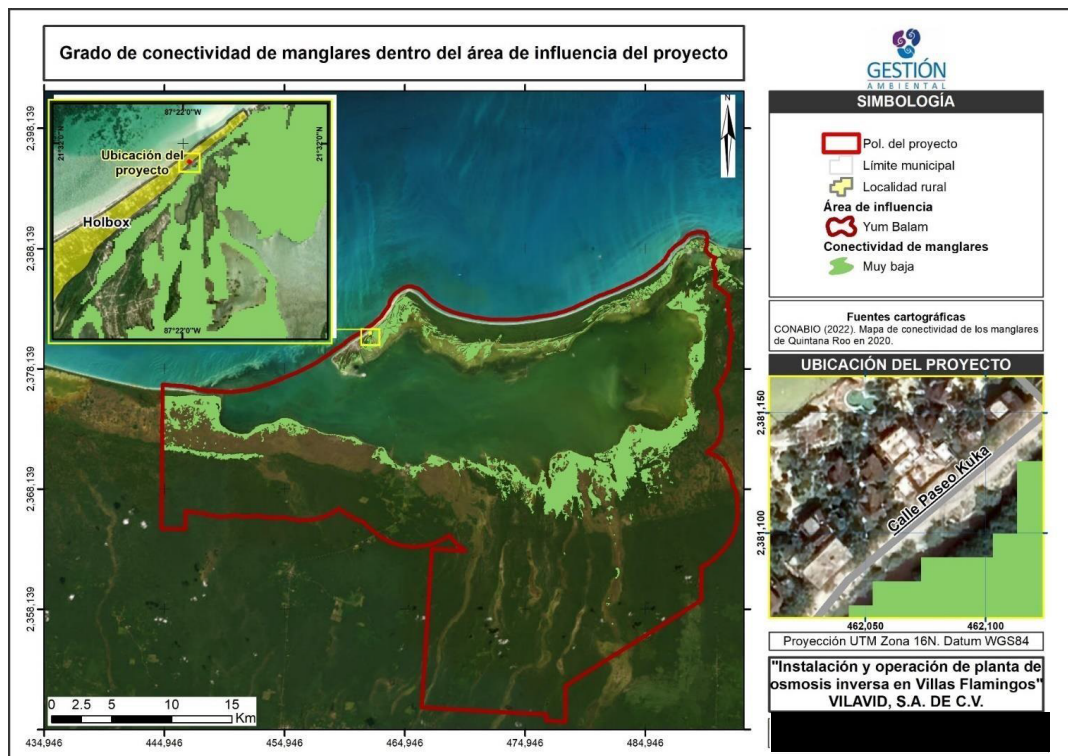
La conectividad como concepto propiamente dicho es un término que recoge una amplia diversidad de significados, sin embargo, en términos generales se divide en conectividad estructural y conectividad funcional (Goodwyn 2003).

El componente estructural lo determina la distribución espacial de los tipos diferentes de hábitat en el paisaje y además influyen factores como la continuidad de hábitat adecuados, la cantidad y longitud de las brechas y la presencia de sendas o redes alternas entre hábitats adecuados (Bennett 2003).

Mientras que el componente funcional, de acuerdo con Taylor et al (1993), es la capacidad del territorio para dar soporte a los desplazamientos de las especies entre las teselas con recursos, así como la habilidad de estas especies para moverse dentro de los diferentes elementos que conforman un paisaje (Bennett 2003, Stevens et al 2004).

Con base en la capa de conectividad de los manglares de Quintana Roo en el año 2020, el área de influencia del proyecto cuenta con un corredor de categoría muy baja. No obstante, considerando que el manglar es el tipo de vegetación de mayor importancia ecológica dentro de la región, se consideró la superficie de conectividad del manglar para medir la conectividad ecológica general del área de influencia.

A partir de lo anterior, se calculó que el 67% de la superficie con vegetación de manglar presenta características de conectividad ambiental (Figura 34).



**Figura 34. Grado de conectividad de manglares dentro del área de influencia del proyecto.**

#### IV.4.3 Diagnóstico ambiental

A partir del análisis de Sistema Ambiental Regional en el que se enmarca el Proyecto y el cual es objeto de esta Manifestación de impacto ambiental, se concluye lo siguiente:

El Área de Proyecto propuesta es una zona altamente presionada por factores antropogénicos; como la construcción de desarrollos turísticos y vialidades de terracería, actualmente el SAR y el Área de influencia (AI) se encuentran fragmentados y los hábitats disponibles para la fauna se han reducido. Así mismo, algunas especies de fauna se han desplazado a otros sitios menos perturbados a su alrededor. Dentro del predio no existe evidencia de la presencia de fauna nativa a excepción de un mamífero (*Procyon lotor*) y de iguanas negras, mismas que están listadas en la NOM-059-SEMARNAT. Actualmente se observan aves que sobrevuelan el predio y sus alrededores como los listados en la Tabla 13.

En lo referente a la hidrogeología local, que es en su momento el aspecto ambiental que podría resultar con mayor grado de afectación, es de suma relevancia hacer notar dos aspectos: el primero es que en la zona se presenta de forma natural el fenómeno de intrusión salina, por las características del sistema geológico; y el segundo es que en base a los estudios sobre la disponibilidad media anual de las aguas subterráneas, es posible obtener la concesión para su aprovechamiento en los volúmenes planteados sin

alterar de forma significativa el balance hídrico de la región, ya que la cuenca se considera **NO SOBREEXPLOTADA**, lo que significa que la recarga aun es mayor que la extracción.

Sin embargo, a partir de 2015 el acuífero Yucatán, al cual pertenecen las aguas subterráneas que proveerían el abastecimiento del presente proyecto, presentó ya fenómenos de Intrusión Salina en pozos monitoreados por CONAGUA. Dichos eventos no se presentan en el área de implementación del proyecto, si no en la Isla de Cozumel.

Se considera de primordial importancia la observación de las medidas que establezca la Autoridad del Agua para la gestión adecuada de la explotación del acuífero, ya que en la localidad de Isla Holbox la demanda de abastecimiento de agua crece a un ritmo acelerado igual al crecimiento poblacional y a la oferta de servicios turísticos que se incrementa en temporadas de estiaje pues se conjunta con la temporada de avistamiento de Tiburón Ballena, uno de los atractivos turísticos que ofrece el APFF Yum Balam.

Es de especial interés hacer notar la relevancia de una correcta administración del aprovechamiento de agua subterránea y la descarga a bienes nacionales que se otorguen en concesión.

Con base a los diversos sistemas de control y vigilancia, así como brindando la adecuada capacitación al personal que operará la planta de osmosis inversa o que tenga incidencia en la generación del impacto ambiental relacionado con este factor, se puede colaborar en el manejo integrado de la cuenca tendiente a conservar el recurso sustentablemente.

En el mismo Programa de Manejo en su página 159 que dicta lo siguiente:

*“...Por otro lado, **una alternativa para atender a las necesidades de suministro de agua, que pudieran generarse dentro del Área Natural Protegida, es la desalinización de aguas marinas y salobres.** Este proceso consiste en la separación de sales del agua mediante diversas tecnologías, teniendo como resultado el agua potable para consumo, así como salmueras que eventualmente deben ser tratadas antes de descargarlas al mar...”*

*“...Por lo anterior, es importante establecer las disposiciones relacionadas con las obras de toma de aguas a desalinizar y de las descargas de aguas de rechazo del proceso de desalinización, que deben cumplir las plantas desalinizadoras o procesos que generen aguas de rechazo salobres o salinas en el Área Natural Protegida, con el fin de proteger a los ecosistemas, garantizando las mejores condiciones ambientales y, a la **vez promoviendo que se incorporen nuevas fuentes y tecnologías alternas como el aprovechamiento de las aguas marinas y salobres para el abasto de agua...**”*

*“...**conservar en las mejores condiciones ambientales las características físico-químicas de los cuerpos de agua del Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, a la vez que se incorporan para el abasto de agua potable nuevas fuentes y tecnologías alternas tales como el aprovechamiento de aguas marinas y salobres.**”*

*Asimismo, con la incorporación de esas fuentes de agua alternativas, se hace necesario establecer requisitos en aspectos relacionados con las obras de toma de aguas a desalinizar y en las descargas de las aguas de rechazo del proceso de desalinización, que deben cumplir las plantas desalinizadoras o*

*procesos que generen aguas de rechazo salobres o salinas del país, con el fin de proteger al ambiente, que genere las mejores condiciones ambientales, a la vez que se incorporan para el abasto nuevas fuentes y tecnologías alternas como el aprovechamiento de las aguas marinas y salobres Asimismo, tomando en consideración que el Área Natural Protegida tiene presencia de ecosistemas frágiles, tales como arrecifes de coral, manglares, pastos marinos, humedales, y comprende sitios importantes para la alimentación y anidación de especies en categoría de riesgo, a la vez que es reconocida como Humedal de Importancia Internacional (Convención RAMSAR), es necesario que con la descarga de plantas desalinizadoras se reduzcan las afectaciones...”*

Esta propuesta de abastecimiento mediante nuevas tecnologías de desalinización y aprovechamiento de aguas salobres en el APFF Yum Balam definidas por su Programas de Manejo como una alternativa viable y deseable, por lo que con esas bases se presenta este proyecto que plantea llevar a la realidad lo señalado por el Programa de Manejo del ANP.

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

### V.1 Identificación de impactos.

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

Dentro de la metodología de evaluación de impactos ambientales se mencionan los llamados métodos cuantitativos, en un intento de lograr objetividad en el análisis y hacer más comparables sus resultados.

Aunque existen varios métodos para la valoración de los impactos ambientales, uno de los más usados es el de Conesa Fernández-Vítora (2010), ya que éste valora y describe el impacto ambiental, considerando los criterios o atributos de Intensidad, Extensión, Momento, Persistencia, Reversibilidad, Sinergia, Acumulación, Efecto, Periodicidad y Recuperabilidad. Cabe mencionar que, con variantes en el número y tipo de elementos en la fórmula y los factores de ponderación, el método propuesto por Conesa Fernández-Vítora para el cálculo de la Importancia es usado muy comúnmente para la valoración de impactos.

Para su ejecución, será necesario primeramente identificar las acciones que pueden causar impactos negativos o positivos sobre una serie de factores del medio, mediante una matriz de identificación de efectos. Dicha matriz consiste en relacionar las acciones del proyecto con los elementos del medio a afectar.

Tabla 29. Matriz de identificación de efectos.

Acciones Impactantes  Factores del medio			ETAPA DE PREPARACIÓN	ETAPA DE PERFORACIÓN E INSTALACIÓN			ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
			Solicitud de concesión CONAGUA y/o permisos	Perforación de pozos	Instalación de planta de Ósmosis Inversa	Instalación de medidor de SDT telemétrico	Pruebas de operación de Ósmosis Inversa	Extracción de agua subterránea salobre	Descarga de agua de rechazo de ósmosis inversa
Medio Físico	Aire	Nivel de polvo		X	X	X			
		Nivel de ruido		X	X	X			
	Suelo	Contaminación		X	X	X			X
		Alteración de las características		X					
	Agua subterránea	Contaminación		X				X	
		Nivel Freático					X	X	
		Intrusión salina					X	X	
Uso del agua						X			
Medio Socio Económico	Economía y Población	Calidad de vida					X		X
		Empleo	X	X	X	X	X	X	X

Al terminar la valoración para las diez categorías los puntos asignados a cada una de ellas se suman, para el cálculo de la Importancia del impacto (I), a través de la siguiente fórmula:

$$I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

En la fórmula cada letra identifica un atributo, que en el caso de la Intensidad (IN) se pondera multiplicándola por 3 y en el caso de la Extensión (EX) se multiplica por 2. La suma total representa la Importancia del impacto (I) y lleva el signo del atributo de carácter.

**Tabla 30. Criterios para evaluar la Importancia del Impacto (Conesa, 2010)**

CRITERIO PARA EVALUACION DEL IMPACTO	VALORES DE IMPORTANCIA
IRRELEVANTE	< 25
MODERADO	25 a 50
SEVERO	50 a 75
CRITICO	> 75

La importancia del impacto puede tomar valores entre 13 y 100. Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 se consideran **irrelevantes** de acuerdo con esta metodología. Los impactos **moderados** presentan una importancia entre 25 y 50; serán **severos** cuando la importancia se encuentre entre 50 y 75, y **críticos** cuando el valor sea superior a 75, tal y como se resume en la Tabla No. 28.

La categorización de los impactos según su Importancia tiene utilidad práctica, pues a través de estos números podemos establecer una jerarquía en el listado de los impactos negativos, desde los más severos hasta los irrelevantes. Esta jerarquización nos ayuda a separar y priorizar los impactos más significativos, para los cuales se deben elaborar medidas de mitigación adecuadas.

Los impactos negativos irrelevantes pueden requerir tan solo de medidas de protección generales, mientras que los negativos moderados, y especialmente los severos, ya requieren medidas más elaboradas. Los impactos negativos críticos demandan medidas de manejo especiales. Estos impactos son altamente significativos y si no se buscan alternativas que eliminen las causas o las cambien por otras de efectos menos dañinas, pueden hacer inviable un Proyecto.

En el caso de los impactos positivos se tratará simplemente de potenciarlos para reforzar su efecto benéfico y garantizar su cumplimiento.

## V.2 Caracterización de los impactos.

### Descripción de los criterios para determinar la importancia de los componentes ambientales afectados:

#### Signo.

El signo hace referencia al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los factores considerados. Sin embargo, en ocasiones no es fácil predecir el efecto por lo que se puede incluir un tercer valor (x), que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir.

### **Intensidad.**

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

En un sentido negativo, cuando la intensidad es alta, se produce una destrucción casi total del factor ambiental afectado y si es baja, hay una modificación mínima del factor afectado. En un sentido positivo, la intensidad alta refleja un beneficio máximo, mientras que si es baja solo indicaría una cierta mejora.

En ambos casos, la intensidad media representa una situación intermedia al ser comparada con los dos niveles anteriores. Por eso, para este tipo de impacto es necesario establecer una escala relativa de destrucción/beneficio referido al factor que se analiza. Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La escala de valoración está comprendida entre 1 y 12, en el que 12 expresa una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, y 1 indica una afectación mínima.

### **Extensión.**

Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto, es decir, el porcentaje de área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto. La escala de valoración para esta característica es entre 1 y 8 en la que 1 representa un efecto muy localizado o puntual y 8 representa una ubicación de influencia generalizada en todo el entorno del proyecto. Esta característica introduce un valor adicional que aplica si el impacto se produce en un lugar crítico. En este caso se deben sumar cuatro unidades al número que resultó de la valoración del porcentaje de extensión en que se manifiesta. Cuando éste es el caso, y además se trata de un impacto peligroso para el cual no es posible introducir medidas correctoras, deberá buscarse otra alternativa a la actividad.

### **Efecto.**

Aquí se alude a la inmediatez del impacto y su posición en la cadena de efectos. Si el impacto tiene un efecto inmediato sobre algún factor del medio se habla de impacto directo. Si el efecto tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor entonces se dice que es indirecto.

Los impactos directos son también llamados primarios, son los más obvios pues ocurren casi al mismo tiempo que la acción que los causa, mientras que los indirectos son llamados secundarios, terciarios, etc.

Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción a consecuencia directa de ésta y se califica con el valor 4. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. En este caso se califica con 1.

### **Momento.**



El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándole en ambos casos un valor de 4. Si el período de tiempo va de 1 a 5 años, Medio Plazo, se asigna el valor 2 y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años se califica con 1, Largo Plazo. Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de 1 a 4 unidades que se suman al valor obtenido previamente, según su momento de acción.

### **Persistencia.**

Una faceta importante del impacto es el tiempo que permanece actuando, es decir, la duración que teóricamente tendrá la alteración del factor que se está valorando. Así, se considera permanente aquel impacto que provoca una alteración, indefinida en el tiempo (por ejemplo, superior a un año); temporal aquel que causa una alteración transitoria (por ejemplo, varios meses) y fugaz aquel que causa una alteración breve (por ejemplo, días o semanas). Se refiere al tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras. Si la persistencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto fugaz, asignándole un valor de 1. Si dura entre 1 y 10 años, se califica como temporal (2) y si el efecto tiene una duración superior a 10 años, se considera permanente y debe calificarse con un valor de 4.

### **Reversibilidad.**

En ocasiones, el medio alterado por alguna acción puede retornar de forma natural, a su situación inicial cuando la acción cesa. Hablamos entonces de impacto reversible. Cuando al desaparecer dicha acción, no es posible el retorno al estado original de manera natural, decimos entonces que el impacto es irreversible.

Al incorporar en su definición el concepto de retorno a la situación inicial de forma natural, este tipo de impacto alude en un sentido ecológico, término que se define como la capacidad que tiene un sistema para retornar a las condiciones previas a la perturbación. Ello involucra, por tanto, procesos naturales y mecanismos de autodepuración, posibles solo entre los distintos componentes del medio físico-natural, por lo que la categoría de reversibilidad no debe aplicarse cuando tratamos de impactos al medio socio- económico-cultural. Siguiendo los intervalos de tiempo expresados para la característica previa, al Corto Plazo, se le asigna un valor de 1, si es a Medio Plazo 2 y si el efecto es irreversible 4.

### **Periodicidad.**

Alude a la regularidad o grado de permanencia del impacto en un período de tiempo. Se define como irregular al que se manifiesta de forma discontinua e impredecible en el tiempo, periódico si se expresa de forma regular pero intermitente en el tiempo y continuo si el cambio se manifiesta constante o permanentemente en el tiempo. Este último, en su aplicación, tiende a confundirse con el impacto permanente, si bien uno concierne a su comportamiento en el tiempo y el otro al tiempo de actuación. Periodicidad. A los efectos continuos se les asigna un valor de 4, a los periódicos 2 y a los de aparición

irregular y a los discontinuos con 1.

### **Acumulación.**

Cuando la acción que provoca el impacto se mantiene a lo largo del tiempo, puede ocurrir que su efecto se agudice y se amplíe y entonces hablamos de impacto acumulativo. En un impacto simple el efecto es individualizado y éste no se potencia aun cuando la acción que lo provoca persista en el tiempo, por lo que no hay inducción de nuevos efectos. Precisamente, por el incremento de los efectos este tipo de impacto es objeto incluso de evaluaciones particulares (Canter, 1999). Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como 1 y si el efecto es acumulativo se califica con 4.

### **Sinergia.**

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor 1, si se presenta un sinergismo moderado 2 y si es altamente sinérgico 4.

### **Recuperabilidad.**

No siempre es posible que el medio alterado por alguna acción pueda regresar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa. En tales casos debemos tomar medidas para que esto ocurra. Definimos entonces el impacto recuperable como aquel donde la aplicación de medidas correctoras permite el retorno a la situación inicial cuando desaparece la acción que lo causa, o mitigable cuando al desaparecer la acción impactante, los efectos pueden ser mitigados con medidas correctoras, si bien no se llega a la situación inicial. En ambos casos aplican las llamadas medidas mitigadoras.

Por otra parte, el impacto es irrecuperable cuando al desaparecer la acción que lo causa no es posible el retorno a la situación inicial, ni siquiera a través de medidas de protección ambiental, por lo que además de medidas mitigadoras para reducirlo, debemos aplicar las llamadas medidas compensatorias para remediarlo. La categoría de recuperabilidad no aplica a los impactos positivos, pues su definición abarca el concepto de medidas mitigadoras o compensatorias que solo se aplican a los impactos negativos. Para los impactos positivos, se manejan las llamadas medidas optimizadoras encaminadas a perfeccionar, ampliar y expandir el beneficio del impacto positivo.

Si el efecto es totalmente recuperable se le asigna un valor de 1 ó 2, según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor de 4, que se resta al valor de importancia total. Cuando el efecto es irrecuperable se le asigna el valor de 8. Si el efecto es irrecuperable, pero existe la posibilidad de aplicar medidas compensatorias, entonces el valor que se adopta es 4.

### V.2.1. Indicadores de impacto.

Los indicadores de impacto se describen como la expresión medible y cuantificable de un impacto ambiental, con o sin proyecto, por lo que son variables simples y/o complejas que presentan una alteración o repercusión sobre un factor ambiental definido, por lo que un indicador es capaz de caracterizar y evaluar el estado del factor que se pretende valorar.

Los indicadores que se proponen para seguimiento de este proyecto son los siguientes:

1. (Metros cúbicos extraídos de agua salobre al año/ Volumen concesionado)
2. (Kilos de Residuos Sólidos generados x semana/No. Trabajadores en la perforación)
3. (Kilos de Residuos Manejo Especial generados x semana/No. Trabajadores en la perforación)
4. (Kilos de Residuos Peligrosos generados / días del mes)
5. (Empleos permanentes generados/año)
6. (ppm de SDT en la descarga/ppm de SDT en el agua permeada)
7. (Número de empleados externos e internos/ número de empleados asisten a cursos de capacitación ambiental)

Mediante el Programa de Seguimiento y Control (Apartado VI.3) se recabarán las evidencias para poder medir la efectividad de los indicadores propuestos y/o proponer acciones correctivas y preventivas en caso de ser necesario, así como adecuaciones o cambios a los indicadores aquí señalados o las acciones realizadas en busca de una mejor continua en relación con los aspectos ambientales del proyecto.

### V.3 Valoración de los impactos.

A continuación, se presenta la valoración cuantitativa de los impactos ambientales identificados, tomando como base las interacciones establecidas en las matrices de causa- efecto, descritas anteriormente.

La Matriz de Importancia del Impacto (Tabla 29.) resume lo que se irá detallando en los subsecuentes párrafos.

Acciones Impactantes			ETAPA DE PREPARACIÓN	ETAPA DE PERFORACIÓN E INSTALACIÓN				ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
			Solicitud de concesión CONAGUAY/o permisos	Perforación de pozos	Instalación de Planta de Osmosis Inversa	Instalación de medidor de SDT telemétrico	Pruebas de operación de Osmosis Inversa	Extracción de agua salobre del acuífero para desalinización	Descarga de agua de rechazo del proceso de desalinización	Mantenimiento preventivo y correctivo de Osmosis Inversa
Factores del medio										
Medio Físico	Aire	Nivel de polvo		-25	-20	-20				
		Nivel de ruido		-25	-20	-20				
	Suelo	Contaminación		-29	-19	-19				-20
		Alteración de las características		-68						
	Agua subterránea	Contaminación		-37					-50	
		Nivel Freático						-49	45	
		Intrusión salina						-69	-48	
	Uso del agua						63			
Medio Socio Económico	Economía y Población	Calidad de vida						60		52
		Empleo	42	42	42	42	42	49	49	49

Tabla 31. Matriz de Importancia del Impacto

### V.3.1 ETAPA DE PREPARACIÓN

#### *MEDIO SOCIO ECONÓMICO*

##### **ACCIÓN QUE GENERA EL IMPACTO: SOLICITUD DE CONCESIÓN DE AGUAS NACIONALES Y/O PERMISOS.**

###### **1. Impacto identificado: Creación de Empleos**

Por asesoría y gestión de permisos ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y demás dependencias para el aprovechamiento de aguas nacionales de calidad salobre y la perforación de dos pozos.

Naturaleza o carácter: Benéfico

Componente Ambiental: Economía y Población

Elemento: Empleo

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (4) + 2 (8) + (4) + (1) + (1) + (1) + (1) + (4) + (1) + (1) = + 42$$

**Valor: + 42**

**MODERADO**

Las actividades de esta etapa son de alta intensidad, por lo que se asigna el valor de 4 ya que se requiere de la contratación de personal externo a la Asociación para llevar a cabo la asesoría y gestión de los diversos permisos, al criterio de extensión corresponde el valor 8 pues aplica a todo el proyecto en general.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto, se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es fugaz dado que se crea empleo en esta etapa por un periodo menor a un año, la reversibilidad se considera sucede a corto plazo y se asigna un valor de 1, los efectos de esta etapa son simples y no presentan sinergia, ni acumulación con ningún otro por lo que se les asignan valores de 1 en ambos casos.

Los efectos al factor ocurren directamente en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa- efecto, la periodicidad del efecto se estima sea periódica, pues se presenta en espacios de una visita al mes por parte de los consultores para llevar a cabo estas tareas.

Con la obtención de los permisos cesarán las actividades, por lo que los efectos causados son reversibles y el factor es recuperable. Al tratarse de un impacto de signo positivo, no se requiere medida de mitigación o prevención.

### V.1.2 ETAPA DE PERFORACIÓN E INSTALACIÓN

#### *MEDIO FÍSICO*

##### **ACCIÓN QUE GENERA EL IMPACTO: PERFORACIÓN DE POZOS**

###### **2. Impacto identificado: Aumento en el Nivel de polvos**

Con esta actividad se generación de polvos fugitivos, partículas que se desprenderán del suelo al momento de la perforación, movimiento de suelo y tierra debido a la utilización de maquinaria para perforación de pozos.

Naturaleza o carácter: Perjudicial Componente Ambiental: Aire Elemento: Nivel de polvo

Durante el tiempo en que funcione la maquinaria, y el tránsito de vehículos para este fin, el proceso de perforación del pozo generará polvos y partículas suspendidas, aumentando el nivel de presencia de polvos los cuales podrían causar molestias en el entorno del predio, tanto para las personas, vegetación y/o animales que transiten en las cercanías.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (2) + 2 (2) + (4) + (1) + (1) + (2) + (1) + (4) + (1) + (1) = -25$$

**Valor: - 25**

**MODERADO**

Las actividades de esta etapa son de media intensidad, pues queda acotado a un área restringida considerándose las vialidades de terracería que conducen al lugar de perforación, por lo que se asigna el valor de 2, al criterio de extensión corresponde el valor 2 pues el área afectada será no solo la parte del predio donde se ubicarán los pozos, sino parte del predio donde circularán los vehículos de apoyo a los trabajos.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es fugaz dado que se generarán polvos y partículas suspendidas por un periodo menor a 10 días, la reversibilidad se considera sucede a corto plazo y se asigna un valor de 1, los efectos de esta etapa son simples y presentan un sinergismo moderado respecto al nivel de ruido generado por la perforación, por lo que se asigna un valor de 2, no existe acumulación por lo que se le asignará un valor de 1.

Los efectos al factor ocurren directo en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa- efecto, la periodicidad del efecto se estima sea periódica, pues se presenta solo durante el tiempo que trabajará la perforadora por lo que el valor asignado es 1.

Con la terminación de la perforación de los pozos cesarán las actividades generadoras de polvos, por lo que los efectos causados son reversibles y el factor es recuperable a través de las medidas de mitigación adecuadas.

### 3. Impacto identificado: **Aumento en los Niveles de ruido**

Naturaleza o carácter: Perjudicial

Componente Ambiental: Aire

Elemento: Nivel de ruido

Durante el tiempo en que funcione la maquinaria, el proceso de perforación del pozo generará ruidos y vibraciones, los cuales podrían causar molestias en el entorno y los habitantes de los condominios.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (2) + 2 (2) + (4) + (1) + (1) + (2) + (1) + (4) + (1) + (1) = - 25$$

**Valor: - 25**

**MODERADO**

Las actividades de esta etapa son de media intensidad, pues el nivel de ruido generado se verá limitado a un área restringida, la cual se ha considerado como el área de vialidades de terracería que llevarán al lugar de perforación, por lo que se asigna el valor de 2, al criterio de extensión corresponde igualmente a un valor de 2, ya que el área afectada será no solo la parte del predio donde se ubicarán los pozos, sino también parte del predio donde circularán los vehículos de apoyo a los trabajos.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es fugaz dado que los niveles de ruido se generarán por un periodo menor a 10 días, que es el tiempo que se calcula para la terminación de las actividades de perforación, la reversibilidad se considera sucede a corto plazo y se asigna un valor de 1, los efectos de esta etapa son simples y presentan un sinergismo moderado respecto al nivel de polvo generado por la perforación, por lo que se asigna un valor de 2, al no existir acumulación se le asignará un valor de 1.

Los efectos al factor ocurren directo en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa- efecto, la periodicidad del efecto se estima sea periódica, pues se presenta solo durante el tiempo que trabajará la maquinaria de perforación, por lo que el valor asignado será 1.

Con la culminación de las tareas de perforación de los pozos, cesarán las actividades generadoras de ruido por lo que los efectos causados son reversibles y el factor es recuperable a través de las medidas de mitigación correspondientes.

**4. Impacto identificado: Contaminación del suelo por residuos sólidos urbanos, de Manejo Especial y/o peligrosos, así como lodos de perforación.**

Naturaleza o carácter: Perjudicial

Componente Ambiental: Suelo

Elemento: Contaminación

Las acciones de perforación de pozos ocasionarán que aumente el número de personas que transitan y llevan material para construir y rehabilitar los pozos, generando esto una mayor cantidad de residuos sólidos y/o peligrosos en el área durante la temporada en que estas actividades se lleven a cabo. Ello derivado de las

actividades como comida de los trabajadores, derrames impredecibles de aceite o grasas provenientes de la maquinaria de perforación o los vehículos de apoyo a las tareas de perforación de los pozos, así mismo se considera pudiesen generarse residuos de materiales tales como empaques y Residuos de Manejo Especial derivados de la excavación y construcción de los pozos, también se considera que los lodos de perforación derivado de la utilización de la perforadora, pudiesen quedar en la superficie del terreno, ocasionando la entrada de contaminantes al suelo.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (2) + 2 (4) + (4) + (1) + (1) + (2) + (1) + (4) + (1) + (1) = - 29$$

**Valor: - 29**

**MODERADO**

Las actividades de esta etapa son de intensidad media pues no se destruirá el suelo pero los lodos de perforación y piedras podrían añadir contaminantes al suelo y modificar sus cualidades, esta generación de residuos sólidos y/o peligrosos, de manejo especial y lodos se verá limitado a un área restringida, la cual se ha considerado como el área de vialidades de terracería y área de perforación en el caso de los Residuos y solamente al área de perforación en el caso de los lodos, por lo que se asigna el valor de 1, al criterio de extensión corresponde igualmente aun valor de 4, ya que el área afectada será en el predio en general ya sea en donde se ubicarán los pozos, así como en las áreas comunes del Hotel Villas Flamingos, áreas de circulación de vehículos y de maquinaria de apoyo a los trabajos de perforación.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es fugaz dado que los residuos generados se acotarán en el tiempo que duren las actividades de perforación y el personal encargado de ellas, se encuentre en el área, lo que se estima será por un periodo menor a 10 días, la reversibilidad se considera que sucederá a corto plazo y se asigna un valor de 1, los efectos de esta etapa son simples y no presentan sinergia ni acumulación, por lo que se les asignarán valores de 1.

Los efectos al factor ocurren de forma directa en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa- efecto, la periodicidad del efecto se estima será irregular o impredecible, pues se espera se presente de manera discontinua durante el tiempo que abarca esta acción, por lo que el valor asignado será 1.

Con la culminación de las tareas de perforación de los pozos, cesarán las actividades generadoras de residuos por parte de la implementación del proyecto por lo que los efectos causados son reversibles y el factor es recuperable a través de las medidas de mitigación correspondientes por lo que se asigna un valor de 1.

##### 5. Impacto identificado: **Alteración de la estructura y eliminación de capas de suelo y litológicas**

Naturaleza o carácter: Perjudicial

Componente Ambiental: Suelo



Elemento: Alteración de las características

Las acciones de perforación de pozos ocasionarán que se alteren definitiva y permanentemente las características litológicas y estratigráficas del terreno, aumente el número de personas que transitan y llevan material para construir los pozos, generando esto una mayor cantidad de residuos sólidos y/o peligrosos en el área durante la temporada en que estas actividades se lleven a cabo. Ello derivado de las actividades como comida de los trabajadores, derrames impredecibles de aceite o grasas provenientes de la maquinaria de perforación o los vehículos de apoyo a las tareas de perforación de los pozos, así mismo se considera pudiesen generarse residuos de materiales tales como empaques y Residuos de Manejo Especial derivados de la excavación y construcción de los pozos.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (12) + 2 (1) + (4) + (4) + (4) + (1) + (1) + (4) + (4) + (8) = - 68$$

**Valor: - 68**

**SEVERO**

Las actividades de esta etapa son de intensidad Total pues se considera que la destrucción del suelo y sus características abarca la totalidad del perfil del suelo, al prácticamente destruirlo cuando se realiza la perforación por lo que se asigna el valor máximo de 12, aunque esta afectación solo corresponda a pocas pulgadas de diámetro por lo que la extensión se considera puntual y tiene el 1 como valor asignado.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto, se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es permanente dado que la estratigrafía no se recupera en la zona donde se perforan y rehabilitan los pozos, los impactos se consideran irreversibles y se les asignará un valor de 4, los efectos de esta etapa son simples y no presentan sinergia ni acumulación, por lo que se les asignarán valores de 1.

Los efectos al factor ocurren de forma directa en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima en un valor de 4, pues se presenta de manera continua durante el tiempo que abarca esta acción.

#### 6. Impacto identificado: **Contaminación del manto freático al exponerlo directamente a residuos**

Naturaleza o carácter: Perjudicial

Componente Ambiental: Agua Subterránea

Elemento: Contaminación

Realizar los trabajos de perforación dejan el manto freático expuesto directamente a acciones de contaminación, iniciando esto con el proceso de apertura del pozo por medio de máquinas perforadoras que generan cortes y pérdidas de material existente en los perfiles superiores del suelo y roca presentes en el área en la superficie del terreno y el riesgo de que estas caigan al agua subterránea o se tiene la posibilidad de infiltración de lodos de perforación o cualquier residuo o material presente en la superficie

que antes de los trabajos, no era posible que alcanzara el nivel freático pues este no se encontraba expuesto.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (4) + 2 (1) + (4) + (4) + (4) + (1) + (1) + (4) + (1) + (4)) = - 37$$

**Valor: - 37**

**MODERADO**

### **MEDIO SOCIO ECONÓMICO**

#### **7. Impacto identificado: Creación de Empleos**

Naturaleza o carácter: Benéfico

Componente: Economía y Población

Elemento: Empleo

Para la perforación de los pozos de abastecimiento y descarga se requiere la contratación de personal especializado en esta actividad.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (4) + 2 (8) + (4) + (1) + (1) + (1) + (1) + (4) + (1) + (1)) = + 42$$

**Valor: + 42**

**MODERADO**

Las actividades de contratación de personal externo especializado para la perforación de pozos en esta etapa son de alta intensidad, por lo que se asigna el valor de 4, al criterio de extensión corresponde el valor 8 pues aplica a todo el proyecto en general.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto, se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es fugaz dado que se crea empleo en esta etapa por un periodo menor a un año, la reversibilidad se considera sucede acorto plazo y se asigna un valor de 1, los efectos de esta etapa son simples y no presentan sinergia, ni acumulación con ningún otro por lo que se les asignan valores de 1 en ambos casos.

Los efectos al factor ocurren directo en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima sea periódica, pues se presenta en un espacio de tiempo definido y corto de aproximadamente 10 diez días para llevar a cabo estas tareas.

Con la perforación de los pozos terminada la relación de contratación del personal dedicado a perforaciones llegará a su fin, por lo que los efectos causados son reversibles y el impacto no requiere medidas de mitigación pues es considerado benéfico.

**ACCION QUE GENERA EL IMPACTO: INSTALACIÓN DE PLANTA DE OSMOSIS INVERSA PARA  
DESALINIZACIÓN DE AGUA SALOBRE.**

**8. Impacto identificado: Aumento en el Nivel de polvos**

Naturaleza o carácter: Perjudicial

Componente Ambiental: Aire

Elemento: Nivel de polvo

Con esta actividad se generan polvos fugitivos y/o partículas que se desprenderán del suelo al momento del tránsito de personas, vehículos y acarreo de los materiales requeridos para la instalación de la planta de Osmosis Inversa que se llevara cabo para llevarla a una fase de desalación de agua.

Durante el tiempo en que se lleven a cabo los trabajos de perforación de pozos e instalación de la planta, se aumentara levemente el nivel de polvos debido a los trabajos en el área de instalación. Se espera que este impacto sea de un nivel bajo debido a que el material a instalar no requiere de grandes obras de construcción sino solo adecuaciones, por lo que la molestia por la presencia de polvos sería limitada al personal que labora en el Hotel Villas Flamingos y a los visitantes que transiten en las cercanías.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + (4) + (1) + (1) + (2) + (1) + (4) + (1) + (1)) = - 20$$

**Valor: - 20**

**IRRELEVANTE**

Las actividades de esta etapa son de una intensidad baja pues se trata de una afección mínima, pues queda acotado a un área restringida y los materiales a instalar no requieren de obra de construcción. Los polvos o partículas generados se limitarán tan solo al área donde se colocará la Planta de osmosis inversa, por lo que en el caso de la extensión se asigna el valor de 1, pues se considera puntual.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto se le ha asignado el valor 4, la persistencia se considera fugaz dado que los polvos y partículas suspendidas generados tendrán una temporada muy corta de tiempo de afectación, la reversibilidad se considera sucede a corto plazo pues este impacto cesa al terminarse los trabajos de perforación de pozos e instalación de la planta de Osmosis Inversa y por lo tanto, se le asigna un valor de 1, los efectos de esta etapa se estima presentan un sinergismo moderado respecto al nivel de ruido generado por el uso de maquinaria tal como taladros, martillos y otros utensilios necesarios para la perforación e instalación, por lo que se asigna un valor de 2, no existiendo acumulación por lo que se le asignará un valor de 1.

Los efectos al factor ocurren directo en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima sea discontinua, pues se presenta solo durante los trabajos de perforación de pozos y colocación de la planta de osmosis inversa y como esto no sucede de manera periódica, ni continua, el valor asignado es 1.

Con la terminación de los trabajos de perforación de pozos e instalación de la planta de Osmosis Inversa, cesarán las actividades generadoras de polvos y partículas, por lo que se estima que el elemento es recuperable de manera inmediata una vez que cesa la acción, por lo que su valor se considera es de 1.

**9. Impacto identificado: Aumento en los Niveles de ruido**

Naturaleza o carácter: Perjudicial

Componente Ambiental: Aire

Elemento: Nivel de ruido

Durante el tiempo en que se realicen los trabajos de perforación de pozos e instalación de la planta de Osmosis Inversa dichas actividades se llevarán a cabo en el área de servicios del Hotel Villas Flamingos, lo que generará ruidos y vibraciones, los cuales podrían causar molestias en el entorno y los trabajadores y visitantes del Hotel.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + (4) + (1) + (1) + (2) + (1) + (4) + (1) + (1) = - 20$$

**Valor: - 20**

**IRRELEVANTE**

Las actividades de esta etapa son de baja intensidad, pues el nivel de ruido generado se verá limitado a un área muy restringida y no habrá obra de construcción sino pequeñas adecuaciones y la perforación sería quizás lo más ruidoso, pero en general no se requiere el empleo de maquinaria pesada, sino solo utensilios y herramientas de trabajo ligero, a excepción de la perforadora. Todo el trabajo se llevará a cabo en el área de servicios del Hotel, por lo que se considera que la extensión será puntual, por lo que se asigna el valor de 1.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto, se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es fugaz, con valor de 1, dado que los aumentos en los niveles de ruido se generarán por un periodo muy corto, menor a 10 días, que es el tiempo que se calcula para llevar a cabo las tareas de perforación de pozos e instalación de la planta de ósmosis inversa.

La reversibilidad se considera sucede a corto plazo y se asigna un valor de 1, los efectos de esta etapa se considera que presentan un sinergismo moderado respecto al nivel de polvo generado por los trabajos de esta etapa, por lo que se asigna un valor de 2, al no existir acumulación se le asignará un valor de 1.

Los efectos al factor ocurren directo en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima sea aperiódica o discontinua, pues se presenta solo durante el tiempo que se realizan los trabajos de modificación en la Planta, por lo que el valor asignado será 1.

Una vez llevada a cabo las tareas de perforación e instalación de la Planta de Osmosis Inversa, cesarán las actividades generadoras de ruido por lo que los efectos causados son reversibles y el factor es recuperable de manera inmediata, por lo cual se le ha asignado un valor de 1 a ambos impactos.

**10. Impacto identificado: Contaminación del suelo por residuos sólidos urbanos, de Manejo Especial y/o peligrosos.**

Naturaleza o carácter: Perjudicial

Componente Ambiental: Suelo

Elemento: Contaminación

Las acciones de instalación del sistema de tratamiento ocasionarán que aumente el número de personas que transitan por el área y llevan material para realizar las actividades propuestas, generando esto una mayor cantidad de residuos sólidos y/o peligrosos en el área durante la temporada en que estas acciones se realicen. Lo anterior se deberá entre otras cosas a las actividades rutinarias del personal subcontratado, tales como comida de los trabajadores, derrames impredecibles de químicos, aceite, grasas o pinturas provenientes de las acciones contempladas.

Así mismo, se considera que se generarán residuos provenientes de empaques de las piezas a utilizar tales como membranas, portamembranas, válvulas o cualquier aditamento requerido durante la actividad de perforación e instalación de la Osmosis Inversa para el tratamiento de agua salobre. Debe considerarse también el que pudiesen generarse Residuos de Manejo Especial derivados del empaque de piezas mayores de la Planta de Osmosis Inversa.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + (4) + (1) + (1) + (1) + (1) + (4) + (1) + (1)) = - 19$$

**Valor: - 19**

**IRRELEVANTE**

Las actividades de esta etapa son de baja intensidad pues no se destruirá el suelo, además de que los residuos serán en una cantidad mínima por lo que se asigna el valor de 1, y ello se verá limitado a la extensión que ocupa el área de servicio lo que se catalogaría como puntual, y equivale a un valor de 1.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es fugaz, con valor de 1, dado que los residuos generados se limitarán al tiempo que duren las actividades de instalación de la planta de osmosis inversa y perforación y rehabilitación de pozos, lo que se estima será por un periodo menor a 10 días, la reversibilidad se considera que sucederá a corto plazo y se asigna un valor de 1, los efectos de esta etapa son simples y no presentan sinergia ni acumulación, por lo que se les asignarán valores de 1 en ambos casos .

Los efectos al factor ocurren de forma directa en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima será irregular o impredecible, pues se espera se presente de manera discontinua durante el tiempo que abarca esta acción, por lo que el valor asignado será 1.

Con la terminación de las tareas de instalación de la planta de osmosis inversa y la perforación y rehabilitación de pozos, cesarán las actividades generadoras de residuos por lo que los efectos causados son recuperables a través de las medidas de mitigación correspondientes por lo que se asigna un valor de 1.

### **MEDIO SOCIO ECONÓMICO**

#### **11. Impacto identificado: Creación de Empleos**

Para la instalación del proceso de tratamiento de la osmosis inversa para desalinización del agua salobre, se requiere la contratación de personal especializado en esta actividad.

Naturaleza o carácter: Benéfico

Componente Ambiental: Economía y Población

Elemento: Empleo

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (4) + 2 (8) + (4) + (1) + (1) + (1) + (1) + (4) + (1) + (1)) = + 42$$

**Valor: + 42**

**MODERADO**

Las actividades de contratación de personal externo especializado para la instalación del proceso de tratamiento de la osmosis inversa para desalinización del agua salobre se consideran de alta intensidad, por lo que se asigna el valor de 4, al criterio de extensión corresponde el valor 8 pues aplica a todo el proyecto en general.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto, se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es fugaz dado que se crea empleo en esta etapa por un periodo menor a un año, la reversibilidad se considera sucede acorto plazo y se asigna un valor de 1, los efectos de esta etapa son simples y no presentan sinergia, ni acumulación con ningún otro elemento por lo que se les asignan valores de 1 en ambos casos.

Los efectos al factor ocurren directo en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima sea periódica, pues se presenta en un espacio de tiempo definido y corto de aproximadamente 10 diez días para llevar a cabo estas tareas.

Con la instalación de la osmosis inversa para desalinización y la perforación de pozos, se terminará la relación de contratación del personal especializado en este campo, por lo que los efectos causados son

reversibles y el impacto no requiere medidas de mitigación pues es considerado positivo.

## **ACCION QUE GENERA EL IMPACTO: INSTALACIÓN DE MEDIDOR DE SDT TELEMETRICO**

### **12. Impacto identificado: Aumento en el Nivel de polvos**

Naturaleza o carácter: Perjudicial

Componente Ambiental: Aire

Elemento: Nivel de polvo

Con esta actividad se estima generar polvos fugitivos o partículas que provendrán de las acciones de intervención para colocar en la tubería el medidor, causados por la utilización de taladros y demás herramientas necesarias para llevar a cabo estas acciones.

Durante el tiempo en que se lleven a cabo estos trabajos de instalación del sistema requerido para la medición de la conductividad y SDT establecido por la Ley Federal de Derechos, para tener la certeza de que el volumen extraído, usado o aprovechado por el "Contribuyente" efectivamente tiene la calidad de salobre, por lo que se requiere establecer este sistema de medición continúa procesada por la unidad electrónica que determina la cantidad de sólidos disueltos totales.

Se espera que este impacto sea de un nivel bajo debido a que el sistema a instalar no requiere de obras de construcción, sino solo adiciones a las tuberías ya existentes, aunque el nivel de presencia de polvos pudiese causar molestias en los trabajadores y visitantes del Hotel Villas Flamigos que transiten en las cercanías.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + (4) + (1) + (1) + (2) + (1) + (4) + (1) + (1)) = - 20$$

**Valor: - 20**

**IRRELEVANTE**

Las actividades de esta etapa son de una intensidad baja pues se trata de una afección mínima, asignándole el valor de 1, ya que la afectación se restringe a un lugar ya modificado con anterioridad, como lo es el lugar donde se ubicará la planta de osmosis inversa. Los polvos o partículas generados se limitan tan solo a esa pequeña área del Hotel, y más en específico a un área menor a de 5 m<sup>2</sup>, pues queda acotado a la tubería de salida del agua de abastecimiento salobre, por lo que en el caso de la extensión se asigna el valor de 1 pues se considera puntual.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto se le ha asignado el valor 4, la persistencia se considera fugaz dado que los polvos y partículas suspendidas generados tendrán una temporada muy corta de tiempo de afectación, la reversibilidad se considera sucede a corto plazo pues este impacto cesa al terminarse los trabajos de instalación del medidor y por lo tanto, se le asigna un valor de 1, los efectos de esta etapa se estima presentan un sinergismo moderado respecto al nivel de ruido generado por el uso de maquinaria tal como taladros, martillos y otros utensilios requeridos para los trabajos, por lo que se asigna un valor de 2, no existiendo acumulación por lo que se le asignará un valor de 1.

Los efectos al factor ocurren directo en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima sea discontinua, pues se presenta solo durante los trabajos de adecuación de la planta y esto no sucede de manera periódica, ni continua, por lo que el valor asignado es 1.

Una vez terminados los trabajos de colocación del medidor de SDT para el agua salobre, cesarán las actividades generadoras de polvos y partículas, por lo que se estima que el elemento es recuperable de manera inmediata una vez que cesa la acción, por lo que su valor se considera es de 1.

### 13. Impacto identificado: **Aumento en los Niveles de ruido**

Naturaleza o carácter: Perjudicial

Componente Ambiental: Aire

Elemento: Nivel de ruido

Durante el tiempo en que se realicen los trabajos referidos de instalación del medidor de SDT para el agua subterránea, en el área de servicio del Hotel Villas Flamingos, se estima que se puedan generar ruidos y vibraciones, los cuales es posible que causen molestias a los trabajadores y visitantes del Hotel.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + (4) + (1) + (1) + (2) + (1) + (4) + (1) + (1)) = - 20$$

**Valor: - 20**

**IRRELEVANTE**

Las actividades de esta etapa son de baja intensidad, pues el nivel de ruido generado se verá limitado a un área muy pequeña y por muy poco tiempo, ya que se trata de instalaciones que se realizan en 3 días aproximadamente y solo se requiere el uso de herramientas de trabajo ligero. Todas las actividades de que generan ruido o polvos en esta parte del proyecto se llevarán a cabo en el área de servicio del Hotel Villas Flamingos, por lo que se considera que la extensión será puntual, y se asigna el valor de 1.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto, se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es fugaz, con valor de 1, dado que los aumentos en los niveles de ruido se generarán por un periodo muy corto, menor a 3 días, que es el tiempo que se calcula se lleven a cabo estas tareas.

La reversibilidad sucede a corto plazo y por lo tanto, se asigna un valor de 1, los efectos de esta etapa se considera presentan un sinergismo moderado respecto al nivel de polvo generado por los trabajos de esta etapa, por lo que se considera asignarle un valor de 2, al no existir acumulación se determina un valor de 1.

Los efectos al factor ocurren directo en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima sea aperiódica o discontinua, pues se presenta solo durante el tiempo que se realizan los trabajos de modificación en la Planta, por lo que el valor asignado será 1.



Una vez llevada a cabo la instalación del medidor, cesarán las actividades generadoras de ruido por lo que los efectos causados son reversibles y el factor es recuperable de manera inmediata, por lo cual se le ha asignado un valor de 1 a ambos impactos.

**14. Impacto identificado: Contaminación del suelo por residuos sólidos urbanos y/o peligrosos.**

Naturaleza o carácter: Perjudicial

Componente Ambiental: Suelo

Elemento: Contaminación

Las acciones de instalación del medidor de SDT ocasionarán que aumente el número de personas que transitan y llevan material para realizar los trabajos propuestos, generando esto una mayor cantidad de residuos sólidos y/o peligrosos en el área durante el tiempo en que estas actividades se realicen. Lo anterior se deberá entre otras cosas a las actividades rutinarias del personal subcontratado, tales como comida de los trabajadores, derrames impredecibles de grasas o pinturas provenientes de las acciones programadas.

Así mismo, se contempla que se generarán residuos provenientes de empaques de las piezas a utilizar tales como el mismo medidor en sí, las partes que conforman el sistema de monitoreo o cualquier aditamento requerido para su instalación.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + (4) + (1) + (1) + (1) + (1) + (4) + (1) + (1) = - 19$$

**Valor: - 19**

**IRRELEVANTE**

Las actividades de esta etapa son de baja intensidad pues no se destruirá el suelo, además de que los residuos serán en una cantidad mínima por lo que se asigna el valor de 1, y ello se verá limitado a la extensión que ocupa el área de servicio del Hotel Villas Flamingos, lo que se catalogaría como puntual, y equivale a un valor de 1.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es fugaz, asignándole un valor de 1, dado que los residuos generados se limitarán al tiempo que dure la instalación del medidor, lo que se considera sea en un tiempo menor a 3 días, la reversibilidad se considera que sucederá en un corto plazo y se asigna un valor de 1, los efectos de esta etapa son simples y no presentan sinergia, ni acumulación por lo que se les asignarán valores de 1 en ambos casos

Los efectos al factor ocurren de forma directa en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima será irregular o impredecible, pues se espera se presente

de manera discontinua durante el tiempo que abarca esta acción, por lo que el valor asignado será 1.

Con la terminación de la instalación del medidor cesarán las actividades generadoras de residuos por lo que, los efectos causados son recuperables a través de las medidas de mitigación correspondientes por lo que se asigna un valor de 1.

### **MEDIO SOCIO ECONÓMICO**

#### **15. Impacto identificado: Creación de Empleos**

Naturaleza o carácter: Benéfico

Componente Ambiental: Economía y Población

Elemento: Empleo

Contratación de personal para realizar la instalación del medidor de SDT se requiere mano de obra especializada para llevar a cabo estos trabajos.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (4) + 2 (8) + (4) + (1) + (1) + (1) + (1) + (4) + (1) + (1) = + 42$$

**Valor: + 42**

**MODERADO**

Las actividades de contratación de personal externo especializado para la instalación del medidor de SDT del agua subterránea se consideran de alta intensidad, por lo que se asigna el valor de 4, al criterio de extensión corresponde el valor 8 pues aplica a todo el proyecto en general.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto, se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es fugaz dado que se crea empleo en esta etapa por un periodo menor a un año, la reversibilidad se considera sucede acorto plazo y se asigna un valor de 1, los efectos de esta etapa son simples y no presentan sinergia, ni acumulación con ningún otro elemento por lo que se les asignan valores de 1 en ambos casos.

Los efectos al factor ocurren directo en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima sea periódica, pues se presenta en un espacio de tiempo definido y corto de aproximadamente 3 días para llevar a cabo las tareas de instalación del medidor de SDT del agua subterránea.

Una vez terminada la instalación, se acabará la relación de contratación del personal especializado en este campo, por lo que los efectos causados son reversibles y el impacto no requiere medidas de mitigación pues es considerado positivo.

**ACCION QUE GENERA EL IMPACTO: PRUEBAS DE OPERACIÓN DE OSMOSIS INVERSA PARA  
DESALINIZACION**

***MEDIO SOCIO ECONÓMICO***

**16. Impacto identificado: Creación de Empleos**

Naturaleza o carácter: Benéfico

Componente Ambiental: Economía y Población

Elemento: Empleo

Para llevar a cabo las pruebas de operación de la planta de osmosis inversa para desalinización, se requiere contratar personal especializado para realizar dichos trabajos.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (4) + 2 (8) + (4) + (1) + (1) + (1) + (1) + (4) + (1) + (1) = + 42$$

**Valor: + 42**

**MODERADO**

Las actividades de contratación de personal externo especializado para las pruebas de operación de la planta de osmosis inversa para desalinización se consideran de alta intensidad, por lo que se asigna el valor de 4, al criterio de extensión corresponde el valor 8 pues aplica a todo el proyecto en general.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto, se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es fugaz dado que se crea empleo en esta etapa por un periodo menor a un año, la reversibilidad se considera sucede acorto plazo y se asigna un valor de 1, los efectos de esta etapa son simples y no presentan sinergia, ni acumulación con ningún otro elemento por lo que se les asignan valores de 1 en ambos casos.

Los efectos al factor ocurren directo en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa- efecto, la periodicidad del efecto se estima sea periódica, pues se presenta en un espacio de tiempo definido y corto de aproximadamente una semana para llevar a cabo las diferentes pruebas de operación y entrega de la planta al promotor.

Una vez realizadas las pruebas de funcionamiento de la planta de osmosis, se acabará la relación de contratación del personal especializado en este campo, por lo que los efectos causados son reversibles y el impacto no requiere medidas de mitigación pues es considerado positivo.

### V.3.2 ETAPA DE OPERACIÓN

#### **MEDIO FÍSICO**

#### **ACCION QUE GENERA EL IMPACTO: EXTRACCIÓN DE AGUA SUBTERRÁNEA SALOBRE**

##### **17. Impacto identificado: Variaciones en el Nivel freático por bombeo excesivo**

Naturaleza o carácter: Perjudicial

Componente Ambiental: Agua

Elemento: Nivel freático

La extracción de agua subterránea salobre en un acuífero costero como el que está presente en el área del proyecto, y en donde se reconoce que se presenta una alta demanda del recurso hídrico por la actual demanda del sector turístico y el crecimiento poblacional de la isla, es posible que la dirección de flujo natural del agua subterránea se modifique debido a un bombeo excesivo, para cubrir la creciente demanda lo que pudiese ocasionar influencias y variaciones negativas en los niveles piezométricos entre pozos cercanos oadyacentes.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (4) + 2 (8) + (4) + (1) + (1) + (4) + (4) + (4) + (2) + (1)) = - 49$$

**Valor: - 49**

**MODERADO**

Las actividades de esta etapa son de alta intensidad, por lo que se asigna el valor de 4, al criterio de extensión corresponde el valor 8 pues el área de influencia se considera que es la totalidad del área de proyecto, por lo que se asigna el valor de 8.

El efecto se presentaría en un plazo de alrededor de un año, considerando que se abarquen las diferentes temporadas climáticas para poder analizar el comportamiento del nivel freático, tanto en época de sequía como de precipitaciones abundantes en el área, por lo tanto se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es fugaz ya que se considera que el efecto en el nivel freático retornaría a sus condiciones naturales en un tiempo menor a un año si se introdujeran medidas correctoras, la reversibilidad se considera sucede a corto plazo y se asigna un valor de 1, **los efectos de esta etapa se estima que son muy sinérgicos** debido a la cantidad de pozos de abastecimiento que hay en el SAR y que podrían actuar reforzando el efecto de variación en los niveles piezométricos, por lo que se asigna un valor de 4, **se estima que existe acumulación** así que corresponde asignarle un valor de 4.

Dado que existen por esta acción en la Etapa de Operación impactos considerados tanto sinérgicos como acumulativos es que se presenta esta Manifestación en su Modalidad Regional ya que el Sistema Ambiental Regional se determinó en función de la extensión de la Subcuenca hidrológica Quintana Roo de la Región Hidrológica 32, Yucatán Norte. Esta se define como tal, ya que es el límite natural por excelencia cuando hablamos de actividades relacionadas con el acuífero y su explotación.

Los efectos al factor ocurren de forma directa en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima sea periódica, pues la acción se presentaría diariamente durante periodos estimados de bombeo de aproximadamente 8 horas al día por lo que el valor asignado es 2.

Si se eliminara la extracción de aguas subterráneas del acuífero, éste ya no estaría expuesto a ninguna variación de nivel originada por este proyecto, por lo que los efectos causados son reversibles y es posible que el factor se recupere de forma inmediata por medio de la aplicación de medidas de prevención o mitigación adecuadas, por lo cual se asigna un valor de 1.

#### 18. Impacto identificado: **Presentación de proceso de intrusión salina**

Naturaleza o carácter: Perjudicial Componente Ambiental: Agua Elemento: Intrusión salina

El aprovechamiento de agua subterránea salobre en un acuífero costero como el presente en el área del proyecto, incide notablemente en la presión que la columna de agua dulce ejerce sobre la cuña de agua salada que yace bajo el acuífero, la sobreexplotación mediante bombeo puede causar la aparición de este fenómeno e inducir la entrada de agua salada al lente de menor concentración de sales o dulce, inhabilitando el pozo, para su aprovechamiento primario o elevando los costos de tratamiento del agua de los pozos de aprovechamiento de calidad salobre, puesto que se presentaría un aumento en la cantidad de iones a remover mediante la osmosis inversa ocasionando una menor duración vida útil de los filtros y membranas instalados para el tren de proceso o aumento en los costos de energía eléctrica por aumento de presión de permeado y por lo mismo, descenso de la cantidad de volumen permeado, pero sobre todo la pérdida del abastecimiento.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (8) + 2 (12) + (2) + (2) + (2) + (4) + (4) + (4) + (1) + (2)) = - 69$$

**Valor: - 69**

**SEVERO**

Las actividades de esta etapa son de muy alta intensidad, por lo que se asigna un valor de 8 pues el que se presente este efecto en un pozo quizás lo inhabilite para seguir abasteciendo agua, pues cambia las características de la misma aun grado que puede llegar a ser abandonado para ese uso, al criterio de extensión corresponde el valor 12 pues el área de influencia, de presentarse este fenómeno, se considera sobrepasará el área del predio de implementación del proyecto pudiendo causar efectos en otros pozos cercanos y quizás afectara el área de influencia que es la Subcuenca hidrológica Quintana Roo de la Región Hidrológica 32.

El efecto se considera pudiera presentarse en un plazo de entre 1 a 5 años considerándose como acorto plazo y correspondiéndole un valor de 2, este plazo debido a que contempla las temporadas de secas y lluvias, así como el crecimiento de la demanda de agua subterránea en el área que quizás conlleve mayores actividades de bombeo y ello influiría en la posibilidad de que se presentara este proceso de intrusión. La persistencia del efecto es temporal pues la intrusión salina una vez que se presenta, se considera que el acuífero tardaría en retornar a sus condiciones previas por medios naturales o mediante medidas correctivas entre 1 a 10 años por lo que el valor asignado sería 2.

La reversibilidad se le asigna un valor de 2 debido a que la posibilidad de reconstrucción del factor afectado daría a mediano plazo, **los efectos de esta etapa se estima que son muy sinérgicos** puesto que existen varios aprovechamientos mediante pozos en la zona y los mismos podrían actuar reforzando el efecto de intrusión salina si éste llegara a presentarse, por lo que se asigna un valor de 4. Respecto al atributo de Acumulación **podemos estimar que se da un efecto acumulativo** pues se presentaría un incremento progresivo de la manifestación del efecto de intrusión de agua salada si la extracción de agua subterránea salobre persistiera o se diera de manera reiterada en el tiempo, por lo que se asigna un valor de 4.

Los efectos al factor ocurren de forma directa en el proyecto, por lo que se determina un valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima como irregular, pues la acción provoca un efecto del cual debería aún determinar la probabilidad de que se presente en este caso, por lo que se considera de aparición irregular y se asigna un valor de 1.

En el caso de la intrusión marina la aplicación de medidas correctoras se estima que permitirían la recuperación del estado inicial a mediano plazo, por lo cual se asigna un valor de 2 al atributo de Recuperabilidad.

#### 19. Impacto identificado: **Uso del agua salobre**

Naturaleza o carácter: Benéfico

Componente Ambiental: **Agua**

Elemento: **Uso del agua**

El aprovechamiento de agua subterránea salobre después de desalinización otorga un uso a aguas que sin dicho tratamiento serían consideradas como no potables, ya que un agua con un contenido de sales superior al 2% se considera no apta para consumo humano. Al darle una calidad de agua potable después del tratamiento de osmosis inversa, además de internalizar los costos del tratamiento por la desalinización, hace que dicha agua se vuelva disponible para este uso, liberando ese mismo volumen de agua dulce que antes se requería del proveedor municipal para consumo de otras personas.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (8) + 2 (8) + (4) + (4) + (4) + (1) + (1) + (4) + (4) + (1) = + 63$$

**Valor: + 63**

**SEVERO**

Las acciones de utilización de agua salobre son de muy alta intensidad ya que se le dará tratamiento al agua salobre y mejorará su calidad, haciéndola accesible para consumo humano, por lo que se asigna el valor de 8, respecto al criterio de extensión se considera que los efectos positivos se dan al contribuir a liberar parte de la demanda de agua dulce que antes se requería al proveedor municipal, por lo que se considera que la extensión del impacto sobrepasará el área de implementación del proyecto asignándole por ello, un valor de 8.

En el caso de la reversibilidad se le ha asignado un valor de 4 debido a que el efecto se considera irreversible, los efectos de esta etapa se estima que son simples y no existe ni sinergia ni acumulación, por lo que se asigna un valor de 1 para ambos atributos.

Los efectos al factor ocurren de forma directa en el proyecto, por lo que se determina un valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima como continua, y se le asigna un valor de 4.

Respecto del uso del agua salobre por ser un impacto de carácter benéfico, no se contempla el aplicar medidas de mitigación y se asigna un valor de 1.

### **MEDIO SOCIO ECONÓMICO**

#### **20. Impacto identificado: Mejora de la calidad de vida de los habitantes de la localidad.**

Naturaleza o carácter: Benéfico

Componente Ambiental: **Economía y Población**

Elemento: **Calidad de vida**

El aprovechamiento de agua subterránea salobre una vez desalinizada por medio del sistema de osmosis inversa provee de agua potable al Hotel Villas Flamingos y a su vez baja la demanda del líquido a la instancia proveedora a nivel municipal (CAPA) dejando el volumen de agua dulce que antes se requería para el uso en el Hotel, disponible para usarse a nivel de la localidad, lo que aumenta la calidad de vida de los pobladores de la Isla de Holbox. El tener agua disponible en calidad y cantidad suficiente para la población es un aspecto positivo que mejora la calidad de vida de los pobladores ya que influye directamente en una mejora a la salud pública y al medio ambiente asegurando los volúmenes de respaldo para mantener el caudal ecológico, al no aumentar la demanda de agua dulce generada por la batería de pozos de Chiquilá.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (8) + 2 (8) + (4) + (4) + (1) + (1) + (1) + (4) + (4) + (1) = + 60$$

**Valor: + 60**

**SEVERO**

Las acciones de extraer agua salobre para darle tratamiento y ponerla a disposición para uso de los trabajadores y visitantes del Hotel Villas Flamingos son de muy alta intensidad en la calidad de vida de los mismos, por lo que se asigna un valor de 8 pues uno de los requisitos básicos para mantener la salud y bajar la morbilidad por enfermedades gastrointestinales es precisamente, el acceso a agua potable. Al mismo tiempo se conserva el agua dulce y se asegura el caudal ecológico. Una vez que se inicie la operación del sistema desalinizador de osmosis inversa el personal y los visitantes del Hotel verán asegurado el abasto de agua de buena calidad con regularidad, lo cual se veía amenazado debido a cortes en el servicio proveniente de la red municipal, que han ocasionado desbaste en múltiples ocasiones del líquido, además de eventos de suministros de baja calidad.

Lo anterior también generará un avance en los mismos indicadores de calidad de vida de la población de Isla Holbox, ya que se dispondrá de un mayor volumen de agua dulce para su distribución entre la población de la Isla a las cuales provee el organismo Estatal CAPA, por lo que, al traspasar los límites del predio, al presente elemento se le asigna un valor de 8 respecto a la extensión.

El tiempo que transcurre entre la extracción del agua salobre, su tratamiento y la puesta a disponibilidad, de la misma para su uso, hasta el tiempo en que aparece la mejora en la calidad de vida, se considera que es nulo, y por lo tanto se asigna un valor de 4.

La persistencia del efecto sobre el factor, considerado como el aumento en la calidad de vida de los habitantes de la localidad es permanente, ya que se considera que éste se plantea abarcará un periodo mayor a 10 años y por lo consiguiente se le asignará un valor de 4 a este aspecto.

En el caso de la reversibilidad se le ha asignado un valor de 1 debido a que, al cesar la extracción de agua para desalinización, se retornaría a las condiciones previas y se dejaría de tener el impacto benéfico en el corto plazo, los efectos de esta etapa se estima que son simples y no existe ni sinergia ni acumulación, por lo que se asigna un valor de 1 para ambos atributos.

Los efectos al factor ocurren de forma directa en el proyecto debido a que, el aumento en la calidad de vida es ocasionado directamente por la extracción y tratamiento de agua salobre, antes considerada no apta para su consumo, por lo que se determina un valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima como continua pues la mejora en la calidad de vida será constante en el tiempo, y se le asigna un valor de 4.

Este impacto por considerarse positivo o benéfico, no requiere de la aplicación de medidas de mitigación y, por lo tanto, se le asigna un valor de 1.

### ***MEDIO SOCIO ECONÓMICO***

#### **21. Impacto identificado: Creación de Empleos**

Naturaleza o carácter: Benéfico

Componente Ambiental: Economía y Población

Elemento: Empleo

Para llevar a cabo las pruebas de operación de la planta de osmosis inversa para desalinización, se requiere contratar personal especializado que realice dichos trabajos.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (4) + 2 (8) + (4) + (4) + (4) + (1) + (1) + (4) + (2) + (1)) = + 49$$



**Valor: + 49**

**MODERADO**

Las actividades de contratación de personal externo especializado para la extracción de agua de los pozos están relacionadas con el mantenimiento de estos, así como de personal para asesoría en material fiscal y administrativa para llevar el control del aprovechamiento de aguas nacionales de calidad salobre, dichas se consideran de alta intensidad, por lo que se asigna el valor de 4, al criterio de extensión corresponde el valor 8 pues aplica a todo el proyecto en general.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto, se le ha asignado el valor 4. La persistencia del efecto es superior a los 10 años pues se mantendrán los empleos durante un periodo mayor a ese lapso, por lo que se asigna un valor de 4 a este aspecto, y se considera irreversible pues se sucede a largo plazo y se asigna un valor de 4, los efectos de esta etapa son simples y no presentan sinergia, ni acumulación con ningún otro elemento por lo que se les asignan valores de 1 en ambos casos.

Los efectos al factor ocurren directo en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa- efecto, la periodicidad del efecto se estima sea periódica, pues se presenta en un espacio de tiempo definido y constante en el tiempo pues las actividades tanto de mantenimiento de los pozos y asesoría se dan de manera recurrente durante las actividades relacionadas con la acción, por lo que se estima un valor de 2.

La creación de empleos de personal especializado en este campo se estima es totalmente recuperable, asignándosele un valor de 1 y no requiere medidas de mitigación pues es considerado benéfico.

**22. Impacto identificado: Contaminación de agua subterránea por descargas de agua residual proveniente del rechazo de ósmosis inversa.**

Naturaleza o carácter: Perjudicial

Componente Ambiental: Agua Subterránea

Elemento: Contaminación

El agua de rechazo de la ósmosis inversa contiene, además de iones en disolución en mayor concentración que el agua de aprovechamiento (hasta 10,000 ppm de SDT), otras sustancias químicas disueltas que se ocupan en el pre y postratamiento del agua subterránea y que serán rechazadas por el sistema de ósmosis inversa.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (4) + 2 (8) + (4) + (4) + (1) + (4) + (1) + (4) + (2) + (2) = - 50$$

**Valor: - 50**

**MODERADO**

La descarga del agua proveniente del rechazo de la ósmosis inversa se considera tendrá una alta intensidad, por lo que se asigna el valor de 4, al criterio de extensión corresponde el valor 8 pues aplica a todo el proyecto en general y más allá de sus límites, puesto que la influencia de contaminación por químicos del pretratamiento y sales disueltas puede influir en pozos cercanos debido al transporte en medios kársticos que presenta canales de disolución y fallas que aceleran el transporte de contaminantes en el medio.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto, se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es superior a los 10 años pues se mantendrá la descarga durante un periodo mayor a ese lapso de tiempo, por lo que se asigna un valor de 4 a este aspecto. En cuanto a la Reversibilidad, puede considerársele reversible a corto plazo, ya que si se dejara de realizar la descarga en el acuífero kárstico presente en el área, las concentraciones de sales y otros iones presentes en éste, volverían a su estado inicial en un tiempo menor a un año, ello debido a los procesos de rápida recarga del acuífero durante temporadas de lluvias que influyen también en los procesos de transporte de contaminantes, por lo que esto sucedería en el corto plazo y por lo mismo, se asigna un valor de 1. **Los efectos de la acción de descargar el agua de rechazo se estimaron como muy sinérgicos** puesto que se podrían reforzar con las descargas de otros pozos cercanos por lo que se asigna un valor de 4, no se considera que exista acumulación con ningún otro elemento ya que al ser un acuífero costero el flujo natural es de descarga en dirección hacia el mar, no permitiendo que se acumulen los efectos, además de que los procesos de dilución por medio de la recarga y la precipitación contribuyen a la rápida dispersión en el medio no dando tiempo a la acumulación de contaminantes, por lo que se les asigna un valor de 1 al considerársele como un efecto acumulativo simple.

Los efectos al factor ocurren directo en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima sea periódica, pues se presenta en un espacio de tiempo definido y constante en el tiempo ya que las actividades de descarga se darán de manera recurrente durante la operación del sistema de desalinización de osmosis inversa, por lo que se estima un valor de 2.

La acción de descargar el agua de rechazo al agua subterránea se estima es recuperable, asignándosele un valor de 2 ya que existe la posibilidad de reconstruir el factor afectado mediante medidas correctoras.

**23. Impacto identificado: Conservación del nivel freático por descarga de agua residual proveniente del rechazo de osmosis inversa.**

Naturaleza o carácter: Benéfico

Componente Ambiental: Agua subterránea

Elemento: Nivel freático

La descarga de agua de rechazo contribuirá a mantener los niveles piezométricos del área ya que estará contribuyendo con el reingreso de más de la mitad del agua extraída. Se considera que se realizará a una profundidad de -60 metros donde se encuentra la interfase salina en esta área y corresponde al 60% del volumen extraído. Esta descarga, al asegurarse de ser depositada a la profundidad necesaria, se mezclará con un agua de mayor contenido de SDT, por lo que no afectará al estrato de agua dulce, ya que debido a su

densidad, tenderá a permanecer por debajo de éste. Así mismo, la descarga ejercerá una recarga del acuífero, disminuyendo el impacto del uso consuntivo que se le dará al agua subterránea extraída.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (2) + 2 (8) + (4) + (4) + (2) + (4) + (1) + (4) + (2) + (2)) = + 45$$

**Valor: + 45**

**MODERADO**

La descarga del agua proveniente del rechazo de la ósmosis inversa se considera tendrá una intensidad alta, por lo que se asigna el valor de 4, al criterio de extensión corresponde el valor 8 pues aplica a todo el proyecto en general y más allá de sus límites, puesto que la influencia de la recarga y la concentración de sales en los niveles piezométricos influyen en los procesos de intrusión salina que se pudiera presentar en el acuífero costero del cual se estará extrayendo el agua, ya que la recarga proveída mediante esta acción, contribuye a mantener los niveles piezométricos, impidiendo que se dé el avance de la cuña salina.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto, se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es superior a los 10 años pues se mantendrá la descarga durante un periodo mayor a ese lapso, por lo que se asigna un valor de 4 a este aspecto. En cuanto a la Reversibilidad, puede considerarse reversible a mediano plazo, ya que, si se dejara de realizar la descarga en el acuífero, éste volvería a su estado inicial en un tiempo de entre 1 a 5 años, ello debido a los procesos de transporte y rápida recarga del acuífero durante temporadas de lluvias y por lo mismo, se asigna un valor de 2. **Los efectos de la acción de descargar el agua de rechazo se estimaron como muy sinérgicos** puesto que se podrían reforzar con las descargas de otros pozos cercanos por lo que se asigna un valor de 4, no se considera que exista acumulación con ningún otro elemento, pues no se presentara ningún incremento progresivo del efecto, por lo que se les asigna un valor de 1 al considerarse como un efecto acumulativo simple.

Los efectos al factor ocurren directo en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima sea periódica, pues se presenta en un espacio de tiempo definido y constante en el tiempo pues las actividades de descarga se darán de manera recurrente durante la operación del sistema de desalinización de ósmosis inversa, por lo que se estima un valor de 2.

La acción de descargar el agua de rechazo al acuífero se estima como recuperable a mediano plazo, asignándosele un valor de 2, ya que existe la posibilidad de recuperar el factor afectado mediante medidas correctoras.

**24. Impacto identificado: Recarga menor a la extracción que modifica el equilibrio de las columnas de agua dulce y salada, favoreciendo la intrusión salina.**

Naturaleza o carácter: Perjudicial

Componente Ambiental: Agua Subterránea

Elemento: Intrusión salina

La descarga de agua de rechazo de la ósmosis inversa solo devuelve al acuífero el 60% del agua extraída para tratamiento y uso consuntivo lo que contribuye a modificar el equilibrio de las columnas de agua dulce y salada, así como de la zona de transición o de mezcla, también denominada haloclina. El extraer mayor volumen que lo descargado contribuye a modificar a la larga los niveles piezométricos de los pozos del área ya que solo esta aporta el reingreso de la un poco más de la mitad del agua extraída.

Se considera que la descarga del agua de rechazo que corresponde aproximadamente al 60% del volumen extraído, se realizará a una profundidad igual o mayor a -60 metros donde la concentración de SDT supera los 35,000 ppm. La descarga de aguade concentrado ejerce una recarga del acuífero, pero, aunque ello contribuye a disminuir el impacto del uso consuntivo que se le da al agua extraída, no reintegra a la masa de agua la totalidad de lo extraído, provocando un déficit de agua del estrato salobre que puede provocar a la larga que se presente o se favorezca el avance de la cuña salina en el acuífero.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (2) + 2 (8) + (4) + (4) + (2) + (4) + (4) + (4) + (2) + (2)) = - 48$$

**Valor: - 48**

**MODERADO**

La descarga del agua proveniente del rechazo de la osmosis inversa se considera tendrá una intensidad alta, por lo que se asigna el valor de 4, al criterio de extensión corresponde el valor 8 pues aplica a todo el proyecto en general y más allá de sus límites, puesto que la influencia de la recarga en los niveles piezométricos podría llegar a influir en los procesos de intrusión salina de pozos vecinos.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto, se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es superior a los 10 años pues se mantendrá la descarga durante un periodo mayor a ese lapso de tiempo, por lo que se asigna un valor de 4 a este aspecto. En cuanto a la Reversibilidad, puede considerársele reversible a mediano plazo, ya que, si se dejara de realizar la descarga en el acuífero, éste volvería a su estado inicial en un tiempo de entre 1 a 5 años, pues esta aportación contribuye al aumento del nivel de agua coadyuvado por la rápida recarga del acuífero durante temporadas de lluvias; por lo mismo, se asigna un valor de 2. Los efectos de la acción de descargar el agua de rechazo **se estimaron como muy sinérgicos** puesto que se podrían reforzar con las descargas de otros pozos cercanos por lo que se asigna un valor de 4. Se considera que en un futuro siguiendo la tendencia de aumento progresivo de volúmenes de agua subterránea solicitados en concesión esto genere un impacto acumulativo con otro elemento, pues la tendencia en el avance de los volúmenes concesionados genere el incremento progresivo del efecto, por lo que se le asigna un valor de 4 al considerársele como un **efecto acumulativo**.

Los efectos al factor ocurren directo en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima sea periódica, pues se presenta en un espacio de tiempo definido y constante en el tiempo pues las actividades de descarga se darán de manera recurrente durante la operación del sistema de desalinización de ósmosis inversa, por lo que se asigna un valor de 2.

Descargar el agua de rechazo al acuífero se estima que es recuperable a mediano plazo, asignándosele, por lo tanto, un valor de 2, ya que existe la posibilidad de reconstruir el factor afectado mediante la implementación de medidas correctoras.

### **MEDIO SOCIO ECONÓMICO**

#### **25. Impacto identificado: Creación de Empleos**

Naturaleza o carácter: Benéfico

Componente Ambiental: Economía y Población

Elemento: Empleo

Para llevar acabo tanto el mantenimiento del pozo de descarga, así como los trámites administrativos y fiscales ante la CONAGUA así como el seguimiento al Programa de Vigilancia Ambiental y de monitoreo del proyecto, se requiere la contratación de personal especializado para llevar a cabo estos trabajos.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (4) + 2 (8) + (4) + (4) + (4) + (1) + (1) + (4) + (2) + (1) = + 49$$

**Valor: + 49**

**MODERADO**

Las actividades de contratación de personal externo especializado para darle mantenimiento al pozo de descarga, así como para llevar a cabo los trámites administrativos y fiscales ante la CONAGUA, y darle seguimiento al Programa de Vigilancia Ambiental y de monitoreo del proyecto se consideran de alta intensidad, por lo que se asigna el valor de 4, al criterio de extensión corresponde el valor 8 pues aplica a todo el proyecto en general.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es superior a los 10 años pues se mantendrán los empleos durante un periodo mayor a ese lapso de tiempo, por lo que se asigna un valor de 4 a este aspecto, y se considera irreversible pues se sucede a largo plazo y se asigna un valor de 4, los efectos de esta etapa son simples y no presentan sinergia, ni acumulación con ningún otro elemento por lo que se les asignan valores de 1 en ambos casos.

Los efectos al factor ocurren directo en el proyecto, por tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa- efecto, la periodicidad del efecto se estima sea periódica, pues se presenta en un espacio de tiempo definido y constante en el tiempo pues las actividades tanto de mantenimiento de los pozos y asesoría se dan de manera recurrente durante las actividades relacionadas con la acción, por lo que se estima un valor de 2.

La creación de empleos de personal especializado en este campo se estima es totalmente recuperable,

asignándosele un valor de 1, y se considera no requiere de medidas de mitigación pues es considerado benéfico.

### **MEDIO FÍSICO**

#### **ACCION QUE GENERA EL IMPACTO: MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DE PLANTA DE OSMOSIS INVERSA**

##### **26. Impacto identificado: Contaminación del suelo por residuos sólidos urbanos, de Manejo Especial y/o peligrosos.**

Naturaleza o carácter: Perjudicial

Componente Ambiental: Suelo

Elemento: Contaminación

Las acciones de mantenimiento preventivo y correctivo de la planta de ósmosis inversa provocarán que aumente el número de personas que transitan y llevan material para realizar los trabajos propuestos, generando esto una mayor cantidad de residuos sólidos, de Manejo Especial y/o peligrosos en el área durante el tiempo en que estas actividades se realicen. Lo anterior se deberá entre otras cosas a las actividades rutinarias del personal subcontratado, tales como comida de los trabajadores, derrames impredecibles de grasas o pinturas provenientes de las acciones programadas.

Así mismo, se contempla que se generarán residuos provenientes de embalajes o empaques de piezas requeridas para dar el servicio.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (1) + 2 (1) + (4) + (1) + (1) + (1) + (1) + (4) + (2) + (1) = - 20$$

**Valor: - 20**

**IRRELEVANTE**

Las actividades de esta etapa son de baja intensidad pues no se destruirá el suelo, además de que los residuos se consideran se generarán en una cantidad mínima por lo que se asigna el valor de 1, y ello se verá limitado a la extensión que ocupa el área de servicio del Hotel Villas Flamingos lo que se catalogaría como puntual, y equivale a un valor de 1.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto se le ha asignado el valor 4, la persistencia del efecto es fugaz, asignándole un valor de 1, dado que los residuos generados se limitarán al tiempo que duren los trabajos de mantenimiento, lo que se considera sea en un tiempo menor a 15 días, la reversibilidad se considera que sucederá en un corto plazo y se asigna un valor de 1, los efectos de esta etapa son simples y no presentan sinergia ni acumulación, por lo que se les asignarán valores de 1 en ambos casos.

Los efectos al factor ocurren de forma directa en el proyecto, por lo tanto, se asigna el valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima será periódica, pues se espera se presente de manera cíclica o recurrente en el tiempo que abarca esta acción, por lo que el valor asignado será 2.

Con la terminación de las acciones de mantenimiento preventivo y correctivo cesarán las actividades generadoras de residuos por lo que los efectos causados son recuperables a través de las medidas de mitigación correspondientes por lo que se asigna un valor de 1.

**27. Impacto identificado: Mejora de la calidad de vida de los habitantes de la localidad.**

Naturaleza o carácter: Benéfico

Componente Ambiental: **Economía y Población**

Elemento: **Calidad de vida**

El mantenimiento correctivo y preventivo de la planta de Ósmosis Inversa generará un impacto benéfico en la población tanto de los trabajadores y visitantes del Hotel Villas Flamingos como de los de la localidad ya que estas acciones permitirán que el proceso de desalinización se realice de manera adecuada y se obtengan los resultados esperados tanto de calidad como de cantidad de agua.

Los habitantes de la localidad se verán beneficiados ya que de mantenerse la planta de osmosis inversa en perfectas condiciones de funcionamiento, se continuará dejando libres volúmenes de agua potable del operador municipal que antes eran requeridos por las instalaciones del proyecto, ya que si llegase a fallar la planta de ósmosis inversa por no proporcionársele el adecuado mantenimiento, la demanda de agua faltante sería solicitada a la empresa Estatal CAPA iniciando una competencia por el recurso con los habitantes de Isla Holbox. Sin embargo, si se brinda lo necesario en cuanto a mantenimiento periódico, se seguirá teniendo agua disponible en calidad y cantidad suficiente para los trabajadores y visitantes del Hotel Villas Flamingo, así como para la población de la Isla., lo que influye directamente en una mejora en la salud en general.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (8) + 2 (4) + (4) + (4) + (1) + (1) + (1) + (4) + (4) + (1) = + 52$$

**Valor: + 52**

**SEVERO**

La acción de proveer servicio preventivo y correctivo a la planta de ósmosis inversa para mantener la calidad y cantidad de agua requerida y ponerla a disposición para su uso a los trabajadores y visitantes del Hotel Villas Flamingos, es de muy alta intensidad en la calidad de vida de estos, pues uno de los requisitos básicos para mantener la salud y evitar la aparición de enfermedades gastrointestinales es precisamente, el acceso a agua potable. Dándole mantenimiento adecuado se asegura el que los trabajadores y visitantes del Hotel tengan el abasto necesario, incrementando su calidad de vida. Lo anterior también generará un avance en los mismos indicadores de calidad de vida de la población de la localidad ya que se dispondrá de mayor volumen de agua dulce para su distribución entre pobladores de la Isla a quienes provee el organismo operador CAPA, por lo que al traspasar los límites del predio al presente elemento se le asigna un valor de 8 respecto a la extensión.

El tiempo que transcurre entre el mantenimiento de la planta de ósmosis inversa y la puesta a disponibilidad de esta para su uso, hasta el tiempo en que aparece la mejora en la calidad de vida, se considera que es nulo, y por lo tanto se asigna un valor de 4.

La persistencia del efecto sobre el factor, considerado como el aumento en la calidad de vida de los habitantes de la localidad se considera como permanente, ya que éste se plantea, abarcará un periodo mayor a 10 años y por lo consiguiente se le da un valor de 4 en este aspecto.

En el caso de la reversibilidad se le ha asignado un valor de 1 debido a que, al cesar el mantenimiento de la planta se dejaría de obtener la mejora en la calidad de vida, pues no se contaría con el agua en cantidad ni calidad necesarias, se retornaría a las condiciones previas y se dejaría de tener el impacto benéfico en el corto plazo, los efectos de esta etapa se estima que son simples y no existe ni sinergia ni acumulación, por lo que se asigna un valor de 1 para ambos atributos.

Los efectos al factor ocurren de forma directa en el proyecto debido a que el aumento en la calidad de vida está directamente relacionado al buen funcionamiento de la planta de ósmosis inversa que permita tener agua disponible para consumo y servicios, por lo que se determina un valor de 4 al criterio causa-efecto, la periodicidad del efecto se estima como continua pues la mejora en la calidad de vida será constante en el tiempo si se mantiene el adecuado mantenimiento de la planta, por lo que se le asigna un valor de 4.

Este impacto por considerarse positivo o benéfico, no requiere de la aplicación de medidas de mitigación y, por lo tanto, se le asigna un valor de 1.

### ***MEDIO SOCIO ECONÓMICO***

#### **28. Impacto identificado: Creación de Empleos**

Naturaleza o carácter: Benéfico

Componente Ambiental: Economía y Población

Elemento: Empleo

Se requiere la contratación de personal especializado para llevar a cabo tanto el mantenimiento preventivo como correctivo de la planta de ósmosis inversa, darle seguimiento a los Programas de Vigilancia Ambiental y Monitoreo del proyecto, realizar los trámites administrativos y fiscales ante la CONAGUA, entre otras actividades.

$$I = \pm (3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

$$I = \pm (3 (4) + 2 (8) + (4) + (4) + (4) + (1) + (1) + (4) + (2) + (1) = + 49$$

**Valor: + 49**

**MODERADO**



Las actividades de contratación de personal externo especializado para darle mantenimiento preventivo y correctivo de la planta de ósmosis inversa, llevar a cabo el seguimiento a los Programas de Vigilancia Ambiental y Monitoreo del proyecto, realizar los trámites administrativos y fiscales ante la CONAGUA y darle seguimiento a los Programa de Vigilancia Ambiental y monitoreo del proyecto, se considera de alta intensidad, por lo que se asigna el valor de 4, al criterio de extensión corresponde el valor 8 pues aplica a todo el proyecto en general.

El efecto se presenta inmediatamente al inicio de la acción, por lo tanto se le ha asigna un valor de 4, la persistencia del efecto es superior a los 10 años pues se mantendrán los empleos durante un periodo mayor a ese lapso de tiempo, por lo que se asigna un valor de 4 a este aspecto, y se considera irreversible pues se sucede a largo plazo y con ello un valor de 4, los efectos de esta etapa son simples y no presentan sinergia, ni acumulación con ningún otro elemento por lo que se les asignan valores de 1 en ambos casos.

Los efectos al factor ocurren directo en el proyecto, por lo que se asigna el valor de 4 al criterio causa- efecto, la periodicidad del efecto se estima sea periódica, pues se presenta en un espacio de tiempo definido y constante en el tiempo pues las actividades tanto de mantenimiento como de asesoría se dan de manera recurrente durante las actividades relacionadas con la acción, por lo que se estima un valor de 2.

La creación de empleos de personal especializado en este campo se considera totalmente recuperable, asignándosele un valor de 1, y se considera no requiere de medidas de mitigación pues es considerado benéfico.

#### V.4 Conclusiones.

En la matriz de Importancia se puede apreciar que el total de impactos ambientales es de **28 impactos**, de estos, **16 son impactos de carácter negativo (57.14%)**, mientras que el resto, **12 son impactos positivos (42.86%)**.

Teniendo como referencia la identificación de los impactos potenciales se ha podido establecer que el **agua subterránea** es el factor que resulta más afectado, particularmente **durante la etapa de operación y mantenimiento**. Estas posibles afectaciones se derivan de que se ha planteado el posible impacto en los procesos de intrusión salina en el acuífero costero del área.

El área de proyecto al ser una zona previamente impactada por las diversas construcciones de servicios turísticos, así como el constante paso vehicular, impiden que otros factores del medio como fauna y vegetación se verán más afectados por el proyecto que nos ocupa, puesto que ellos han sido previamente impactados por otras acciones.

**Tabla 30. Total de impactos ambientales positivos y negativos en el proyecto.**

ETAPA	IMPACTOS AMBIENTALES		
	NEGATIVOS	POSITIVOS	TOTAL
PREPARACIÓN	0	1	<b>1</b>
PERFORACIÓN E INSTALACIÓN	11	4	<b>15</b>
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	5	7	<b>12</b>
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>28</b>

**Tabla 31. Total de impactos negativos y positivos por categoría y por etapa del proyecto.**

ETAPA DEL PROYECTO	CATEGORÍA DEL IMPACTO							
	Irrelevantes		Moderados		Severos		Críticos	
	-	+	-	+	-	+	-	+
<b>PREPARACIÓN</b>		1						
<b>PERFORACIÓN E INSTALACIÓN.</b>	6		4	4	1			
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	1		6	4		1		
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>		

Según los datos mostrados en las tablas elaboradas para el cálculo del Índice de Importancia, destacan que todos los impactos negativos identificados se encuentran dentro de la categoría de IRRELEVANTES, MODERADOS y SEVEROS, esto en base a la valoración metodológica que se ha empleado, esta identificación de impactos es importante, toda vez que da pauta a la viabilidad del proyecto, la cual se ha descrito a lo largo de este estudio.

## VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

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

Las medidas de prevención, mitigación de impactos negativos deberán constituir un conjunto integrado de acciones, que se complementen entre sí, para alcanzar los objetivos ambientales del proyecto. En el presente capítulo se proponen las diversas medidas de prevención y/o mitigación diseñadas para el presente estudio, las cuales tendrán como objetivo minimizar o evitar los impactos de carácter negativo identificados en el Capítulo anterior.

Se presentan a continuación un conjunto de Medidas de Mitigación y/o Prevención recomendadas para lograr una correcta gestión ambiental vinculada al proyecto que nos ocupa dentro de 3 etapas que comprende el mismo: **Preparación, Perforación e Instalación y Operación y Mantenimiento.**

A continuación, se enumeran aquellas acciones enfocadas en los impactos de signo negativo o carácter perjudicial con valores de Importancia **MODERADOS y SEVEROS**. Los impactos considerados como Irrelevantes y de carácter positivo no requieren de la implementación de este tipo de medidas, sino basta con las medidas de prevención.

#### **ETAPA DE PREPARACIÓN**

Debido a que en el presente proyecto la **Etapas de Preparación** solo contempla la solicitud de permisos ante las diversas autoridades a nivel Federal, Estatal y Municipal involucradas y dado que los impactos evaluados son de carácter POSITIVO, no se determina medida alguna de mitigación y/o prevención para esta etapa.

Las medidas de mitigación y prevención citadas establecen los efectos ambientales que se desea prevenir, se describe la medida, ámbito de aplicación, momento y frecuencia, recursos necesarios, etapa del proyecto en que se aplica, costo global estimado, efectividad esperada, indicadores de éxito, responsable de implementación, periodicidad de fiscalización del grado de cumplimiento y efectividad así como el responsable de la fiscalización.

#### **ETAPAS DE PERFORACIÓN E INSTALACIÓN Y DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.**

A continuación, se presentan las medidas sugeridas indicando su tipo, los factores ambientales afectados, las etapas del proyecto en donde ocurrirán y la evidencia requerida como cumplimiento.

- **Control de Emisiones Gaseosas, Partículas y/o Ruidos y Vibraciones**

Medidas de prevención:

El equipo, vehículos y maquinaria utilizados deberán contar con mantenimiento preventivo que incluya afinación mayor. Los camiones que transporten material pétreo, deberán contar con lonas que eviten la

dispersión de polvos, o bien humedecer el material para el traslado.

Evidencia: Facturas de mantenimiento de talleres externos, supervisión en campo.

• **Control de monitoreo de Calidad de agua (Descargas y volúmenes de aprovechamiento)**

Medidas de prevención:

Habilitar sanitarios móviles (letrinas) en el área de trabajo, a los cuales se les brindará mantenimiento preventivo periódico, de manera que se asegure su óptima operación y se evite infiltraciones al suelo y al agua, los cuales serán para uso obligatorio de todos los trabajadores, o en su caso, habilitar los sanitarios de las áreas públicas del condominio.

Los sanitarios deberán ser distribuidos en los frentes de obra, de tal manera que el personal tenga acceso a ellos en cualquiera de las áreas en las que se encuentren laborando, y se deberán colocar letreros que promuevan su uso. Las aguas residuales generadas por las letrinas móviles serán dispuestas por la empresa prestadora del servicio, en un sitio autorizado por la autoridad correspondiente.

Quedará prohibido depositar cualquier tipo de residuo peligroso en suelo, incluyendo los restos de pintura, así como cualquier material impregnado con éstos.

Se instalará medidor telemétrico de Sólidos Disueltos Totales (SDT)

Se realizarán los muestreos de aguas residuales y/o de aprovechamiento para dar cumplimiento a lo señalado en la legislación aplicable.

Evidencia: Fotografías de los sanitarios portátiles o de la habilitación de los sanitarios de las áreas generales del condominio, visitas de campo. Copia de los reportes de muestreo y análisis de aguas realizado por laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA).

• **Control de la Gestión de Residuos Tipo Sólido Urbano de Manejo Especial y Peligrosos.**

Medidas de prevención:

Se colocarán botes con tapa en el área del proyecto para almacenar los residuos diversos generados durante los trabajos.

Evitar depositar residuos como periódicos, hormigón, maderas, alambre, plásticos o cualquier otro residuo sólido urbano o de manejo especial.

Deberá apegarse a lo estipulado en el Plan de Manejo Integral de Residuos del sitio.

Los residuos y sobrantes de material que se producirán durante la perforación de pozos e instalación de la planta deberán ser controlados y determinarse su disposición final de acuerdo con lo estipulado en el Plan de Manejo Integral de Residuos.

El Contratista dispondrá de personal o terceros contratados para retirar y disponer los residuos generados de acuerdo con las normas vigentes.

El Contratista será responsable de capacitar adecuadamente al personal para la correcta gestión de los residuos de la obra.

Se realizará la limpieza y recolección periódica de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial existentes en el área de influencia del proyecto, ello durante el tiempo que se realicen las actividades de perforación e instalación de la planta de osmosis inversa.

Los contenedores de residuos sólidos se deberán retirar periódicamente del sitio para ser enviados a sitios autorizados.

Se deberán manejar adecuadamente todos los residuos peligrosos que se generen, tales como aceites y pinturas, con el fin de evitar derrames al suelo natural y al agua. Los residuos peligrosos generados (agua o materiales contaminados con aceites quemados o cualquier otro hidrocarburo, así como restos y botes de pintura), se dispondrán en contenedores rotulados y con tapa, separando líquidos y sólidos.

Evidencia: Fotografías de los botes especificados, fotografías de los cursos o capacitación brindada al personal, recibos o facturas de sitios de disposición final, visitas de campo.

#### **OTRAS MEDIDAS:**

Se deberán instalar señales preventivas, restrictivas y de información en la etapa de operación.

Se deben colocar señalamientos viales visibles que indiquen el área de acceso de los camiones y vehículos, así como los referentes a las actividades que se estén desarrollando, esto con el fin de evitar accidentes de tránsito u otros.

Se colocarán cintas restrictivas de paso hacia áreas críticas cuando el proyecto se encuentre desarrollándose en las inmediaciones.

Se deberán instalar señales preventivas, restrictivas y de información en la etapa de operación. (Letreros alusivos al cuidado del agua, promoción de la colocación de los residuos en contenedores, y/o el mantenimiento de las áreas verdes y vegetación del predio, etc.

Capacitación al personal interno y externo sobre los diversos aspectos ambientales involucrados en el proyecto, así como de los factores que podrían ser impactados por cada uno de ellos en su trabajo diario

Evidencia: Fotografías de los letreros alusivos específicos, fotografías de las señales restrictivas, recibos o facturas de compra, señales o cintas restrictivas, así como visitas de campo.

## **VI.2 Programa de Vigilancia Ambiental (PVA).**

Para conseguir los objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental, a continuación, se describirá el seguimiento que se realizará a las medidas propuestas derivadas de la identificación de impactos ambientales y de los elementos del medio natural.

### **VI.2.1 Objetivos**

Los objetivos básicos del Programa de Vigilancia Ambiental propuesto a continuación son los siguientes:

1. Controlar la adecuada ejecución de las medidas preventivas y correctivas de impacto ambiental previstas.
2. Incorporar la cuestión ambiental como otro elemento de decisión permanente.
3. Comprobar la eficacia de las medidas preventivas y correctoras establecidas y ejecutadas. Cuando tal eficacia se considere insatisfecha, determinar las causas y establecer los remedios adecuados.
4. Detectar impactos no previstos y proponer las medidas adecuadas para reducirlos, eliminarlos o compensarlos.
5. Informar de manera sistemática a las autoridades implicadas sobre los aspectos objeto de vigilancia y ofrecer un método sistemático, lo más sencillo y económico posible, para realizar la vigilancia de una forma eficaz.
6. Describir el tipo de informes y la frecuencia y periodo de su emisión y a agentes a quien van dirigidos.
7. Garantizar que la construcción y operación del proyecto se desarrolle en equilibrio con el medio ambiente natural y antrópico en su área de influencia.
8. Hacer accesible la información derivada de la implementación del proyecto.
9. Dejar constancia documental de cualquier incidencia en su desarrollo.

## VI.2.2 Alcance

Las medidas que se establezcan en el PVA deberán implementarse en todas las áreas afectadas por las obras y su entorno inmediato, el cual es considerado el predio en donde se ubica el proyecto.

### VI.2.2.1 *Elaboración e implementación del PVA*

El Contratista (perforista y/o instalador) deberá listar todas las entradas y salidas del proyecto (materiales, mano de obra, maquinarias, movimientos de suelos, insumos, etc.) así como la planificación de los trabajos y su distribución en el tiempo. El contratista deberá adjuntar a la estructura del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) una matriz de Identificación y control de los impactos potenciales, las medidas de mitigación propuestas y un organigrama de funciones y responsabilidades ambientales.

El Contratista será responsable de implementar el PVA propuesto y aprobado por el Representante Legal, y cumplir con la normativa ambiental vigente y aplicable a las obras, así como de los daños ambientales que ocasione con su accionar durante la realización de estas.

Todos los planes, programas y procedimientos formulados de manera específica para este proyecto deberán encuadrarse con los lineamientos establecidos en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Para la implementación del PVA se establecerá claramente en el ámbito organizativo, las funciones y responsabilidades de cada actor involucrado, asignando al Administrador del PVA (Gerente del Hotel Villas Flamingos) a un nivel de decisión cercano a la Dirección o Representante Legal de Vilavid, S.A. de C.V.

Así mismo para el levantamiento de la información necesaria para cumplir con los objetivos del programa, se realizarán visitas de inspección periódicas con por lo menos un técnico debidamente capacitado, quién en compañía de la persona que designe la empresa promotora, realice un recorrido al área del proyecto y al predio, verificando que se lleve a cabo el cumplimiento de las medidas de mitigación y/o prevención, a las

que la empresa promovente se comprometerá, y a las fijadas por la autoridad en el Resolutivo recaído a la presente, donde se indican los términos y condicionantes para el proyecto. Se requiere además documentar con evidencia física los hechos respecto del manejo ambiental del proyecto, por lo que se deberá implementar que el conjunto de evidencias sea registrado a través de una bitácora o lista de chequeo. Es importante considerar el iniciar el registro fotográfico del cumplimiento de las medidas y condicionantes establecidas por la Autoridad.

#### **VI.2.2.2 Control de Cumplimiento**

Personal de inspección verificará, en coordinación con la Administración, el adecuado cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) propuesto. Asimismo, la Administración realizará auditorías ambientales internas de manera periódica con el fin de dar un seguimiento más exhaustivo a la Gestión Ambiental del proyecto.

Para el control de cumplimiento de lo especificado en los Programas, Subprogramas, Planes y Procedimientos a ser formulados, pueden definirse distintos instrumentos. En términos generales y en virtud del número de actores participantes en las tareas de ejecución de las obras en las distintas etapas, se implementará un instrumento unificado de inspección que permita realizar uniformemente los controles por las distintas partes interesadas. De esta manera podrá generarse un registro único para el seguimiento de todos los aspectos de obra de forma independiente por cada responsable.

Asimismo, la unificación de herramientas de control puede favorecer la simplificación de capacitación del personal en lo que respecta a su implementación, seguimiento y análisis.

Terminada la perforación e instalación de la planta de osmosis inversa y a partir de la recepción definitiva de la misma, el encargado de mantenimiento dará seguimiento a la operación de las instalaciones mediante la ejecución del Programa de Seguimiento y Control (PSC), pudiendo implementar al efecto acciones conforme a los lineamientos de un Sistema de Gestión Ambiental.

### **VI.2.3 Estructura del PVA**

A continuación, se esquematiza la estructura que debe contemplar el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), el cual deberá estar debidamente documentado para estar en condiciones de efectuar su operación

#### **Programas, Planes y Medidas de implementación mínima durante las obras**

##### **VI.2.4.1 Programa de prevención**

El programa de prevención tiene como objetivo adoptar las medidas necesarias para no causar impactos sobre los aspectos ambientales de la obra de forma **previa**.

###### **VI.2.4.1.1 Subprograma Medidas de Protección de los Factores Ambientales**

A continuación, se listan los aspectos a tener en cuenta para la protección del ambiente.

## 1. Aire

El principal impacto en la calidad del aire proviene generalmente de la generación de humos, polvos, ruidos y olores, fundamentalmente producidos por las emanaciones de los vehículos y maquinarias, así como de la manipulación y transporte de materiales.

En todo lugar de trabajo en el que se efectúen operaciones y procesos que pudieran producir la afectación del ambiente con gases, vapores, humos, niebla, polvos, fibras, aerosoles, y emanación de cualquier tipo, líquidos o sólidos, se deberá disponer de medidas de precaución destinadas a evitar que dichos elementos puedan afectar la salud de los trabajadores y de los vecinos.

Medidas de prevención que se deberán adoptar para minimizar la perturbación de la calidad del aire:

- Mantener en buen estado los equipos con motores a combustión de la obra, a fin de reducir las emisiones de estos.
- Minimizar las congestiones de tránsito, relacionadas con la construcción.
- Privilegiar el uso de equipos y vehículos que utilicen combustibles alternos.
- Proporcionar lonas o humedecer los materiales y áreas secas para evitar la dispersión de polvo y partículas.
- Dar preferencia al uso de sierras y cortadoras de tipo húmedo con agua suficiente para prevenir la dispersión del polvo.

## 2. Suelo

Tener especial cuidado para evitar cualquier vertido, vuelco accidental o lixiviado de insumos, material de excavación, o residuos de cualquier clase en el suelo que pudieran alterar su calidad o bien que pudieran alterar sus características originales.

Evitar realizar acciones de mantenimiento de maquinaria en el área.

Priorizar la reutilización de las tierras extraídas durante las actividades de perforación de los pozos. En el caso de que fuera necesaria la incorporación de material de aporte para el relleno de cualquier tipo en la obra, de resultar necesario, el mismo deberá provenir de un banco de material o sitio autorizado.

Disponer de forma adecuada los suelos contaminados con sustancias denominadas peligrosas por la normativa vigente.

Para la prevención de la afectación del suelo, deberá tenerse en cuenta:

Controlar el acopio de residuos, estos deberán depositarse en los lugares previamente seleccionados y autorizados para ello.

## 3. Agua Subterránea

- Se deberán implementar las acciones necesarias para preservar los recursos hídricos dando



cumplimiento a lo señalado por las NOM-003-CNA-1996 y NOM-001-SEMARNAT-2021.

- Se deberán programar las operaciones de tal forma que se minimice la generación de lodos y sedimento producido por las obras de perforación.
- Se deberá considerar el establecer programas de ahorro de agua entre los condóminos y el personal de mantenimiento.
- Se deberá tener especial cuidado para evitar cualquier vertido, vuelco accidental o lixiviado de insumos, material de excavación, o residuos de cualquier clase en los cursos de agua.

#### Cobertura vegetal y arbolado público

Se deberán alterar lo mínimo posible los espacios verdes, césped y arbolado del área del condominio; evitando, el retiro de ejemplares.

Se conservará la integridad de los árboles y las plantas mediante las acciones siguientes:

- Preservar las raíces de los árboles para evitar comprometer la estabilidad de su estructura y/o su supervivencia.
- Evitar el tránsito innecesario, las descargas y el almacenamiento de materiales en la zona en donde se encuentran las raíces expuestas.
- Queda prohibida la tala o extracción de árboles en el área de proyecto.

#### 4. Visual

Se adoptarán todas las medidas necesarias para minimizar el impacto visual, favoreciendo la mejor percepción de los trabajos por parte de la comunidad.

- En todo momento el área de obra debe conservarse en orden y mantener un estado de limpieza adecuado.
- De ser posible instalar mamparas, cortinas y/o vallas como aislamiento visual del área donde se estén realizando trabajos de perforación.

#### VI.2.4.1.2 Subprograma Manejo y almacenamiento de insumos de obra

Para prevenir la alteración de la calidad de suelos, agua y/o aire por el derrame o pérdidas de los diferentes insumos de obra:

- Se deberán mantener las áreas de almacenamiento de materiales limpias y ordenadas para evitar y/o minimizar la pérdida de material.
- Los contenedores de los distintos materiales almacenados se deberán proteger de la humedad, las roturas y las fuentes de calor que puedan ocasionar daño físico a los mismos.
- La Administración del Hotel Villas Flamingos, así como el Contratista, deberán contar con las Fichas Técnicas de los productos que sean peligrosos o puedan ocasionar impactos frente a derrames, incendios, etc.
- Todos los productos químicos empleados durante la construcción del proyecto o suministrados para la operación de la planta de osmosis inversa deberán manejarse en cumplimiento de la normativa aplicable.

El uso de dichos productos químicos deberá efectuarse estrictamente de acuerdo con las instrucciones del fabricante impresas en los envases y la eliminación de sus residuos se realizará según la normativa aplicable.

#### VI.2.4.1.3 Subprograma Gestión de residuos, efluentes líquidos y emisiones gaseosas

El sistema de manejo de residuos deberá tener como premisa minimizar la cantidad de residuos generados a través de prácticas que tiendan a un manejo más eficiente de los insumos.

Durante todas las etapas en que se desarrolle el proyecto, incluso en el caso de suspensiones de las tareas, el Contratista mantendrá el lugar de la obra y demás áreas que utilice, en forma limpia y ordenada, libre de cualquier acumulación de residuos.

Se dispondrán todos los residuos y desechos producidos en la obra, de cualquier clase que sea y gestionará su recolección y eliminación conforme las siguientes pautas generales:

- Realizar el almacenamiento de los residuos fuera de la zona de trabajo y utilizando un sistema autorizado, para retirar los escombros y los diversos desechos.
- No se permitirá enterrar materiales de desecho en la zona.
- No se podrá disponer ningún material de desecho o volátil en el agua subterránea o las alcantarillas.
- No se podrá incinerar ningún tipo de residuos.
- No se obstruirán las alcantarillas con materiales de desecho o residuos.

Se deberá contar con los recipientes de almacenamiento adecuado, con tapa, resistentes a la corrosión, fáciles de llenar, vaciar y limpiar. El lugar de almacenamiento de los recipientes debe ser accesible, despejado y de fácil limpieza. La recolección se debe realizar por lo menos una vez al día y en horario regular.

### 1. Clasificación

Los trabajadores y frentes de obra generan residuos y efluentes de características variadas:

- Residuos Sólidos Urbanos
- Residuos de Manejo Especial
- Residuos Peligrosos

### 2. Manejo de los distintos tipos de residuos

#### a) Residuos sólidos urbanos

Durante la implementación del proyecto, los residuos sólidos urbanos deberán ser dispuestos diariamente en bolsas plásticas y colocados en recipientes adecuados, al resguardo de animales o recuperadores urbanos que deterioren las mismas. Las bolsas deberán disponerse en el punto de retiro habilitado más cercano a las obras.

#### b) Residuos de Manejo Especial

Los materiales de construcción que no puedan ser reutilizados durante las obras y los suelos excedentes que no constituyan residuos peligrosos, deberán ser dispuestos en contenedores adecuados hasta su retiro, previendo medidas para evitar pérdida del material. La disposición de los mismos deberá realizarse en lugares

y por empresas autorizadas para tal fin por autoridad competente.

Los escombros u otros materiales que puedan ser utilizados como relleno fuera de la obra se enviarán hacia los sitios de relleno o acopio de este tipo de material, habilitados por la autoridad competente.

c) Residuos Peligrosos

Los residuos peligrosos generados durante la ejecución de los trabajos deberán ser dispuestos de acuerdo con la normatividad vigente. Los residuos peligrosos encontrados durante la ejecución de las obras generadas por terceros constituyen un hallazgo. El mismo deberá notificarse a la brevedad a la Administración del Hotel Villas Flamingos y al Contratista para que se indique el manejo adecuado.

El transporte de este tipo de residuos deberá ser realizado por una empresa autorizada por la SEMARNAT para que se lleve a cabo su disposición final de acuerdo con la normativa vigente. La documentación correspondiente a toda operación con residuos peligrosos, así como de Manejo Especial deberá considerarse como registro obligado en la Bitácora del PVA.

d) Productos químicos

Los productos químicos en cualquier estado deben disponerse de acuerdo con la legislación y siguiendo lo indicado en las correspondientes hojas de seguridad de los mismos. Se mantendrá un archivo de estas hojas en la Administración y en la Inspección de Obra. Se tomarán las medidas precautorias necesarias para evitar lixiviados.

e) Suelos contaminados

Durante la ejecución de las perforaciones puede producirse el hallazgo de tierras que han visto alterada su calidad natural, presentando diversos tipos y grados de afectación que impidan su reutilización en obra. En los casos en que se produzca un hallazgo de esta naturaleza, se dará aviso inmediato a la Inspección de Obra, la cual definirá los pasos a seguir en cumplimiento de la normativa aplicable.

f) Aguas residuales

Las aguas residuales generadas por el personal de obra y empleados deberán ser en todo caso, canalizadas hacia la Planta de Tratamiento instalada en el Hotel Villas Flamingos. Se utilizarán los baños ya instalados en las áreas comunes del Hotel o en los casos en que esto no sea factible, se utilizarán baños químicos y se asegurará el retiro periódico de los líquidos residuales. Deberá instalarse un sanitario químico por cada 25 trabajadores.

De ser el caso, cuando se proceda a evacuar aguas residuales del sitio de proyecto, el Contratista deberá contratar a una empresa autorizada con registro ante la Secretaría Estatal de Medio Ambiente.

g) Emisiones a la atmósfera

Las medidas básicas para evitar emisiones contaminantes son:

- Privilegiar el uso de vehículos y maquinarias alimentados con combustibles alternos, de ser esto posible.

- Mantener un estricto control de los motores de los vehículos y maquinarias alimentados con combustibles fósiles

En todos los casos debe tratarse de minimizar, reducir o eliminar estas emisiones. No se permitirá realizar quemas de residuos, restos de poda, etc. ni utilizar leña, carbón o combustibles líquidos en el área del proyecto.

#### ***VI.2.4.2 Programa de Seguimiento a Medidas de Mitigación***

Se define como medidas de mitigación ambiental al conjunto de medidas correctivas de las acciones que provocan impactos y/o a las medidas tendientes a prevenir y/o mitigar los mismos. Este seguimiento se señala en el apartado VI.3.

##### **VI.2.4.2.1. Subprograma Medidas de Mitigación de Contaminación del Aire**

Las emisiones a la atmósfera derivadas de este proyecto se relacionan con los polvos fugitivos provenientes mayormente de la perforación de los pozos de abastecimiento y descarga. Para este caso, deberán implementarse las acciones correctivas necesarias para evitar su dispersión mediante las acciones siguientes:

Con respecto a los vehículos que se utilicen para realizar el transporte de materiales, tanto insumos como residuos o transporte del personal, se requiere:

- Mantener un estricto control de los motores de los vehículos y maquinarias alimentados con combustibles fósiles, garantizando mediante comprobantes de mantenimiento, su buen funcionamiento y mantenimiento continuo.
- Las cajas de los camiones que se destinen al transporte de tierra u otro tipo de material, tal como arena, cemento, etc., deberán encontrarse en buenas condiciones y ser tapadas por medio de lonas o cubiertas plásticas de forma tal que se impida la pérdida de material y la propagación del mismo al ambiente durante su recorrido.
- Deberá respetarse la capacidad de carga de estos vehículos.
- Privilegiar el uso de vehículos y maquinarias alimentados con combustibles alternos, de ser posible.

#### **Mitigación de ruido**

El Contratista deberá tomar en cuenta las medidas necesarias para cumplir con la norma vigente sobre ruido, así como las medidas de prevención mencionadas en este apartado.

Asimismo, se considerarán las siguientes medidas de mitigación:

- Programar las tareas más ruidosas en los horarios menos sensibles.
- Minimizar la duración de las obras mediante la programación adecuada de las mismas.
- Priorizar el uso de equipos de construcción de baja generación de ruido, o en su defecto se procederá a utilizar técnicas de insonorización en aquellos casos que esto sea posible.
- Los equipos utilizados no serán alterados de ninguna forma que provoque que los niveles de ruido sean más altos que los producidos por el equipo original.
- Mantener en buen estado los motores y partes móviles de los equipos de transporte y maquinarias, lo cual asegura una disminución de los niveles sonoros.

#### VI.2.4.2.2 Subprograma Medidas de Mitigación de Contaminación del Suelo

La alteración de la calidad de suelos por un derrame de hidrocarburos, aceites, lubricantes y/o productos químicos implica atender inmediatamente el accidente para minimizar la posibilidad de un impacto negativo estableciendo planes de contingencia. En este sentido, la acción de mitigación será interrumpir el vuelco evitando su propagación y/o aplicar los métodos de contención que se hayan estipulado (absorbentes, etc.), dándose aviso inmediato a la Administración para que ésta alerte de la situación a la autoridad correspondiente y se definan las acciones a seguir.

Una vez que se haya superado la emergencia, se deberán analizar las medidas concretas de mitigación necesarias para la restitución del medio afectado.

#### VI.2.4.2.3 Subprograma Medidas de Mitigación de Contaminación del Agua

En este caso el medio que mayor impacto podría recibir durante la implementación del presente proyecto sería el componente agua.

Las medidas propuestas de mitigación incluyen las siguientes:

Implementación de un Programa de Ahorro de Agua en el Hotel Villas Flamingos

- Regar las áreas jardinadas del Hotel por las mañanas antes de las 10 am o después de las 5 pm. Con la finalidad de que la absorción por la vegetación sea la máxima.
- Se deberá establecer un indicador de lámina de riego necesaria para evitar el sobreriego de las áreas verdes.
- Dar el adecuado mantenimiento a la Planta de ósmosis Inversa así como al medidor volumétrico y el Telemétrico de medición de SDT que se instalará.

La alteración de la calidad del agua por un derrame de hidrocarburos, aceites, lubricantes y/o productos químicos implica atender inmediatamente el accidente para minimizar el vuelco y el área afectada siguiendo los planes de contingencia que deberán desarrollarse. En este sentido, la acción de mitigación será interrumpir el derrame evitando su propagación y/o aplicar los métodos de contención que se estipulen (absorbentes, etc.), dándose aviso inmediato a la Administración del Hotel para que ésta alerte de la situación a la autoridad correspondiente y defina las acciones a seguir.

Una vez que se haya superado la emergencia, se deberán analizar las medidas concretas de mitigación necesarias para la restitución del medio afectado.

#### VI.2.4.2.4 Subprograma Medidas de Mitigación de Contaminación Visual

En los casos en que sea inevitable en las áreas de obras, se instalarán barreras físicas que aminoren el impacto visual de forma que afecten lo menos posible las vistas cotidianas de los visitantes y empleados, así como los habitantes de la Isla.

## VI.3 Programa de Seguimiento y Control (PSC)

Para realizar el monitoreo del proyecto, la Administración del Hotel Villas Flamingos definirá un Programa de Seguimiento y Control (PSC) el cual se constituye como un documento técnico de control ambiental, que comprenderá los aspectos ambientales más relevantes de la Manifestación de Impacto Ambiental que surjan durante la operación de la Planta de ósmosis inversa.

El PSC tiene como objetivos:

Proporcionar un sistema de información que alerte el momento en que un indicador de impacto, previamente seleccionado, se acerque a su nivel crítico durante esta etapa.

Garantizar el cumplimiento de las indicaciones y medidas, preventivas y correctivas, contenidas en el Resolutivo y Manifestación de impacto ambiental, a fin de lograr la conservación y uso sostenible de los recursos naturales y el ambiente durante las etapas de operación y funcionamiento de la planta de osmosis inversa para desalinización. En este caso, se llevará a cabo un Plan de Monitoreo junto con el control operativo y la recopilación de los datos relevantes para dar el seguimiento a los indicadores propuestos en el apartado V.2.1.

### VI.3.1 Plan de Monitoreo

#### VI.3.1.1. Monitoreo Ambiental del Agua

En los casos que corresponda, se llevará a cabo el monitoreo de parámetros de calidad y los niveles freáticos en la zona del proyecto, para en su caso detectar posibles desvíos o incumplimientos, y actuar en consecuencia, implementando acciones correctivas y preventivas, para evitar su reincidencia, mediante una mejora continua en el desempeño ambiental del proyecto.

Este monitoreo se realizará periódicamente y en los tiempos y formas que indica el Reglamento de la Ley de Aguas cubriendo los parámetros fijados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y en su caso la Ley Federal de Derechos.

Adicional a lo anterior, se instalará un medidor automático de Sólidos Disueltos Totales (SDT) que reportará a CONAGUA cada hora mediante telemetría la concentración de los mismos en el agua de aprovechamiento que abastezca a la Planta de Osmosis Inversa con agua de una concentración mayor a 2,500 ppm de SDT.

#### VI.3.1.3 Programa de capacitación

El personal que lleva a cabo funciones que pueden causar impactos ambientales reales o potenciales significativos, o impactos asociados, debe haber adquirido la competencia necesaria mediante una educación, formación o experiencia adecuadas.

Con el objeto de asegurar los conocimientos, habilidades y aptitudes requeridas para una mejor y más

segura realización de las tareas, la administración establecerá e implementará un Plan de Capacitación Ambiental, con el objetivo de instruir e informar al personal para mejorar el desempeño ambiental del proyecto.

En este sentido, ninguna persona involucrada en el proyecto podrá alegar el desconocimiento de los programas aprobados o legislación ambiental que sean responsabilidad suya y/o en las cuales su actuar y decisiones puedan generar un impacto ambiental. Así mismo, las empresas contratistas deberán llevar registros actualizados de las capacitaciones impartidas, en cuanto a su contenido, responsable de instrucción, fecha y personal asistente.

Para el logro de lo anterior, se hará obligatoria la realización de un curso de inducción y se elaborará una circular, que deberá conocer y realizar cada persona contratada con carácter previo al comienzo de sus actividades en el área.

#### Toma de Conciencia

Los empleados y personas que trabajan en el Hotel Vilas Flamingos deben tomar conciencia de:

- Las funciones de conservación y protección del ambiente son responsabilidad de todos los colaboradores de la obra, ya sea personal del Hotel Villas Flamingos o de las empresas contratistas, a partir de gerentes, supervisores, ingenieros, técnicos, operadores, ayudantes, etc.;
- Los impactos ambientales significativos, reales o potenciales, de las actividades y los beneficios al medio ambiente a través de un mejor desempeño personal.
- Sus funciones y responsabilidades en el logro del cumplimiento de las políticas, los procedimientos ambientales y los requisitos del PVA.
- Las consecuencias potenciales en caso de desviarse de los procedimientos de operación especificados.
- Ante la introducción de tecnologías, nuevos proyectos, así como cambios en la organización del trabajo que tengan implicaciones ambientales, se establecerán las acciones de formación y capacitación requeridas para adaptarse a la nueva realidad de operación y/o gestión.

## VI.4 Cronograma de Trabajo

A continuación, se adjunta el cronograma de trabajo del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) y del Programa de Seguimiento y Control (PSC):

**Tabla 32. Cronograma de trabajo del programa de vigilancia ambiental.**

Actividades	CRONOGRAMA DE TRABAJO												
	Preparación (meses)						Perforación e Instalación (meses)						Operación y Mtto (años)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1 ...30
Obtención de permisos para perforación de los pozos e instalación de la osmosis inversa													
Visita mensual de seguimiento y comprobación de medidas propuestas													
Visita semestral de seguimiento y evaluación de PVA y PSC y cumplimiento de medidas propuestas y condicionantes													
Visita para recopilación de evidencias de cumplimiento de medidas y condicionantes													
Visitas semestrales de Seguimiento a Condicionantes del Resolutivo.													
Emisión de informe anual de cumplimiento de condicionantes.													



## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Actualmente en el área de implementación del proyecto, que es la Isla de Holbox, se presenta una tendencia de sobreexplotación de los recursos naturales, derivado ello del acelerado crecimiento poblacional y aumento de la afluencia turística.

El proveedor de agua a nivel municipal es el Organismo Operador denominado Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del estado (CAPA), quien tiene en concesión los servicios de abastecimiento de agua potable, alcantarillado y saneamiento del Municipio de Lázaro Cárdenas, y en particular de Isla Holbox. Uno de los recursos con mayor demanda en el área es el agua potable. En meses pasados se ha presentado desabasto de agua potable en la zona causados, en parte, porque el operador no cuenta con el gasto de extracción suficiente para satisfacer la demanda de habitantes y visitantes. Existen en la actualidad continuos periodos de falta o escasez de abastecimiento en la Isla. Aunado a lo anterior, el aumento de la demanda de agua potable en la Isla va en aumento al igual que los visitantes y hoteles en el área. El organismo operador reconoce el desabasto del vital líquido, durante el verano de 2017 se creó una crisis de saneamiento en Holbox debido a la falta de agua y al exceso de aguas residuales que al no poder ser tratadas por la Planta de Tratamiento instalada. CAPA como Organismo Operador determinó que en poco tiempo los pozos de captación serían insuficientes para proveer de agua a la población de la Isla.

En ese entonces, según lo indica CONAGUA, para subsanar momentáneamente el desabasto de agua que se presentó en la isla, el organismo operador (CAPA) suministró de manera temporal agua por medio de pipas, llegando a contabilizar hasta 25 pipas de agua por día, sin embargo, en un intento de subsanar de manera permanente esta situación, se llevaron a cabo diversas acciones entre las que se pueden mencionar:

- La Perforación de 2 pozos más para la extracción de agua hasta por 10 lps cada uno.
- La Rehabilitación de tanques superficiales dentro y fuera de la isla para aumentar la capacidad de regulación y almacenamiento.
- Equipamiento de un tanque superficial en la parte continental para reducir la distancia de bombeo desde la zona de captación.
- Sustitución de un tramo de 600 m de tubería de 6" de diámetro por otra de 10" de diámetro para evitar las pérdidas de carga y aumentar la capacidad de conducción.

Asimismo, en lo que corresponde a la recolección de las aguas residuales y saneamiento de estas, CAPA gestionó un crédito con BANOBRAS para la rehabilitación de las válvulas en las líneas de vacío y la rehabilitación de la propia Planta de Tratamiento, amén de la ampliación de las mismas.

Así que dado lo anterior, y aun con las inversiones y ampliaciones realizadas para dar los servicios de agua potable y drenaje a Isla Holbox, aún se mantiene la carencia de abasto de agua potable y de tratamiento de las aguas residuales generadas por la población y los visitantes del área.

El escenario en el cual el proyecto no se implementase, seguirían ocurriendo los eventos de desabasto para los visitantes y la población en general, Así mismo, los costos de agua potable podrían elevarse, al aumentar la demanda.

El Área de Influencia del proyecto se encuentra en un avanzado estado de fragmentación y deterioro de la calidad ambiental, ello debido a la presión que ejerce el crecimiento de la población, la demanda de vivienda y servicios ocasionada por el gran flujo de personas, tanto turistas como nuevos pobladores. Estos factores aumentan la presión sobre los recursos naturales que poco a poco van cediendo su lugar, como en el caso de la vegetación, a grandes desarrollos de vivienda y hoteleros que ocasionan un cambio de uso de suelo acelerado, provocando pérdida de las áreas permeables que anteriormente servían como una gran área de retención y captación de agua que recargaba el acuífero.

Sin el desarrollo del actual proyecto las tendencias negativas de deterioro ambiental continuarán, al aumentar el crecimiento de la denominada Subzona de asentamiento humanos Holbox y disminuyendo la captación de aguas. El Hotel Villas Flamingos requerirá ser abastecido por medio del Organismo Operador (CAPA), aumentando la demanda del uso de agua potable sin tener la opción de asumir los costos derivados del tratamiento del agua mediante el autoabasto e internalización de los costos de tratamiento y potabilización.

## VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

De autorizarse el presente proyecto de instalación y operación de una planta de ósmosis inversa para autoabastecer al Hotel Villas Flamingos con agua en la calidad y cantidad requerida por los trabajadores y visitantes, se estaría promoviendo el **uso de un recurso que no es apto para consumo humano**, antes de someterlo a tratamiento mediante ósmosis inversa. Se asumen los costos de potabilización y tratamiento, evitando así otra crisis ambiental de las proporciones ocurridas en 2017.

El agua salobre mayor a 2,500 ppm de Sólidos Disueltos Totales (SDT) a la cual se le proveería de un tratamiento mediante un sistema de ósmosis inversa permitiría disminuir la presión sobre el recurso de agua dulce; ya no se competiría más por este bien, sino que, por el contrario, el volumen de agua que se dejaría de solicitar al operador quedaría disponible para otra población de Isla Holbox. A su vez, el costo de transporte del agua potable desde la zona de captación hasta la zona de proyecto incrementa los costos operativos y en un futuro quizás el costo al público.

De llevarse a cabo el proyecto sin medida alguna de mitigación ni prevención, se estará en el supuesto de que al agua subterránea será contaminada por la descuidada descarga del agua de rechazo de la ósmosis inversa que provocará la contaminación del manto freático y promoverá la intrusión de la cuña de agua de mar hacia dentro del continente, lo que ocasionaría desabasto de agua para la ciudad puesto que la zona de captación de Chiquilá se vería afectada pudiéndose dar el caso de que los pozos de dicha zona sufrieran la introducción de agua de mar, perdiéndose para su uso futuro causando graves daños económicos y de salud a la población al carecer o disminuir su abasto de agua potable.

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

Considerando la implementación del proyecto y sus respectivas medidas de prevención y mitigación, el escenario se muestra favorable ya que los impactos derivados del análisis incluido en esta Manifestación son irrelevantes, moderados y severos. Todos los impactos moderados pueden ser perfectamente recuperables mediante la aplicación de las medidas de mitigación descritas con anterioridad.

Los impactos irrelevantes serían prevenidos y en base al cumplimiento de lo señalado en el Programa de Vigilancia Ambiental y de su respectivo Programa de Seguimiento y Control se estaría promoviendo un desarrollo sustentable donde el recurso agua pueda ser aprovechado hoy y en tiempos futuros, debido a que la cantidad de agua salobre del acuífero cárstico y costero es una excelente fuente de abastecimiento que ahora puede ser potabilizada mediante el proceso de ósmosis inversa y proveer de agua potable a los trabajadores y visitantes del Hotel Villas Flamingos y de la APFF Yum Balam, a su vez dejar disponible una mayor cantidad de agua dulce para ser distribuida entre la población de la Isla de Holbox, disminuyendo costos de transporte desde el continente, lo que conlleva además un uso de energía eléctrica y consumo de combustibles fósiles que promueven el calentamiento global y con ello el aumento de los niveles de agua en la zona costera con pésimos pronósticos en cuanto a el aumento de intemperismos severos en el área, ya de por si impactada en años anteriores por Wilma y Emily.

Los impactos derivados de la operación de la ósmosis inversa y la protección del acuífero son compatibles mediante el monitoreo continuo de la conductividad que permite que el aporte de datos enviados por telemetría a la Autoridad (CONAGUA) promuevan que esta misma tenga la mayor información para poder llevar a cabo un manejo de cuenca más informado y con un enfoque en la sustentabilidad.

Aunado a lo anterior, cabe mencionar que el área donde se pretende ubicar el proyecto se encuentra dentro del área de servicios del Hotel Villas Flamingos, cuyas obras fueron autorizadas en el año 2000 y 2004 por esa Autoridad que en aquel entonces se denominaba SEMARNAP. Como ya se mencionó el proyecto además de ubicarse en la Subzona de asentamiento Humanos ya de por si un poco degradada en su calidad ambiental aun antes de que se decretara el área como un Área de Protección de la Flora y fauna. El área donde se ubicaría la Planta de Ósmosis Inversa en un área completamente urbanizada y sometida al tráfico de carritos de golf que brindan servicio a manera de taxi a los visitantes y que son propiedad de los pobladores originarios de la Isla, así que no es un proyecto que impacte áreas sensibles o de alto valor escénico, con cobertura de vegetación y/o con presencia de especies listadas en la NOM-059- SEMARNAT- 201, ya que su calidad ambiental fue modificada hace más de dos décadas.

Aunado a lo anterior, se tomarán las decisiones de perforación y diseño de pozos así como de preservación del acuífero costero a través de la realización y aplicación de un Estudio de Geohidrología del área que permite tomar acción con base en información científica actual y relevante que permite la protección del SAR y el desarrollo sustentable de la región.

#### VII.4 Pronóstico ambiental.

Tal y como se mencionó en el punto anterior, las tendencias de crecimiento en esta zona del país y en específico en la Isla de Holbox, seguirán promoviendo la afluencia de visitantes a la Subzona de asentamientos Humanos Holbox, generando la pérdida de la cobertura vegetal y a su vez, incidiendo en los procesos de recarga y evapotranspiración del agua de lluvia.

Respecto al impacto derivado del uso de agua salobre para abastecimiento humano y dotando de datos de salinidad y/o conductividad eléctrica o SDT, ocasionará que se dé un mejor manejo de la cuenca por parte de la autoridad por lo que parece viable ambientalmente, pues promueve la mejora en el manejo del recurso.

De continuar la deforestación del Área de Influencia y del SAR, se estará modificando de manera negativa y aceleradamente la recarga del acuífero subyacente que se lleva a cabo en dicha área de selvas.

#### VII.5 Evaluación de alternativas

No se contempló cambiar de ubicación la Planta de ósmosis Inversa debido a que se busca abastecer al Hotel Villas Flamingos y a sus visitantes y trabajadores y cambiar de ubicación incrementaría los costos derivados de la implementación del proyecto al tener que transportar el agua tratada desde otro punto hasta el lugar de consumo.

En cuanto evaluar el considerar otra tecnología, actualmente se sabe que, un sistema de Ósmosis Inversa como el que se pretende instalar es una tecnología que conlleva diversas mejoras en relación a la eficiencia en el uso de la energía eléctrica y una disminución en la generación de ruido que antes acompañaba a estos sistemas.

En la actualidad los ahorros respecto al consumo de energía eléctrica con relación a modelos anteriores son de cerca de un 40% y se espera que estos costos de operación sigan bajando, ya que anteriormente estos conceptos hacían muy restrictiva la aplicación de esta tecnología a este nivel de usuario.

Sin embargo, el modelo contemplado para compra cumple con las características deseadas de desempeño y aporta una minimización en los impactos ambientales y económicos durante la etapa de operación.

En cuanto a la evaluación de una alternativa diferente sobre la superficie a ocupar para la instalación de la planta de ósmosis inversa se puede decir que respecto al predio en general, el proyecto considera ocupar un área muy pequeña de aproximadamente 15 m<sup>2</sup>, correspondiente a tan solo 0.373% de la superficie total del predio y se encuentra situada en el área de servicios del Hotel Villas Flamingos, zona que ha sido previamente urbanizada para dar servicio al mismo y a los visitantes del APFF Yum Balam.

## VII.3 Conclusiones

Considerando que respecto del presente proyecto:

- El lugar donde se ubicará la Planta de ósmosis inversa ocupa un área muy pequeña de tan solo el 0.373% del total del predio el cual tiene obras previamente autorizadas en Materia de Impacto Ambiental por la SEMARNAP mediante Resolutivos . DFQR/0018/2000, DFQR/0170/2003, 04/SGA/1107/2003, 04/SGA/0343/2003, 04/SGA/1109/04, 04/SGA/0287/06, 04/SGA/0219/05, 04/SGA/0915/05 y 04/SGA/0285/06, emitidos con relación a los Proyectos denominados “Villa Maya” y “Ampliación Villa Maya” cuyos expedientes son 23QR1999T112 y 23QR2004TD071 respectivamente.
- Dado el Estudio de Caracterización Geohidrológica del proyecto realizado, se determinó la profundidad adecuada para la realización de la perforación tanto del pozo de aprovechamiento como del de descarga.
- Se han propuesto medidas de mitigación y/o prevención adecuadas.
- Se cuenta con un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) y un Programa de Seguimiento y Control (PSC).
- Se determinaron y evaluaron los impactos ambientales que se generarían durante la implementación del presente proyecto encontrándose que todos los impactos determinados se consideraron como IRRELEVANTES, MODERADOS y SEVEROS.
- 12 impactos se consideran como de carácter positivo y 16 como negativo.
- Todos los impactos determinados pueden ser mitigados o prevenidos en base a la implementación de las medidas de mitigación y/o prevención incluidas dentro de los Programas de Vigilancia Ambiental y de Seguimiento y Control incluidos en esta manifestación.
- El área de implementación no se considera como de alta fragilidad, de hecho, es un área modificada con anterioridad al Decreto de Área Natural Protegida y por lo tanto fue considerada como parte de la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox puesto que como dicta su Programa de Manejo:
- 

*“...Por las características anteriormente descritas, las razones mencionadas en los párrafos que anteceden y de conformidad con lo establecido por el artículo 47 BIS, fracción II, inciso g), de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que dispone que las subzonas de asentamientos humanos son aquellas superficies donde se ha llevado a cabo una modificación sustancial o desaparición de los ecosistemas originales, debido al desarrollo de asentamientos humanos, previos a la declaratoria del área protegida...”*

Así mismo, en el propio Programa antes citado se establece que esta tecnología de potabilización de agua es una alternativa para el suministro de agua de la Subzona de Asentamientos Humanos Holbox y está no solo permitida sino propuesta como alternativa viable. Por lo relevante del tema, se transcribe a la letra lo señalado en el Programa de Manejo del APFF Yum Balam:

*“...Por otro lado, una alternativa para atender a las necesidades de suministro de agua, que pudieran generarse dentro del Área Natural Protegida, es la desalinización de aguas marinas y salobres.*

*Este proceso consiste en la separación de sales del agua mediante diversas tecnologías, teniendo como resultado el agua potable para consumo ...”*

- No se afectan poblaciones de especies consideradas en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- El 67% de la superficie con vegetación de manglar presenta características de conectividad ambiental en el área de influencia.
- Se cumple con los criterios emitidos por la legislación respecto a proyectos de este tipo.
- Se apega a lo indicado en el Programa de Manejo del APFF Yum Balam vigente a la fecha.
- Mediante el análisis de los diversos parámetros de aniones y cationes, así como diversas variables químicas del agua subterránea, se puede controlar el mayor impacto derivado de la implementación de este proyecto pudiese provocar, que es la intrusión salina.
- Con los datos de Sólidos Disueltos Totales (SDT) que se recabaron para la presente Manifestación, aunados a los que se generarán durante el monitoreo telemétrico que se contempla instalar, se aportan datos valiosos que servirán como base para que la autoridad realice un adecuado manejo del acuífero.

Por lo anteriormente citado y dado que todos los impactos analizados se consideran mitigables y/o prevenibles, además de ser en su mayoría considerados como irrelevantes, se considera que el presente proyecto es **ambientalmente viable**.

## Glosario de términos

**Aguas nacionales:** Las aguas propiedad de la Nación, en los términos del párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

**Aguas residuales:** Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas.

**Agua salobre:** Aguas que contienen más de 2,500 miligramos por litro de sólidos disueltos totales, independientemente de si se desalinizan o se tratan. No apta para consumo humano.

**Ámbito:** espacio incluido dentro de ciertos límites.

**Aprovechamiento sustentable:** La utilización de los recursos naturales, en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos.

**Alcance:** Fase en la que se determina la proyección y contenido del análisis de evaluación ambiental a partir de las características de la actividad, la información relevante del medio receptor, consultas a expertos e implicados y la identificación preliminar de los efectos previsible.

**Área de influencia:** Espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental.

**Beneficioso o perjudicial:** Positivo o negativo.

**Cambio climático:** Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

**Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

**Componentes ambientales relevantes:** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto- ambiente previstas.

**Cuenca hidrológica:** El territorio donde las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. La cuenca, conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión del recurso hidráulico.

**Cuña de agua salada o cuña salina:** La masa de agua salada de gran longitud con sección en forma de cuña, apoyada en la base del acuífero y con el vértice o pie tierra adentro.

**Descarga:** Acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación.

**Desarrollo sustentable:** es el progreso social, económico y político dirigido a satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades; es el mejoramiento de la calidad de vida humana sin sobrepasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan; es un concepto multidimensional que abarca las diversas esferas de la actividad humana: económica, tecnológica, social, política y cultural.

**Duración:** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

**Entorno:** es el área de influencia de un proyecto, plan o programa.

**Función hidrológica:** Algunos humedales costeros recargan acuíferos y otros descargan al manto freático que ayuda a mantener las corrientes de las cuencas y las riberas. En ambos casos los humedales costeros contribuyen en el mantenimiento de las fuentes de agua para municipios, agricultura e industria. Contribuyen al mantenimiento y mejoramiento de la calidad del agua removiendo los excesos de nutrientes y otros contaminantes. Los humedales naturales y artificiales se han utilizado para tratar aguas residuales y desbordamientos por tormentas.

**Haloclina** es una capa de la columna de agua en la que la salinidad del agua cambia rápidamente con la profundidad. Una haloclina puede ser permanente, como es la que se produce en la desembocadura de un río, o efímera, como lo es la que se produce tras una intensa lluvia en el mar. En ambos casos, el agua dulce flota y se sitúa en la zona más superficial, al ser menos densa que el agua marina, que tiene sales disueltas.

**Humedales costeros:** Ecosistemas costeros de transición entre aguas continentales y marinas, cuya vegetación se caracteriza por ser halófila e hidrófila, estacional o permanente, y que dependen de la circulación continua del agua salobre y marina. Asimismo, se incluyen las regiones marinas de no más de 6 m de profundidad en relación al nivel medio de la marea más baja.

**Impactos acumulativos:** efecto en el ambiente que resulta de la adición de los impactos que potencialmente puede generar una obra o actividad, con los que ya generaron otras obras sobre el mismo componente ambiental o que actualmente los están generando.

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

**Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

**Impacto ambiental significativo o relevante:** aquel que resulta de la acción del hombre, cuyo valor efecto se acerca al límite de la capacidad de carga de un ecosistema, definida por uno o más de los siguientes parámetros:

**Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

**Impactos indirectos:** variedad de impactos o efectos significativos distintos de los causados de manera directa por un proyecto. Son causados por desarrollos y actividades colaterales desencadenadas por el proyecto cuya magnitud es significativa e incluso mayor que la ocasionada por el proyecto; impactos que son producidos a menudo lejos de la fuente o como resultado de un proceso complejo. A veces se designa como impactos secundarios o terciarios.

**Impactos potenciales:** posibles modificaciones del medio derivadas de una acción humana proyectada; riesgo de impacto de una actividad humana en marcha o que se derivará de una acción en proyecto, en caso de ser ejecutado. Pueden ser directos, indirectos, acumulativos o sinérgicos.

**Impactos residuales:** impactos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación.

**Importancia:** Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente.

**Indicador de impacto ambiental:** expresión cuantificable de un impacto ambiental; variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración al medio ambiente; elementos del medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio, evaluado de manera



cuantitativa.

**Índice:** es una agregación de estadísticas y/o de indicadores, que resume a menudo una gran cantidad de información relacionada, usando algún procedimiento sistemático de ponderación, escala y agregado de variables múltiples en un único resumen.

**Irreversible:** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

**Intrusión salina:** Intrusión de agua salada de mar en movimiento permanente o temporal hacia tierra adentro, desplazando al agua dulce.

**Límite máximo permisible:** Valor rango asignado a un parámetro analítico, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales.

**Magnitud:** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

**Medidas correctivas:** el conjunto de medidas ya sean de prevención, control, mitigación, compensación o restauración.

**Medidas de compensación:** conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

**Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

**Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

**Medio ambiente:** sinónimo de ecosistema y compuesto por elementos (estructura) y su funcionamiento (interacciones).

**Naturaleza del impacto:** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

**Nivel piezométrico:** Es la altura de la superficie libre de agua sobre el nivel del mar, en los acuíferos libres. En los confinados, es la altura que alcanzaría el agua en el interior de un sondeo hasta equilibrarse con la presión atmosférica.

**Pozo de infiltración o inyección:** Obra de ingeniería que permite la recarga artificial del acuífero.

**Programa de vigilancia ambiental:** consiste en la programación de las medidas, acciones y políticas a seguir para: prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el proyecto o el conjunto de proyectos pueden provocar en cada fase de su desarrollo.

**Recarga directa:** consiste en la introducción directa del agua al acuífero por medio de pozos cuya sección abierta lo penetran parcial o totalmente.

**Resiliencia:** Medida de habilidad o capacidad que tiene un ecosistema de absorber estrés ambiental sin cambiar sus patrones ecológicos característicos, esto implica la habilidad del ecosistema para reorganizarse bajo las tensiones ambientales y establecer flujos de energía alternativos para permanecer estable sin perturbaciones severas, sólo con algunas modificaciones menores en su estructura.

**Reversibilidad:** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración de medio.

**Sistema ambiental Regional:** Espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer un proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.

**Sustentabilidad:** es un estado ideal en el que el crecimiento económico y el desarrollo debieran ocurrir y ser mantenidos en el tiempo dentro los límites impuestos por el ambiente. La sustentabilidad es una visión de futuro y el Desarrollo Sustentable la estrategia para alcanzarla; implica comprender los límites y características de la naturaleza, leyes naturales que los gobiernan; la sustentabilidad se basa en las teorías ecológicas de sustentabilidad natural de los ecosistemas.

**Zona de mezcla:** Zona dentro de la cual se encuentra la interfase teórica entre agua de mar y el agua dulce, es una zona dinámica en la cual el agua se mueve no solo como consecuencia de las diferencias de densidad, sino también debido a cambios del nivel piezométrico en ambos líquidos.

## BIBLIOGRAFÍA

Arreguín Cortés, Felipe I., Coord. (2015) Atlas de vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático, Jiutepec, Mor. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 148 p.

Begon M., Harper J., Townsend C.R. 1990. ECOLOGY. INDIVIDUALS, POPULATIONS AND COMMUNITIES. Blackwell Scientific Publications. USA.

Cabrera C.E., Souza S.M., Tellez V.O. 1982. IMÁGENES DE LA FLORA QUINTANARROENSE. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones de Quintana Roo. México.

Canter, Larry W. 2000. "Manual de evaluación del impacto ambiental", Madrid [etc.] McGraw-Hill Interamericana de España.

Carreón-Santos, Roy J.; Valdez-Hernández, Juan I. Estructura y diversidad arbórea de vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia en Quintana Roo. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, vol. 20, núm. 1, 2014, pp. 119-130 Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.

CENAPRED (2021). Información Básica de Peligros Naturales a Nivel Municipal- Estado Quintana Roo Municipio Lázaro Cárdenas 23007. Dirección de Análisis y Gestión de Riesgos. Dirección de Investigación. Ciudad de México.39 pp.

Colmenero, L.C., J. J.A. Palma y A. Ferreira. 1990. Medio ambiente y desarrollo en Quintana Roo. GEMA, CANTE, A. C., Cancún, 75 pp.

Conesa, Fernández., Vítora .2010. Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. 1ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa.

Contreras Espinosa, F. 1993. Ecosistemas costeros mexicanos. CONABIO-UAM. México.

Delacámara G. (2008). "Guía para decisores. Análisis económico de externalidades ambientales". CEPAL. Colección Documentos de proyectos. Págs. 12-14.

D.O.F. (1964) DECRETO por medio del cual se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona que comprende la Delegación de Payo Obispo Q. Roo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de mayo de 1964, que comprende la porción sureste del acuífero Península de Yucatán, clave 3105.

D.O.F. (1975) DECRETO que declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en una zona comprendida dentro de los límites geopolíticos del Estado de Campeche, para el mejor control de las extracciones, uso y aprovechamiento de aguas del subsuelo en dicha zona", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de diciembre de 1975, que comprende el Estado de Campeche, que corresponde a la porción oeste del acuífero Península de Yucatán, clave 3105.

D.O.F. (1981) DECRETO por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos del área que circunda los límites geopolíticos de los municipios de Benito Juárez y Cozumel, Quintana Roo y se establece veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de marzo de 1981 y que comprende los actuales municipios de Benito Juárez, Cozumel y Solidaridad, del Estado de Quintana Roo, que corresponde a la porción noreste del acuífero Península de Yucatán, clave 3105.

D.O.F. (1984) Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos y se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento, extracción y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en la parte que corresponde a los límites geopolíticos del Estado de Yucatán", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de septiembre de 1984, comprende la totalidad del Estado de Yucatán, que corresponde a la porción norte del acuífero Península de Yucatán, clave 3105.

D.O.F. (1997) NORMA Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de Enero de 1997.

D.O.F. (1997) NORMA Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996 Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de Febrero de 1997.

D.O.F. (1997) NORMA Oficial Mexicana NOM-004-CONAGUA-1996 Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua para el cierre de pozos en general. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de agosto de 1997.

D.O.F. (2003) Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y Restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Publicada en el D.O.F. el 10 de Abril de 2003.

D.O.F. (2009) ACUERDO para el uso del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) en la recopilación, análisis y presentación de estadísticas económicas. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 10 de julio de 2009.

D.O.F. (2013) ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican", a través del cual en el acuífero Península de Yucatán, clave 3105, se prohíbe la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura y la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento de volúmenes de extracción autorizados o registrados, sin contar con concesión, asignación o autorización emitidos por la Comisión Nacional del Agua, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 5 de abril de 2013

D.O.F. (2013) Reglas generales para la aplicación del beneficio establecido en el artículo 224, fracción vi de la ley federal de derechos en materia de la exención del pago del derecho por la explotación, uso o aprovechamiento de aguas salobres, con motivo de la publicación del decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la ley federal de derechos, publicado en el Diario Oficial de la

Federación el 11 de diciembre de 2013.

D.O.F. (2014) Reglas generales para la aplicación del beneficio establecido en el artículo 224, fracción VI de la Ley Federal de Derechos en materia de la exención del pago del derecho por la explotación, uso o aprovechamiento de aguas salobres, con motivo de la publicación del Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Federal de Derechos, publicado el de 27 de febrero 2014.

D.O.F. (2015) NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de marzo de 2015.

D.O.F. (2018) ACUERDO por el que se da a conocer el Resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con Categoría de Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam, ubicada en el Municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo. Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 05 de octubre de 2018.

García, E. 1988. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 4a. ed. Offset. Larios, México, 217 pp.

Gómez Orea, Domingo, "Evaluación de impacto ambiental un instrumento preventivo para la gestión ambiental", Madrid Mundi-Prensa 2003.

Gobierno de Chile- Universidad de Chile (2005) "Estudio de intrusión salina en Acuíferos costeros: Sector Costa Quebrada Los Choros, IIV Región, Informe Final. <http://documentos.dga.cl/SUB4438.pdf>

Greenberg, R. 1990. El sur de México, cruce de caminos para los pájaros migratorios. Smithsonian Migratory Bird Center, Washington, D.C., 21 pp.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2018. Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México: SCIAN 2018. México, 2018. 598 pp.

Logan, B.W., J. L. Harding, W. M. Ahr, J. D. Williams y R. G. Snead. 1969. "Late Quaternary Sediments of Yucatan Shelf, Mexico". En: Mac Birney, A. R. (comp.). Carbonate sediments and reefs. Yucatan shelf, Mexico. Am. Ass. Petro. Mem. 11: 5-28.

López Geta, Juan Antonio; Rodríguez Hernández, Luis Ed. (2000) "Recarga Artificial de Acuíferos. Síntesis Metodológica. Estudios y actuaciones realizadas en la provincia de Alicante". <http://aguas.igme.es/igme/publica/libro36/lib36.htm>

López Ornat, A., J.F. Lynch y B. MacKinnon de Montes. 1989. "New and noteworthy records of birds from the eastern Yucatan Peninsula". Wilson Bulletin, 101: 390-409.

López Portillo, J. y E. Ezcurra. 2002. Los manglares de México: una revisión Madera y Bosques, vol. 8, núm. Es1, 2002, pp. 27-51 Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México. <http://www.redalyc.org/pdf/617/61709802.pdf>

Mérida, L.A. "La evolución de la intrusión salina en el acuífero marplatense Ejemplo de una gestión

sustentable” Obras Sanitarias Mar del Plata Sociedad de Estado (OSSE), Argentina.  
[http://www.osmgp.gov.ar/osse/documentos/pdf/evolucion\\_intrusion\\_salina.pdf](http://www.osmgp.gov.ar/osse/documentos/pdf/evolucion_intrusion_salina.pdf)

Morán-Ramírez, J. et. al. 2013. Comportamiento hidrogeoquímico de flujos subterráneos en acuíferos cársticos fracturados, aplicando modelación inversa: Caso Huasteca Potosina. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana Vol. 65, No. 1, 71-82 pp.

N.R.C. 2005. Valuing Ecosystem Services, toward better environmental decision-making. National Research Council of the National Academies. Washington, D.C. EUA.

PNUMA-ORPALC, 2003. Primer taller regional de variables e indicadores ambientales dentro del marco de la Iniciativa Latino Americana y Caribeña (ILAC). San José, Costa Rica 26-27 de agosto del 2003.

Purnama S. & Marfai M.A. 2012. Saline water intrusion toward groundwater: Issues and its control. Journal of Natural Resources and Development., Vol. 02: 25-32pp. Shepard, F.P. 1973. Submarine Geology. Harper and Row Pub., 256 pp.

Tulaczyk., S.M. 1993. The Karst Geomorphology and Hidrogeology of the north eastern of Yucatán Península, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Illinois University.

Tamayo, J. L. 1984. Geografía moderna de México. Editorial Trillas, México. 390 pp.

Vélez Otálvaro, María Victoria (1999). Hidráulica de aguas subterráneas. 2ª edición Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Facultad de Minas. Escuela de Geociencias y Medio Ambiente.

SEMARNAT Indicadores Básicos de Desempeño Ambiental en México. Sistema Nacional de Indicadores Ambientales (SNIA) Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN)  
[https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores14\\_cd/conjuntob/02\\_agua/02\\_introduccion.html](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores14_cd/conjuntob/02_agua/02_introduccion.html)  
consultado el 16 de enero de 2023.

## **VIII. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y TECNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACION AMBIENTAL**

Se adjuntan en formato electrónico en CD adjunto a la versión impresa y como anexos.

### **VIII.1 . Cartografías**

Se anexan Mapas y Archivos Kmz

### **VIII.2 Fotografías**

Se anexan Fotografías del sitio.

### **VIII.3 Estudio hidrogeológico**

Se anexa “Estudio de Caracterización Geohidrológica Realizado en el Predio Denominado Villas Flamingos, Holbox, Q.Roo”