I **Unidad administrativa que clasifica:** Oficina de Representación de la SEMARNAT.

II **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, con número de bitácora **23/MP-0127/02/24.**

III **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC, el monto de inversión y el domicilio particular de persona física en páginas 6, 27, 28, 51, 52, 53, 54 y 56.

IV **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia de Acceso a la Información Pública y 113, fracción I de la Ley Federal de Transparencia de Acceso a la Información Pública. Artículos séptimo fracción III y Trigésimo octavo de los Lineamientos Generales en Materia de clasificación y desclasificación de la Información, así como para la elaboración de versiones públicas. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V **Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.**

ACTA_11_2024_SIPOT_1T_2024_ART69 , en la sesión celebrada el 19 de abril del 2024

http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2024/SIPOT/ACTA_11_2024_SIPOT_1T_2024_ART69.pdf

VI **Firma de titular:** **Ing. Yolanda Medina Gámez**

"Con fundamento en lo dispuesto por los artículos 6, fracción XVI; 32, 33, 34, 35 Y 81 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia definitiva del Titular de la Oficina de Representación de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo, previa designación, firma la C. Yolanda Medina Gámez, Subdelegada de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales".

***Oficio 00239 de fecha 17 de abril de 2023.**

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

Proyecto “Aquí es Huaye”

PROMOVENTE: C. JUANA JMÉNEZ TALAVERA

ELABORÓ: M.C. JOSÉ FRANCISCO LÓPEZ TOLEDO

Febrero, 2024

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

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

I.1.2 Ubicación del proyecto

1.1.3 Duración del proyecto

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

I.2.3 Datos del Representante Legal

I.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

I.3 Responsable de la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental

I.3.1. Nombre del Responsable técnico de la Manifestación en materia de impacto ambiental

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

I.3.3. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo

II.DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

II.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto

II.1.3 Inversión requerida

II.1.4 Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1. Programa de trabajo

II.2.2 Representación gráfica local

II.2.3 Etapa de Preparación del sitio y construcción
II.2.4. Etapa de Operación y mantenimiento
II.2.5 Etapa de abandono del Sitio
II.2.6. Utilización de explosivos
II.2.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera
II.2.7.1. Generación de gases efecto invernadero
II.2.7.1.1. Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H20, CO2, CH4, N20, CFC, O3, entre otros
II.2.7.1.2. Por cada gas de efecto invernadero producto de la ejecución del proyecto, estime la cantidad emitida
II.2.7.1.3. Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto

III.VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION DEL USO DEL SUELO

III.1 Legislación Aplicable a la Materia
III.2 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)
III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)
III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe
III.3 Planes o Programas de Desarrollo Urbano Municipales (PDU)
III.4 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas
III.5 Normas Oficiales Mexicanas
III.6 Otros Instrumentos a Considerar
III.6.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
III.6.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
III.6.3 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

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

IV.1 Delimitación del área de influencia

IV.2 Delimitación del sistema ambiental

IV.3 Caracterización y análisis del sistema Ambiental (SA)

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

IV. 3.1.1 Medio abióticos

a) Clima

b) Geología y geomorfología

c) Suelos

d) Hidrología superficial y subterránea

IV.3.1.2.1 Medio biótico del Sistema Ambiental

a) Vegetación

b) Fauna

IV.3.1.2.2. Medio biótico del conjunto predial del proyecto

IV.3.1.3. Medio socioeconómico

IV.3.1.4. Paisaje

IV. 4. Diagnostico ambiental

V.IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 Identificación de Impactos

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

V.2. Caracterización de los impactos

V.2.1 Indicadores de impacto

V.3. Valoración de los impactos

V.4. Conclusiones

VI.MEDIDAS DE PREVENTIVAS Y DE MITIGACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

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

VI.2 Programa de Vigilancia ambiental

_ Objetivos y alcance

_ Líneas estratégicas

VI.3 Seguimiento y control

VI. 4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

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

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto sin medidas de mitigación

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

VII.4 Pronóstico ambiental

VII.5 Evaluación de alternativas

VII. 6 Conclusiones

VIII. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1. Presentación de la información

VIII.1.1. Cartografía

VIII.1.2. Fotografía

VIII.1.3. Videos

VIII.2 Otros Anexos

VIII.2.1. Memorias

VIII.3. Glosario de términos

RESUMEN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR DEL PROYECTO "AQUÍ ES HUAYE", MUNICIPIO DE BACALAR, ESTADO DE QUINTANA ROO

I.- Datos generales del proyecto y el promovente

Nombre del proyecto: Aquí es Huaye

Ubicación: Boulevard Aarón Merino Fernández Lotes número 07 y 08 Manzana 01, Zona 05 del ejido Aarón Merino Fernández, Municipio de Bacalar (antes Othón P. Blanco) Estado de Quintana Roo.

Nombre o Razón social: C. Juana Jiménez Talavera

Registro Federal de Contribuyentes del promovente [redacted]

II.- Descripción del proyecto

El presente documento tiene la finalidad de someter a evaluación en materia de impacto ambiental el proyecto **"*Aquí es Huaye*"** ante la SEMARNAT.

A continuación, se presenta la distribución de las obras realizadas en el conjunto predial para las cuales se solicita su regularización en materia de impacto ambiental.

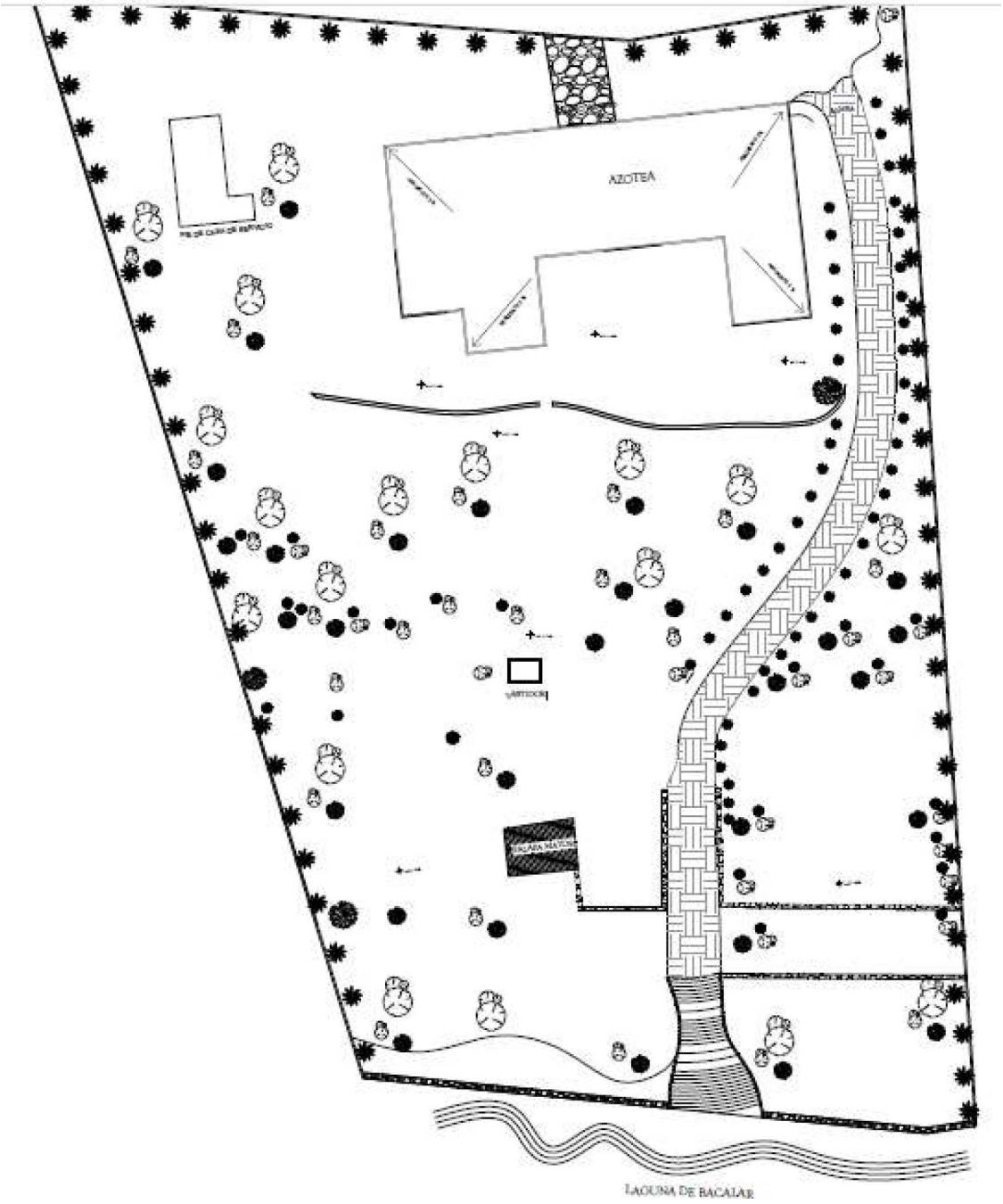


Figura 1. Conjunto de obras del proyecto "Aquí es Huaye".

El proyecto ***"Aquí es Huaye"*** consta de una casa de un nivel con cuatro cuartos, cuatro baños, cocina, comedor, sala, cochera, bodega y un mirador arriba del primer nivel, áreas ajardinadas con plantas de ornato, palmeras y frutales, áreas de conservación, dos esqueletos de postes de madera con piso de cemento, un baño inhabilitado con dos letrinas

construido con material de concreto, muros de contención y escalinatas que colindan con la laguna.

La vivienda es una casa en un nivel construida con material de block, cemento y cimentación de mampostería, en una superficie de desplante de 452 m^2, en forma de herradura. La casa cuenta con 4 cuartos, 4 baños, sala y comedor; colindante a la casa habitación se observa un anexo con material de block y cemento en una superficie de desplante de 70 m^2 (14 metros de longitud por cinco metros de ancho), habilitado como bodega y cochera, al interior de ésta se encuentra una fosa séptica en una superficie de 12.50 m^2 (5 m de longitud por 2.50 m de ancho) misma que cuenta con dos registros, siendo una fosa ecológica donde la materia pesada queda en el fondo y las más ligeras pasan a otro compartimento donde son tratadas e utilizadas como aguas grises; asimismo, en el costado norte de la casa se observa una construcción de concreto en una superficie de 16.53 m^2 (5.70 metros de longitud por 2.90 metros de ancho) arriba del primer nivel, habilitado como mirador. La superficie total de la vivienda es de 537.1345 m^2.

Además cuenta con cimentación con murete perimetral sobre una superficie de desplante de 47.70 m^2 (9 metros de longitud por 5 metros de ancho), con piso de cemento, un baño con dos letrinas (vestidores) construido con material de concreto en una superficie de desplante de 6.2752 m^2, (3 metros de longitud por 2 metros de ancho), que por sus características físicas se puede observar que no es reciente; por debajo se encuentra una fosa hermética para retener las descargas, este baño, se encuentra inhabilitado actualmente. Un esqueleto de una palapa orientada hacia la laguna, construida con postes de madera y piso de cemento en una superficie de desplante de 26.97 m^2 (6 metros de longitud por 5 metros de ancho). Un muro de contención en forma de herradura con características de no reciente, construido con mampostería con una longitud de frente de 6.50 m x 2.50 m en su costado sur y 10 m en su costado norte, con un ancho de 30 cm de ancho y una altura de 80 cm; Muro de contención construido con material de mampostería con características de no reciente, en una longitud de frente de 19 m y en su costado sur 10 m, con un ancho de 30 cm y una altura de 70 cm; un muro de contención con características de no reciente, construido de mampostería en una longitud de frente de 6 m, con un ancho de 30 cm y una altura de 60 cm. En forma paralela a este muro, otro muro de contención con características de no reciente en una longitud de frente de 18 m con un ancho de 30 cm y una altura de 70 cm. Entre ambos muros de contención un camino a la

laguna con suelo natural adaptado con rolitos de cemento (pequeños cilindros de cemento) para facilitar el acceso a la laguna en una longitud estimada de 22 m por un ancho de 4 m.

Al margen de la laguna un muro de contención construido con material de mampostería con características de no reciente, en una longitud de frente de 18 m y en su costado sur de 11.5 m, con un ancho de 30 centímetros y una altura 80 centímetros. A continuación, en forma paralela se observa otro muro de mampostería con características de no reciente, en una longitud de frente de 5 m y en su costado norte 11.5 m por 30 cm de ancho y una altura de 80 cm. Entre ambos muros de contención un camino a la laguna con escalinatas de mampostería en una longitud de 11.5 m por un ancho de 4 a 6 m y un andador de suelo natural adaptado con rolitos de concreto que une la parte posterior del conjunto predial con la parte inferior hasta las escalinatas.

Objetivo general

Regularizar en Materia de Impacto Ambiental las obras construidas en el conjunto predial ubicado en los solares 07 y 08, sobre el camino costero del Boulevard Aarón Merino Fernández con una superficie total de 6,247.49 m^2 propiedad de la C. Juana Jiménez Talavera mediante proyecto denominado "Aquí es Huaye".

Objetivos específicos:

- Obtener la Autorización en Materia de Impacto Ambiental de las obras construidas en una superficie de 1,076.47 m^2 en el conjunto predial conformado por los solares 07 y 08 propiedad de la C. Juana Jiménez Talavera registradas en el acta de inspección No. PFPA/29.3/2C.27.5/0049-16 de fecha 24 de junio de 2016 en cumplimiento al expediente administrativo número PFPA/29.3/2C.27.5/0049-16 emitido por la PROFEPA.
- Crear un espacio de convivencia familiar en un ambiente agradable, tranquilo y alejado de las actividades cotidianas, razón por la cual la promovente adquirió el conjunto predial.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales derivados de las obras en las diversas etapas del proyecto "*Aquí es Huaye*".
- Establecer las medidas de mitigación de aquellos impactos ambientales que tengan importancia relevante en el área de influencia del proyecto y que pudieran alterar el medio natural.

- Cumplir con los criterios generales del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Laguna de Bacalar, así como los criterios específicos establecidos en la Unidad de Gestión Ambiental TU-7 (UGA Tu-7) donde se encuentra inmerso el proyecto.
- Promover el desarrollo sustentable mediante la conservación del 60% de la superficie total del conjunto predial mediante su enriquecimiento con especies nativas.

III.- Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental

El predio del proyecto se encuentra en el Municipio de Bacalar, Estado de Quintana Roo, actualmente el uso del suelo se encuentra regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna de Bacalar publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Quintana Roo el 15 de marzo de 2005. El proyecto se encuentra inmerso en la Unidad de Gestión Ambiental Tu-7 con política de Conservación.

Se presentan las políticas y criterios establecidos para la UGA Tu-7 la cual es aplicable al proyecto.

Cuadro 1. Políticas y criterios establecidos para la UGA Tu-7

Nombre:	**Costa Bacalar Norte**	**Identificador:**	**Tu-7**
Política: Conservación			
Usos			
Predominante		**Compatibles**	
Turismo hotelero intensivo		Turismo Alternativo, Equipamiento	
Condicionados		**Incompatibles**	
Infraestructura		Acuacultura, Agricultura, Agroforestería, ANP, Apicultura, Aprovechamiento acuífero, Asentamiento humano, Caza, Centro de población, Corredor natural, Extracción pétrea, Forestal, Ganadería, Industria, Manejo de flora y fauna, Pesca, Silvicultura	
Criterios			

Nombre:	**Costa Bacalar Norte**	**Identificador:**	**Tu-7**
TA		Turismo alternativo	01, 02
Pe		Pesca	
Ma		Marinas	02, 03, 04
CG		Campos de Golf	02
Den		Densidades	01, 02, 03, 04, 09
BM		Bancos de Material	02, 04, 08
Man		Manglares	01, 04, 05, 06
Gan		Ganadería	02
Acu		Acuicultura	
ZFMT		ZoFeMaT	01, 02, 03, 04
Fa		Fauna	02, 03
MRS		Manejo de Residuos Sólidos	01, 04, 05, 06, 07, 08, 09
MRL		Manejo de Residuos Líquidos	01, 02, 03, 04, 05, 06
Agricultura			
Flo		Flora	02, 03, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11
Urb		Áreas Urbanas	01, 03
Ind		Industria	04, 05
CyC		Carreteras y Caminos	01, 02, 03, 04, 05, 06
IBS		Infraestructura Básica y de Servicios	01, 02, 03
Cons		Construcción	03, 04, 05, 06, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16

Nombre:	**Costa Bacalar Norte**	**Identificador:**	**Tu-7**
AA		Aprovechamiento del Acuífero	01, 02, 05
CoCo		Control de la Contaminación	01, 03
ANP			
ZLC		Zona Litoral y Costera	01, 02, 03, 04
AN		Actividades Náuticas	03
Ecoex		Ecosistemas excepcionales	01

IV.-Descripción de los elementos físicos y biológicos de la subcuenca hidrológico-forestal en donde se ubique el predio

La delimitación del sistema ambienta fue realizada por medio de la cuenca de clave "A" (Bahía de Chetumal y Otras), y a la vez, dentro de ésta, la subcuenta de clave "C" (Bahía de Chetumal), ahí se localiza el área del proyecto en comento. El sistema ambiental ocupa una superficie de 7,574.62 km² (757,462 ha) donde se encuentra inmerso el proyecto.

Los límites del SA son los siguientes:

1. Al **Noroeste** con las Cuencas Cerradas (33B)
2. Al **Este** con el mar Caribe y la Bahía de Chetumal.
3. Al **Sur** con Belice y Guatemala

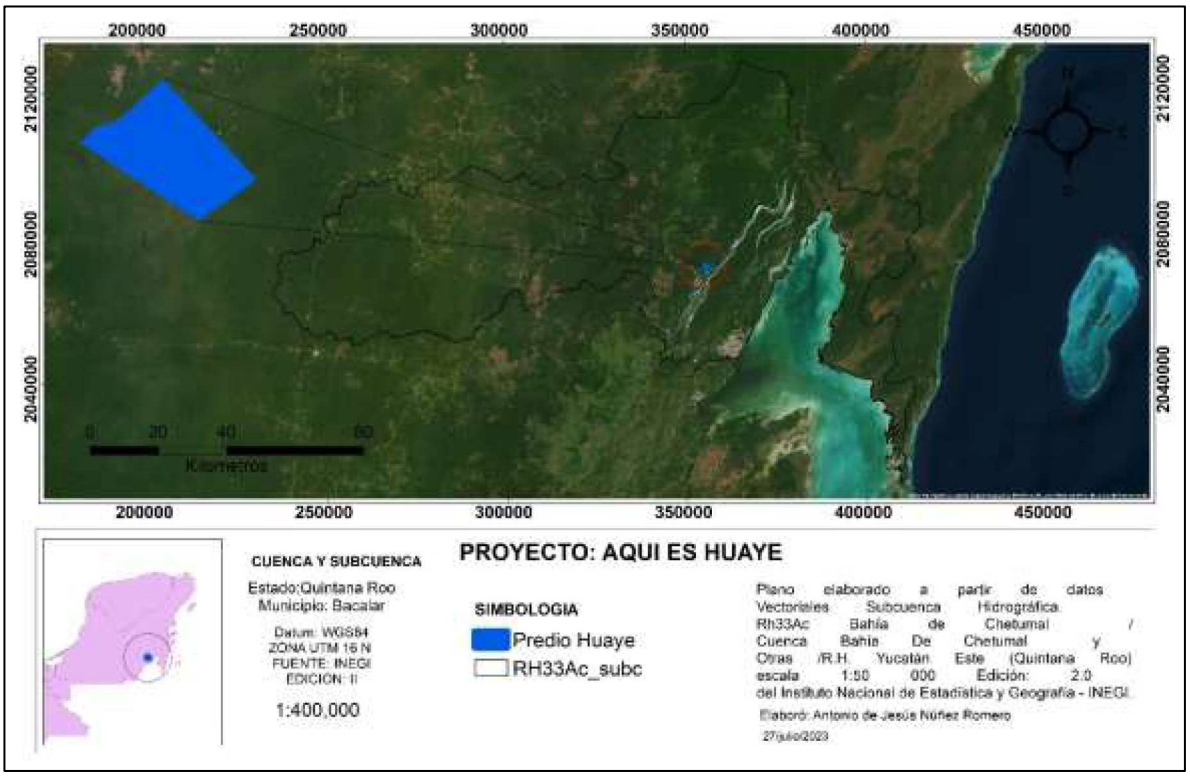


Figura 2. Trazo del sistema ambiental, dentro del cual se encuentra circunscrita el área del proyecto.

El área que ocupa la Subcuenca Bahía de Chetumal (Sistema Ambiental), donde se ubica el proyecto "Aquí es Huaye" presenta los siguientes climas:

- Aw1(x'): Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.
- Aw0: El clima de Awo está clasificado como tropical. En invierno, hay mucha menos lluvia en Awo que en verano. De acuerdo con Köppen y Geiger clima se clasifica como Aw. La temperatura aquí es en promedio 26.9 ° C. En un año, la precipitación media es 1248 mm.
- Aw2(x'): Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.
- Aw1: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm;

lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

- Aw0(x'): Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

En lo que se refiere a la temperatura media anual es aproximadamente de 26 ºC y temperatura del mes más frio del año corresponde a enero 23.2 °C, precipitación media anual de 982.8 mm y precipitación del mes más seco menor de 30 mm; con lluvias intensas en verano, siendo su porcentaje de lluvia invernal mayor a 10.2 % del total anual.

El área es afectada cada año por eventos meteorológicos como tormentas tropicales y el paso ocasional de huracanes durante la temporada con mayor incidencia de huracanes que va de mayo a noviembre.

El área de estudio está sobre la formación geológica era Cenozoica, se puede observar que el área del proyecto es prácticamente plana, con una altitud sobre el nivel del mar de 1-10 m, con una pendiente de 1.08 % y predomina el tipo de suelo rendzina.

La zona está conformada por roca caliza de alta permeabilidad, condición que no permite la existencia de corrientes de aguas superficiales, por la capacidad de infiltración y escasa pendiente del terreno estatal, se estima que el 80 % de la precipitación pluvial se infiltra a través de las fisuras y oquedades de la losa calcárea, pero sólo una parte de ese gran volumen ingresa al acuífero:

Según el INEGI en su serie VII, -el sistema ambiental delimitado predomina dos tipos de vegetación siendo la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia la dominante, con árboles que pierden de 25 % a 50 % de sus hojas durante la estación seca del año. Entre otras cualidades, estas selvas presentan una elevada resiliencia, pues son capaces de restablecerse a pesar de las perturbaciones que continuamente las han afectado y las afectan, sobre todo los huracanes.

Al momento de la elaboración del presente estudio de la calidad ambiental actual del predio y del sistema ambiental en general se puede considerar como bueno, aunque hay señales innegables de impacto por actividades antropogénicas, principalmente por la agricultura y la ganadería; junto con los severos intemperismos que ha sufrido a lo largo del tiempo, y a

que en toda la franja lagunar de la localidad de Aarón Merino y en sus zonas aledañas, se observa un paisaje fragmentado y modificado, con un ambiente semiurbano rústico, carente de orden y uniformidad, donde esta zona va a lo largo del camino, que a un lado presenta construcciones que tienen como fondo algunos árboles con alturas mayores a los 8 metros, por lo que son visibles detrás de las construcciones de uno y dos niveles, vistos desde la laguna, por lo que la regeneración a su estado original es muy difícil dadas las condiciones actuales de la región.

La vegetación presente en el sitio del proyecto se encuentra afectada debido a las actividades antropogénicas y a los eventos meteorológicos. Por otra parte, debido a la ubicación del conjunto predial y su superficie no se encontró presencia de fauna. Esto se debe a que el área ya ha sido modificada, lo cual genera que la fauna se retire, por la falta de alimento y alta presencia humana. A los alrededores de dicha área de estudio hay presencia de zonas fragmentadas las cuales no pueden proveer refugio ni alimentación, es por ello que la fauna se ha retirado hace mucho tiempo.

Finalmente, se considera que el escenario en donde se darán las más fuertes modificaciones por concepto del proyecto es en el aspecto social, ya que se promoverá una mejora sustancial en la calidad de vida de la zona en donde se proporcionan mejores servicios a la comunidad, situación que le permitirá tener una influencia y beneficio positivo para la población en su conjunto.

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

Las técnicas empleadas para la identificación, medición, calificación y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y sinérgicos que causará el proyecto, se definen en una combinación de dos métodos, el popularmente conocido como Matriz modificada de Leopold (1971) y el método cuantitativo de Battelle Columbus.

Los impactos más importantes se presentan por las construcciones ya existentes provocando la pérdida de la cobertura vegetal, pérdida de hábitat y desplazamiento de especies, modificaciones al relieve y las características físico-químicas del suelo. Estos impactos son negativos y permanentes, pero limitados a la zona donde se localiza el predio. Se considera que, al menos en las fracciones que no están ocupadas por las edificaciones, estos impactos son reversibles.

Se obtuvo un total de 352 interacciones por las acciones del proyecto, logrando determinar de una manera concisa los efectos que pudiese tenerse con la implementación del proyecto **"Aquí es Huaye"**. Resultando de 352 interacciones, 166 impactos con un grado de significancia, de los cuales 82 fueron negativos y 84 positivos. De los impactos positivos, 55 fueron significativos y 29 no significativos. De los impactos negativos, 47 fueron no significativos y 35 fueron considerados significativos (A*), calculándose para éstos el grado de impacto.

Se seleccionaron los impactos significativos o relevantes, con énfasis en los impactos acumulativos y sinérgicos.

Agua. Este factor fue propenso de recibir impactos ambientales en dos componentes, y en dos etapas del proyecto. Impactos compatibles calidad del agua subterránea y superficial por el desmonte y nivelación de suelo en la preparación del sitio, ya que el retiro de la vegetación elimina la barrera natural en la lixiviación de contaminantes al subsuelo, y el uso de maquinarias presenta riesgo por derrame de aceites o combustibles, sin embargo, se tomaron medidas para evitar derrames de contaminantes como es, prohibir la micción y defecación al aire libre, prohibir tirar envases con residuos de combustibles y aceites en el predio, colocación de contenedores para la colecta de la basura generada y se vigiló que la maquinaria utilizada se encuentre en óptimas condiciones, en caso de necesidad de mantenimiento se realizó en talleres mecánicos autorizados; en la etapa de construcción este componente fue propenso a recibir impactos compatibles por la excavación y cimentación e impactos moderados por la construcción de las edificaciones, esto debido al uso de materiales de construcción y acabados los cuales pudieron generar escurrimientos de residuos contaminantes al manto freático, sin embargo, cómo ha sido mencionado, se tomaron medidas para evitar derrames de contaminantes. Impactos moderados en el nivel del agua subterránea por el desmonte y nivelación en la preparación del sitio y por la excavación y cimentación, estructuras o edificaciones en la etapa de construcción, en estas etapas se consideró que la actividad podría generar un impacto en el nivel de agua subterránea ya que el retiro de vegetación y las edificaciones ocasionarían que el agua corra de acuerdo a la pendiente del terreno disminuyendo su captación y por ende ocasionando un escurrimiento superficial, este impacto es considerado permanente en las áreas de construcción, sin embargo, es importante mencionar que se conservará el 60 % de la superficie del predio, el cual será reforestado permitiendo que la captación pluvial

continúe en el predio, por lo que el servicio ambiental de captación de agua continúa y continuará. En cuanto al escurrimiento superficial, este no ocurrió ya que se tienen áreas permeables en el 82.77 % del predio.

Suelo. El impacto ambiental más importante y permanente sobre este componente, fue producido durante la etapa de preparación del sitio y se extiende durante el proceso de construcción del proyecto, identificando impactos moderados en el relieve y las características físico-químicas del suelo por la eliminación de la vegetación y despalme, lo cual implica la nivelación del terreno y con ello remoción y compactación del suelo. También habría impacto en el relieve y características físico-químicas del suelo por las excavaciones para la cimentación de las edificaciones por realizar y habrá impacto para los servicios de agua potable, sistema sanitario y energía eléctrica lo que es inminente en una pérdida significativa del suelo, propiciando pérdida de material en el área y su compactación permanente. Con estas acciones se reducirán de manera permanente las condiciones para el desarrollo de la vegetación al no existir el suelo natural y por la presencia de construcciones a base de concreto armado. Por lo tanto, se consideraron medidas de prevención y mitigación de impactos.

Flora. Este factor ambiental fue afectado en tres componentes, cobertura, volumen forestal, composición y diversidad. Se consideraron impactos significativos (moderados con el ambiente) ya que la vegetación fue retirada en el 17.23 % del predio (0.1076 ha). Con estas acciones se reducen de manera permanente las condiciones para el desarrollo de la vegetación al no existir el suelo natural y por la presencia de construcciones. Se tomaron las medidas necesarias para prevención y mitigación de impactos.

Fauna. El retiro de la vegetación en el 17.23 % del predio provocó pérdida de hábitat para aves y especies de fauna pequeña que se desarrollaba en el área por lo que se consideran impactos compatibles en la abundancia, distribución y diversidad de la fauna. Asimismo, el desarrollo de las actividades de construcción, operación y mantenimiento del proyecto y la presencia constante del hombre provoca un impacto secundario y residual por pérdida de hábitat para la fauna silvestre residente que utiliza estos ambientes para su alimentación y refugio, por lo que fue necesario, antes de iniciar con las actividades, inducir gradualmente la migración de fauna hacia zonas adyacentes con vegetación y con menor movimiento ocasionado por las actividades humanas. La generación de ruido por el transporte de materiales e insumos, tránsito vehicular y operación de equipo y actividades propias de

cada una de las etapas del proyecto, propiciaron el alejamiento de la fauna silvestre al predio de interés, cabe mencionar que los niveles de ruido no rebasaron los decibeles permitidos en la normatividad y que el predio se ubica en un área altamente fragmentada con viviendas a los alrededores y cercano a la carretera federal.

De acuerdo con el análisis del sistema ambiental en el que se plantea desarrollar el presente proyecto, de los impactos identificados por las obras de construcción, operación y mantenimiento, de las medidas de mitigación propuestas y de la implementación de un programa de vigilancia ambiental, se puede asegurar que su desarrollo no afecta de forma significativa los ecosistemas.

VI.- Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales

Todos los factores ambientales resultaron con impactos compatibles o moderados, detectándose un total de 166 impactos, 80 impactos se detectaron en el medio abiótico (aire, agua y suelo) y 57 impactos en el medio biótico (flora, fauna y paisaje), y 29 impactos en el medio antropogénico.

Todos los impactos negativos en sus distintas etapas son susceptibles de ser prevenidos, mitigados o compensados.

El presente documento corresponde a la regularización de las construcciones existentes mismas que ya han provocado la modificación del paisaje han sido construidas respetando los árboles dispersos existentes, por la cercanía del predio a este cuerpo de agua se han considerado las afectaciones de la calidad y nivel del agua subterránea del agua, así como, la alteración de los servicios ambientales y medio biótico del predio, aunque dichos impactos son de intensidad baja a moderada de extensión puntual (predio), de corto plazo, de efecto directo, en su totalidad mitigables.

Asimismo, se advierte que no se afectan ni se interfiere en procesos biológicos de especies de difícil regeneración, es decir aquellas que son vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción; no se determina la posibilidad de que ocurra inminente daño ambiental a consecuencia del presente proyecto; no se espera un daño grave al ecosistema, toda vez que la superficie solicitada es baja con solo 0.1076 ha y ésta ha sido modificada a través del tiempo contando

actualmente con edificaciones y frutales, proponiendo en el presente, medidas de mitigación, procurando mantener el equilibrio en todo el desarrollo del proyecto a través del tiempo.

A pesar de lo mencionado se tomaron y tomarán las medidas necesarias para cada actividad y factor, cómo es como la conservación de árboles dispersos presentes, conservando 60 % del predio con vegetación nativa, prohibir la micción y defecación al aire libre, prohibir tirar envases con residuos de combustibles y aceites, así como de plaguicidas, fertilizantes y herbicidas en el predio, colocación de contenedores para la colecta de la basura generada, instalación del sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas BIOTAR para la etapa de operación y mantenimiento, entre otras.

VII.- Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas

Con base en los datos y apegado a los instrumentos de ordenamiento territorial aplicables a la zona se plantean los siguientes escenarios para el área donde se desarrolla el proyecto, contemplando los tres escenarios posibles que se podrían presentar, 1) escenario en caso de no llevarse a cabo el proyecto, 2) de ser aplicado el proyecto sin medidas de mitigación y 3) de ser aplicado el proyecto con medidas de mitigación.

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

En el escenario SIN proyecto, la tendencia de crecimiento y desarrollo de conjuntos turísticos de baja escala y de bajo impacto continuará en el sistema, incrementando la presión sobre la zona que tiene buen estado de conservación, pero se encuentra fragmentada por las obras y actividades antropogénicas que ya existen en el área, Por tal motivo se han elaborado instrumentos que permitan ordenar el uso del suelo de acuerdo a su aptitud y capacidad de carga, de este modo, el predio se encuentra inmerso en la UGA Tu-7 que corresponde a Turismo hotelero intensivo por lo que el área está destinada a la implementación de proyectos con modificaciones al ambiente con o sin proyecto.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto sin medidas de mitigación

El efecto acumulativo CON el proyecto en la pérdida de cobertura de la vegetación se considera puntual y no tendrá influencia significativa en el sistema ambiental, considerando que parte del predio carece de cobertura forestal arbórea la cual fue removida en años anteriores, ya que al momento de adquirir el predio (año 2000) este ya contaba con una estructura de una palapa, una escalera que da hacia la laguna, dos letrinas y la entrada con una cimentación vieja, por lo que una vez formalizada la tenencia, la promovente procedió a la construcción de las obras sancionadas para las que se solicita su regularización mismas que corresponden a **1)** Una casa en un nivel con 4 cuartos, 4 baños, sala y comedor construida con material de block, cemento y cimentación de mampostería, en una superficie de desplante de 452 $m^{2,}$ en forma de herradura; colindante a la casa habitación un anexo con material de block y cemento en una superficie de desplante de 70 m^2 (14 metros de longitud por cinco metros de ancho), habilitado como bodega y cochera, al interior de ésta se encuentra una fosa séptica en una superficie de 12.50 m^2 (5 m de longitud por 2.50 m de ancho) misma que cuenta con dos registros, siendo una fosa ecológica donde la materia pesada queda en el fondo y las más ligeras pasan a otro compartimento donde son tratadas e utilizadas como aguas grises; en el costado norte de la casa una construcción de concreto en una superficie de 16.53 m^2 (5.70 metros de longitud por 2.90 metros de ancho) arriba del primer nivel, habilitado como mirador. De acuerdo a la medición en campo la superficie total de la vivienda es de 537.1345 m^2; **2)** Un esqueleto de postes de madera, con piso de cemento sobre una superficie de desplante de 45 m^2 (9 metros de longitud por 5 metros de ancho), con murete perimetral. La medición corregida es de 47.70 m^2; **3)** Un baño con dos letrinas construido con material de concreto en una superficie de desplante de 6 m^2, (3 metros de longitud por 2 metros de ancho), que por sus características físicas se puede observar que no es reciente. La superficie corregida es de 6.2752 m^2; por debajo se encuentra una fosa hermética para retener las descargas, este baño se encuentra inhabilitado actualmente; **4)** Un esqueleto de una palapa orientada hacia la laguna, construida con postes de madera y piso de cemento en una superficie de desplante de 30 m^2 (6 metros de longitud por 5 metros de ancho). La superficie corregida es de 26.97 m^2; **5)** Un muro de contención en forma de herradura con características de no reciente colindante a la palapa del numeral cuatro, construido con mampostería con una longitud de frente de 6.50 m x 2.50 m en su costado sur y 10 m en su costado norte, con un ancho de 30 cm de ancho y una altura de 80 cm; **6)** Un muro de contención, paralelo al muro de

contención del numeral cinco, construido con material de mampostería con características de no reciente, en una longitud de frente de 19 m y en su costado sur 10 m, con un ancho de 30 cm y una altura de 70 cm; **7)** Un muro de contención con características de no reciente, posterior a los muros ya descritos, construido de mampostería en una longitud de frente de 6 m, con un ancho de 30 cm y una altura de 60 cm. En forma paralela a este muro, se encuentra otro muro de contención con características de no reciente en una longitud de frente de 18 m con un ancho de 30 cm y una altura de 70 cm. Entre ambos muros de contención se ubica un camino a la laguna con suelo natural adaptado con rolitos de cemento (pequeños cilindros de cemento) para facilitar el acceso a la laguna en una longitud estimada de 22 m por un ancho de 4 m; **8)** Un muro de contención continuo al muro descrito y al margen de la laguna construido con material de mampostería con características de no reciente, en una longitud de frente de 18 m y en su costado sur de 11.5 m, con un ancho de 30 centímetros y una altura 80 centímetros. A continuación, en forma paralela otro muro de mampostería con características de no reciente, en una longitud de frente de 5 m y en su costado norte 11.5 m por 30 cm de ancho y una altura de 80 cm. Entre ambos muros de contención un camino a la laguna con escalinatas de mampostería en una longitud de 11.5 m por un ancho de 4 a 6 m. **9)** Un andador (rampa) que une la parte posterior del predio con la parte inferior hasta el camino formado con los cilindros de cemento con una superficie total de 302.0337 m^2, cabe aclarar que el área ha estado sujeta a cambios bruscos por fenómenos naturales y antropogénicos a través de los años encontrando en el terreno pasto de jardín, plantas ornamentales, frutales como naranja, mandarina, limón, pitahaya y coco en el costado sur de la casa. En este sentido, dado que ya existen obras que datan de años anteriores al 2000, la vegetación ya ha sido perturbada, de igual manera el uso de suelo de acuerdo al POET de Laguna de Bacalar es para Turismo hotelero intensivo, por lo que la vegetación está destinada a sufrir modificaciones. Con respecto a impactos que podrían afectar al ecosistema por las obras propuestas y por la puesta en marcha del proyecto si no existieran medidas de prevención y mitigación sobresale la generación de aguas residuales que contaminarían el manto freático y por ende el cuerpo de agua colindante al predio. De igual manera la generación de residuos sólidos contaminaría el suelo y el cuerpo de agua por arrastre durante la época de lluvias. Existiera riesgo de contaminación de suelo y agua si no hubiera control de los productos de limpieza y mantenimiento tanto en áreas cerradas como áreas verdes. Durante la etapa constructiva existió riesgo de contaminación de suelos y agua por derrame de aceites y combustibles, contaminación del aire por los gases de los escapes sin mantenimiento adecuado, dispersión de polvos, entre otros.

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

El escenario ambiental con el desarrollo del proyecto dentro del sistema ambiental definido, es aquel en el que el proyecto ocasiona impactos puntuales, principalmente en suelo y agua. De no llevarse a cabo medidas preventivas o de mitigación de impactos, existiría un riesgo moderado de afectar las características y el funcionamiento de los procesos físicos, químicos y biológico-ecológicos de manera puntual dentro del sistema ambiental donde se ubica el proyecto.

Considerando que los factores ambientales con mayor afectación por el Proyecto son el suelo y agua seguido de flora y fauna, las medidas de mitigación (prevención, compensación y mitigación/reducción) para todas las etapas del proyecto (preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento) ayudan a mitigar los impactos negativos en el sitio del proyecto, por lo que se mantienen las características, funcionalidad y la calidad del ecosistema.

Los principales impactos en suelo son los relacionados con cambios en su estructura y composición. Para estos impactos se propone la reducción en la generación de residuos sólidos y por otra parte el manejo separado de residuos orgánicos e inorgánicos, para la creación de composta y reposición del suelo en la zona del proyecto alrededor de áreas impactadas. Con estas medidas se pretende permitir y fomentar la regeneración natural de la vegetación en el predio.

Por otra parte, los impactos en el agua, tanto en consumo como en descarga, serán reducidos con políticas y sistemas de bajo consumo de agua, por un lado, y por el otro con el sistema de tratamiento de aguas residuales ya que estas se manejarán mediante el sistema BIOTAR diseñado para operar como una planta de tratamiento Aeróbico-facultativa y sistema de filtrado posterior (este último en caso de requerir de tres módulos) cumpliendo con la NOM-001-SEMARNAT, por lo que no representará un riesgo para la calidad del agua en la zona.

Respecto al paisaje y cobertura, si bien la presencia de elementos constructivos ajenos al ambiente afecta la calidad paisajística natural en la zona por el retiro de cobertura forestal, el predio se encuentra en una UGA destinada a turismo hotelero intensivo, turismo alternativo y equipamiento por lo que es inevitable la transformación de toda el área, sin

embargo se prevé que las obras proyectadas para la dotación de servicios de agua potable, energía eléctrica y tratamiento de aguas residuales se realicen sin retirar arboles ya que se realizarán en áreas ya impactadas.

Se puede concluir que el escenario ambiental con el desarrollo del proyecto dentro del sistema ambiental definido, es aquél donde existen impactos ambientales puntuales, de baja intensidad, claramente identificables, los cuales son prevenibles o mitigables con medidas que se definen para tales efectos. El proyecto genera empleos temporales y permanentes, directos e indirectos durante todas sus etapas; por lo que será detonador de bienestar social.

VIII.- Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan Los resultados de la manifestación de impacto ambiental

Bajo protesta de decir verdad, se declara que los resultados presentados en el presente estudio, se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, la cual se describe en los siguientes apartados:

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entrega un ejemplar impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular y resumen en original y copia. Asimismo, la MIA Modalidad Particular se entrega en archivo digital, incluyendo resumen, planos y anexos.

La cartografía utilizada y los planos del predio que se presentan impresos y en digital, de acuerdo al artículo 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, siendo el siguiente:

1. Plano georreferenciado de la ubicación y superficie del conjunto predial, así como la delimitación de la porción del predio del proyecto.

2. Plano arquitectónico. El plano arquitectónico ilustra el desplante de las obras y áreas verdes, realizado con base en el programa AutoCAD 2015.

En la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) se integraron los planos que fueron elaborados en gabinete por el Prestador de Servicios Técnicos Forestales.

Otros anexos:

ANEXO I.- Documentación legal del predio y del promovente

ANEXO II.- Planos del Predio y del Sistema Ambiental

CAPITULO I

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

INDICE

I.1 Datos generales del proyecto 1
I.1.1 Nombre del proyecto. 1
I.1.2 Ubicación del proyecto 1
1.1.3 Duración del proyecto 1
I.2. Datos generales del promovente 1
I.2.1 Nombre o razón social. 1
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente. 1
I.2.3 Datos del Representante Legal. 1
I.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones. 1
I.3 Responsable de la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental 2
I.3.1. Nombre del Responsable técnico de la Manifestación en materia de impacto ambiental 2
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 2
I.3.3. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia forestal y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso de suelo. 2

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

AQUÍ ES HUAYE

I.1.2 Ubicación del proyecto

Boulevard Aarón Merino Fernández Lotes número 07 y 08 Manzana 01, Zona 05 del Ejido Aarón Merino Fernández, Municipio de Bacalar (antes Othón P. Blanco) Estado de Quintana Roo.

1.1.3 Duración del proyecto

La preparación del sitio y construcción se estima a dos años. El tiempo de vida útil estimado del proyecto es de 50 años, de acuerdo al mantenimiento que se realice en las instalaciones.

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Promovente: C. Juana Jiménez Talavera

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

[redacted]

I.2.3 Datos del Representante Legal

C. Juana Jiménez Talavera

I.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

[redacted]

I.3 Responsable de la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental

I.3.1. Nombre del Responsable Técnico de la Manifestación de Impacto Ambiental

M.C. José Francisco López Toledo

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[redacted]

I.3.3. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el documento en materia de impacto ambiental y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución del proyecto

a. Nombre: [redacted]

b. Domicilio: [redacted]

c. Número de inscripción en Registro Forestal Nacional:

Libro QROO, Tipo UI, Volumen 2, Número 20, Año 11

d. Copia de identificación oficial:

Se anexa

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

INDICE

II.1 Información general del proyecto 1

II.1.1 Naturaleza del proyecto 9

II.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto 18

II.1.3 Inversión requerida 20

II.1.4 Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos 26

II.2 Características particulares del proyecto 28

II.2.1. Programa de trabajo 31

II.2.2 Representación gráfica local 32

II.2.3 Etapa de Preparación del sitio y construcción 34

II.2.4 Etapa de Operación y mantenimiento 37

II.2.5. Etapa de abandono del Sitio 38

II.2.6. Utilización de explosivos 39

II.2.7 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera 39

II.2.7.1 Generación de gases efecto invernadero 43

II.2.7.1.1 Generación de gases de efecto invernadero, como es el caso de CO_2, CH_4, N_20, CFC, O_3, entre otros. 43

II.2.7.1.2 Por cada gas de efecto invernadero producto de la ejecución del proyecto, estime la cantidad emitida 43

II.2.7.1.3. Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto 44

II.1 Información general del proyecto

El proyecto denominado ***"Aquí Es Huaye"*** correspondiente a un conjunto predial se encuentra ubicado en los solares 07 y 08, sobre el camino costero del Boulevard Aarón Merino Fernández a 200 metros de terracería del lado derecho de la carretera federal Bacalar-Cancún, ubicado en el ejido Aarón Merino Fernández, Municipio de Bacalar, Estado de Quintana Roo, aproximadamente a 5.19 km al noroeste del centro poblacional de Bacalar con una superficie total de 6,247.49 m^2.

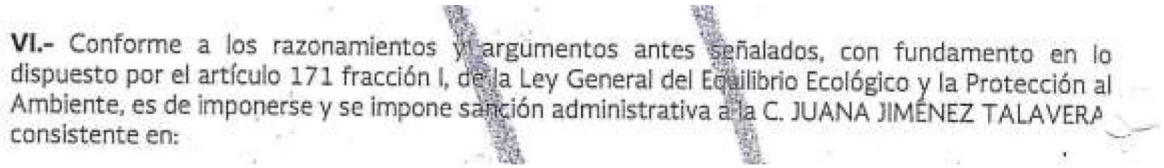
El conjunto predial se conforma de dos predios contiguos (Figura II.1) con los siguientes datos y ubicaciones: Lote número siete, manzana uno, zona cinco con superficie de 4,805.07 m^2, y lote número ocho, manzana uno, zona cinco con superficie de 1,442.42 m^2 del poblado Aarón Merino Fernández, Municipio de Bacalar (antes Othón P. Blanco) Estado de Quintana Roo.

La solicitud del presente estudio es para la regularización de las obras establecidas en el conjunto predial y que fueron sancionadas en el año 2016 por la PROFEPA de acuerdo a la resolución No. 0217/2017 de fecha 11 de julio de 2017, expediente administrativo número PFPA/29.3/2C.27.5/0049-16. Dichas obras consistieron en **1)** Una casa en un nivel construida con material de block, cemento y cimentación de mampostería, en una superficie de desplante de 452 metros cuadrados, en forma de herradura. La casa cuenta con 4 cuartos, 4 baños, sala y comedor. **2)** Colindante a la casa habitación se observó un anexo en etapa de cimentación y levantamiento de muros construidos con material de block y cemento una superficie de desplante de 70 metros cuadrados (14 metros de longitud por cinco metros de ancho), señalando el visitado que será habilitado como bodega y cochera. Al interior de esta cimentación se pudo observar una fosa séptica en una superficie de 12.50 metros cuadrados (5 metros de longitud por 2.50 metros de ancho), misma que cuenta con dos registros, manifestando el visitado que es una fosa ecológica donde la materia pesada queda en el fondo y las más ligeras pasan a otro compartimento donde son tratadas e utilizadas como aguas grises. El visitado señaló que actualmente se encuentra conectado un baño de la casa a esta fosa séptica a través de tubos de PVC y que con el tiempo se irán conectando los demás baños y cocina. **3)** Un esqueleto de postes de madera en reparación, con piso de cemento sobre una superficie desplante de 45 metros cuadrados (9 metros de longitud por 5 metros de ancho), manifestando el visitado que en el sitio existía una palapa construida con postes de madera y suelo natural, que con el paso del tiempo

se deterioró y que colocaron piso de cemento con murete perimetral para reforzarla. Dicha palapa en remodelación se ubica paralela a la casa habitación, en el límite sur del conjunto predial. **4)** Un baño con dos letrinas construido con material de concreto en una superficie de desplante de 6 metros cuadrados, (3 metros de longitud por 2 metros de ancho), que por sus características físicas se puede observar que no es reciente manifestando el visitado que data de varios años y que por debajo cuenta con fosa hermética para retener las descargas del baño, sin que al momento se observe indicios que cuenta con fosa séptica. **5)** Una palapa orientada hacia la laguna, construida con postes de madera, techo de guano y piso de cemento en una superficie de desplante de 30 metros cuadrados (6 metros de longitud por 5 metros de ancho). Dicha palapa se puede observar deteriorada, manifestando el visitado que data de varios años. **6)** Colindante a la palapa anteriormente descrita, se observa un muro de contención en forma de herradura con características de no reciente, construido con mampostería con una longitud de frente de 6.50 metros por 2.50 metros en su costado sur y 10 metros en su costado norte, con un ancho de 30 centímetros de ancho y una altura de 80 centímetros. **7)** Paralelo a este muro de contención, se observó otro muro de contención construido con material de mampostería con características de no reciente, en una longitud de frente de 19 m y en su costado sur 10 m, con un ancho de 30 centímetros y una altura de 70 centímetros. **8)** Posterior a los muros descritos, se observa un muro de contención con características de no reciente, construido de mampostería en una longitud de frente de 6 metros, con un ancho de 30 centímetros y una altura de 60 centímetros. En forma paralela a dicho muro, se observa otro muro de contención con características de no reciente en una longitud de frente de 18 metros, con un ancho de 30 centímetros y una altura de 70 centímetros. Entre ambos muros de contención se ubica un camino a la laguna con suelo natural adaptado en rolitos de cemento (pequeños cilindros de cemento) para facilitar el acceso a la laguna, en una longitud estimada de 22 metros por un ancho de 4 metros. **9)** A continuación de este muro y al margen de la laguna, se observa otro muro de contención construido con material de mampostería con características de no reciente, en una longitud de frente de 18 m y en su costado sur de 11.5 m, con un ancho de 30 centímetros y una altura 80 centímetros. A continuación, en forma paralela se observa otro muro de mampostería con característica de no reciente, en una longitud de frente de 5 metros y en su costado norte 11.5 metros, por 30 centímetros de ancho y una altura de 80 centímetros. Entre ambos muros de contención se ubica un camino a la laguna con escalinatas de mampostería en una longitud de 11.5 metros por un ancho de 4 a 6 metros. Lo cual constituye el incumplimiento a lo establecido en el artículo 28 fracciones VII y X de

la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; artículo 5 incisos O y R del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación al Impacto Ambiental.

Asimismo, y como lo señalan los numerales VI y VII de la resolución mencionada, las cuáles se citan a continuación:



VI.- Conforme a los razonamientos y argumentos antes señalados, con fundamento en lo dispuesto por el artículo 171 fracción I, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, es de imponerse y se impone sanción administrativa a la C. JUANA JIMÉNEZ TALAVERA consistente en:

1.-Multa por la cantidad de **$135,882.00 (SON: CIENTO TREINTA Y CINCO MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y DOS PESOS 00/100 M.N.)** equivalente a **1,800** veces el valor inicial diario de la Unidad de Medida y Actualización, de conformidad por el Decreto por el que se declara reformadas y adicionadas diversas disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de desindexación del salario mínimo, publicado en el Diario Oficial de la Federación el veinte de enero de dos mil dieciséis, lo anterior, tomando en cuenta al momento de imponerse la sanción, el valor inicial diario de la Unidad de Medida y Actualización, es de $75.49 (Son: setenta y cinco pesos con cuarenta y nueve centavos 49/100 M.N.), Por no acreditar ante esta Autoridad, contar con el documento en el que conste la autorización o exención en materia de Impacto Ambiental emitida por Autoridad Federal Normativa Competente, para las obras y actividades en una superficie de 6229 metros cuadrados, que se desarrollan en el predio cuyo acceso se ubica en las Coordenadas UTM 16 Q X=355323 Y=2070524, Datum WGS84, Región 16 México, Camino Costero Aaron Merino Fernández, Municipio de Bacalar, Estado de Quintana Roo, misma que se encuentra inmerso dentro de un ecosistema de Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia, lo cual constituye el incumplimiento a lo establecido en el artículo 28 fracciones VII y X de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y artículo 5 Inciso O) y R) del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, mismas obras y actividades que consisten en:

1.- Un casa en un nivel construida con materia material de block. cemento y cimentación de manipostería, en una superficie de desplante de 452 metros cuadrados en forma de herradura. La casa cuenta con 4 cuartos. 4 baños, sala y comedor.
2.- Colindante a la casa habitación, se observó un anexo en etapa de cimentación y levantamiento de muros, construido con material de block y cemento en una superficie de desplante de 70 metros cuadrados (14 metros de longitud por 5 metros de ancho), señalando el visitado que será habilitado como bodega y cochera.+
3.-Un esqueleto de postes de madera en reparación, con piso de cemento sobre una superficie de desplante de 45 metros cuadrados (9 metros de longitud por 5 metros de ancho), manifestando el visitado que en el sitio existía una palapa construida con postes de madera y suelo natural, que con el paso del tiempo se deterioró y que colocaron piso de cemento con múrete perimetral para reforzarla
4.-Un baño con dos letrinas construido con material de concreto en una superficie de desplante de 6 metros cuadrados (3 metros de longitud por 2 metros de ancho), que por sus características físicas se puedo observar que no es reciente.
5.-Una palapa orientada hacia la laguna, construida con postes de madera, techo de guano y piso de cemento en una superficie de desplante de 30 metros cuadrados (6 metros de longitud por 5 metros de ancho).
6.-Colindante a la palapa anteriormente descrita, se observa un muro de contención en forma de herradura con características de no reciente, construido de manipostería en una longitud de frente de 6.50 metros por 2.5 metros en su costado sur y 10 metros en su costado norte, con un ancho de 30 centímetros y una altura de 80 centímetros.
7.-Paralelo a este muro de contención, se observa otro muro de contención construido con material de manipostería con características de no reciente, en una longitud de frente de 19 metros y en su costado sur 10 metros, con un ancho de 30 centímetros y una altura de 70 centímetros.
8.-Posterior a los muros descritos, se observa un muro de contención con características de no reciente, construido de manipostería en una longitud de frente de 6 metros, con un ancho de 30 centímetros y una altura de 60 centímetros.
9.-A continuación de este muro y al margen de la laguna, se observa otro muro de contención construido con material de manipostería con características de no reciente, en una longitud de frente de 18 metros y en su costado sur 11.5 metros, con un ancho de 30 centímetros y una altura de 80 centímetros.

VII.- Con fundamento en lo dispuesto en el artículo 68 fracción XI del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, vigente y artículo 169 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se ordena a la C. JUANA JIMÉNEZ TALAVERA, el cumplimiento de las medidas correctivas siguientes:

UNO.- Deberá abstenerse de continuar con cualquier obra o actividad de construcción, reconstrucción, relleno o ampliación los cuales fueron circunstanciado en el acta de inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/0049-16 de fecha veinticuatro de junio del año dos mil dieciséis, sin que previamente cuente con la autorización o exención en materia de impacto ambiental correspondiente, emitida por Autoridad Federal Normativa Competente. **Plazo de cumplimiento:** Inmediato, a partir de la notificación de la presente resolución.

DOS.- Deberá restaurar el sitio a como se encontraba en su estado original antes de llevar a cabo las obras y actividades en el predio cuyo acceso se ubica en las Coordenadas UTM 16 Q X=355323 Y=2070524, Datum WGS84, Región 16 México, Camino Costero Aaron Merino Fernández, Municipio de Bacalar, Estado de Quintana Roo; de la que se carecía de la autorización correspondiente en Materia de Impacto Ambiental emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para realizarlas. **Plazo de cumplimiento:** Noventa días hábiles contados a partir del día hábil siguiente a aquel en que surta efectos la notificación de la presente resolución.

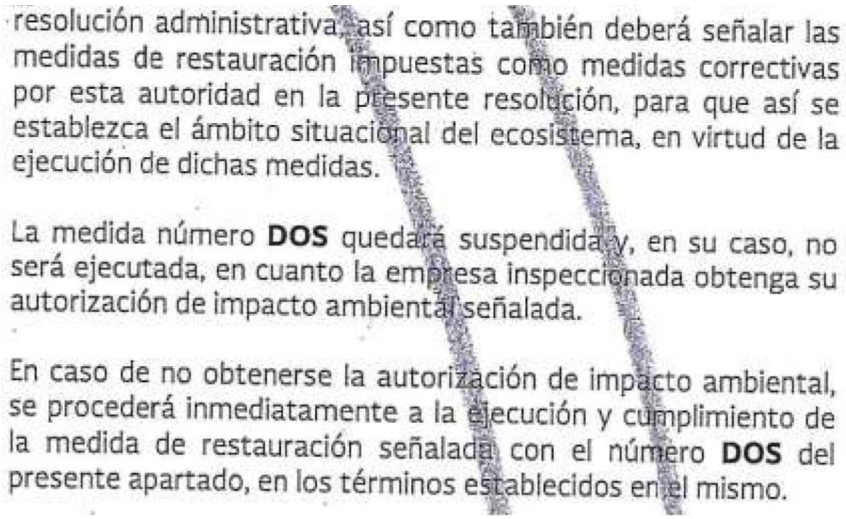
TRES.- En el caso de tener interés en la continuidad de obras y actividades ya realizadas sin autorización, las cuales se encuentran circunstanciadas en el acta de inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/0049-16 de fecha veinticuatro de junio del

año dos mil dieciséis, por ende para la permanencia de las mismas, deberá sujetarlas al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, a fin de obtener la debida autorización en materia de impacto ambiental para la operación de las mismas, expedida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en términos de lo previsto en los artículos 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; y 5 del Reglamento de dicha Ley en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

En ese orden de ideas, y para posibilitar la obtención de la autorización en materia de Impacto Ambiental, se le otorga, un término de 10 días hábiles de conformidad con el artículo 32 la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, contados a partir de que surta efectos la notificación de la presente resolución, a efecto de someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental respecto a la operación de las obras y actividades citadas, atendiendo lo previsto en el artículo 57 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, mismo que deberá dar aviso por escrito a esta Delegación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el Estado de Quintana Roo, en el término concedido a afecto de manifestar su pretensión.

Lo anterior a efecto, de que, en su caso, le sea otorgada la autorización respectiva, para lo cual se le concede un plazo de 70 días posteriores a la presentación de dicha manifestación, con la salvedad de que si la emisión de la resolución de evaluación del impacto ambiental se retardará, o se acordará alguna ampliación de plazo durante tal procedimiento, deberá acreditarlo ante esta autoridad.

Asimismo, tendrá la obligación de que al momento de presentar su manifestación de impacto ambiental, en el capítulo de descripción del proyecto, deberá indicar a detalle todas las obras o actividades realizadas con anterioridad a la inspección respectiva y que hubiesen sido sancionadas en la presente



resolución administrativa, así como también deberá señalar las medidas de restauración impuestas como medidas correctivas por esta autoridad en la presente resolución, para que así se establezca el ámbito situacional del ecosistema, en virtud de la ejecución de dichas medidas.

La medida número **DOS** quedará suspendida y, en su caso, no será ejecutada, en cuanto la empresa inspeccionada obtenga su autorización de impacto ambiental señalada.

En caso de no obtenerse la autorización de impacto ambiental, se procederá inmediatamente a la ejecución y cumplimiento de la medida de restauración señalada con el número **DOS** del presente apartado, en los términos establecidos en el mismo.

En seguimiento al expediente administrativo número PFPA/29.3/2C.27.5/0049-16 la PROFEPA emitió el Acuerdo de Trámite No. 0394/2018 con fecha 13 de agosto de 2018 en el que se ordena se realice la visita de verificación a la C. Juana Jiménez Talavera cuyo objeto es verificar el cumplimiento de las medidas correctivas indicadas en el punto VII del apartado de Considerando de la resolución administrativa No. 0217/2017 de fecha 11 de julio de 2017 antes referida.

En este orden de ideas, de acuerdo al Acta de Verificación No. PFPA/29.3/2C.27.5/0023-18 de fecha 27 de septiembre de 2018 se realizó la visita de verificación del cumplimiento de las medidas correctivas durante la cual se observó que, en relación a las obras o actividades de construcción, relleno o ampliación, las cuales fueron circunstanciadas en el acta de inspección No. PFPA/29.3/2C.27.5/0049-16 de fecha 24 de junio de 2016, que éstas permanecen en las condiciones que fueron circunstanciadas a excepción de: ***Colindante a la casa habitación, se observó un anexo en etapa de cimentación y levantamiento de muros, construido con material de block y cemento en una superficie de desplante de 70 metros cuadrados. Al momento de la verificación se encontró concluido y habilitado como cochera; asimismo, en el costado norte de la casa principal se observó cómo obra adicional una construcción de concreto en una superficie de construcción de 16.53 metros cuadrados (5.70 metros de longitud por 2.90 metros de ancho) arriba del primer nivel, señalando el visitado que está habilitado como mirador. Sin que al momento de la diligencia se acredite que obras y actividades ya realizadas sin autorización se sujeten al procedimiento de evaluación del impacto***

ambiental, a fin de obtener la debida autorización en materia de impacto ambiental para la operación de las mismas.

Por lo anterior y como consta en el Acuerdo de trámite No. 0390/2019, numeral III de fecha 27 de junio de 2019, que a la letra dice:

TERCERO.- Considerando que en fecha dieciocho de junio del año dos mil diecisiete, se notificó la resolución administrativa número 0217/2017 y que han transcurrido los plazos previstos por las leyes aplicables a la materia, para la interposición de algún medio de impugnación en contra de la resolución administrativa antes citada, sin que exista constancia que demuestre lo contrario; con fundamento en lo dispuesto en el numeral 8 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo, en relación con los artículos 354, 355 y 356 fracción II del Código Federal de Procedimientos Civiles de aplicación supletoria, en los procedimientos administrativos de carácter federal, esta autoridad determina que ha causado ejecutoria la resolución en cuestión, por lo que se considera válida, eficaz y exigible.

CUARTO.- En razón de lo anterior, túrnese copia certificada de la resolución número 0217/2017 de fecha once de julio del año dos mil diecisiete, con su respectiva cédula de notificación a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público del Estado de Quintana Roo, para que ejecute el cobro de la misma y una vez que sea pagada, le comunique a esta Delegación de la Procuraduría de Protección al Ambiente en el Estado de Quintana Roo, para los efectos legales que sean procedentes.

La multa ha sido pagada, dando cumplimiento la resolución número 0217/2017 de fecha once de julio del año dos mil diecisiete.

II.1.1 Naturaleza del proyecto

La presente Manifestación de Impacto Ambiental está promovida por la C. Juana Jiménez Talavera, con el objetivo de regularizar el conjunto predial mediante el proyecto denominado **"AQUÍ ES HUAYE"**, conformado por los solares 07 y 08 ubicados sobre el camino costero del Boulevard Aarón Merino Fernández, a 200 metros de terracería del lado derecho de la carretera federal Bacalar-Cancún, Municipio de Bacalar Estado de Quintana Roo. Donde se encuentran las siguientes obras, haciendo la aclaración que se manejan las medidas señaladas por la PROFEPA pero manejando superficies de acuerdo a las medidas tomadas

en campo por el topógrafo, haciendo las adecuaciones necesarias: **1)** Una casa en un nivel construida con material de block, cemento y cimentación de mampostería, en una superficie de desplante de 452 $m^{2,}$ en forma de herradura. La casa cuenta con 4 cuartos, 4 baños, sala y comedor; colindante a la casa habitación se observa un anexo con material de block y cemento en una superficie de desplante de 70 m^2 (14 metros de longitud por cinco metros de ancho), habilitado como bodega y cochera, al interior de ésta se encuentra una fosa séptica en una superficie de 12.50 m^2 (5 m de longitud por 2.50 m de ancho) misma que cuenta con dos registros, siendo una fosa ecológica donde la materia pesada queda en el fondo y las más ligeras pasan a otro compartimento donde son tratadas e utilizadas como aguas grises; asimismo, en el costado norte de la casa se observa una construcción de concreto en una superficie de 16.53 m^2 (5.70 metros de longitud por 2.90 metros de ancho) arriba del primer nivel, habilitado como mirador. La superficie total de la vivienda es de 537.1345 m^2.

Figura II.1. Casa de un nivel con mirador en el segundo nivel

2) Un esqueleto de postes de madera, con piso de cemento sobre una superficie de desplante de 47.70 m^2 (9 metros de longitud por 5 metros de ancho), con murete perimetral.

Figura II.2. Cimentación con murete perimetral. Al momento de la visita de la PROFEPA contaba con un esqueleto de postes de madera, los cuales se deterioraron y cayeron.

3) Un baño con dos letrinas (vestidores) construido con material de concreto en una superficie de desplante de 6.2752 m^2, (3 metros de longitud por 2 metros de ancho), que por sus características físicas se puede observar que no es reciente; por debajo se encuentra una fosa hermética para retener las descargas, este baño se encuentra inhabilitado actualmente.

Figura II.3. Baño con dos letrinas construido con material de concreto. Actualmente están inhabilitados.

4) Un esqueleto de una palapa orientada hacia la laguna, construida con postes de madera y piso de cemento en una superficie de desplante de 26.97 m^2 (6 metros de longitud por 5 metros de ancho).

Figura II.4. Esqueleto de una palapa orientada hacia la laguna, construida con postes de madera y piso de cemento.

5) Colindante a la palapa del numeral cuatro, se observa un muro de contención en forma de herradura con características de no reciente, construido con mampostería con una longitud de frente de 6.50 m x 2.50 m en su costado sur y 10 m en su costado norte, con un ancho de 30 cm de ancho y una altura de 80 cm; **6)** Paralelo a este muro de contención, se encuentra otro muro de contención construido con material de mampostería con características de no reciente, en una longitud de frente de 19 m y en su costado sur 10 m, con un ancho de 30 cm y una altura de 70 cm;

Figura II.5. Colindante a la palapa se observa el muro de contención

7) Posterior a los muros descritos, se observa un muro de contención con características de no reciente, construido de mampostería en una longitud de frente de 6 m, con un ancho de 30 cm y una altura de 60 cm. En forma paralela a este muro, se observa otro muro de contención con características de no reciente en una longitud de frente de 18 m con un ancho de 30 cm y una altura de 70 cm. Entre ambos muros de contención se ubica un camino a la laguna con suelo natural adaptado con rolitos de cemento (pequeños cilindros

de cemento) para facilitar el acceso a la laguna en una longitud estimada de 22 m por un ancho de 4 m.

Figura II.6. Muros de contención y camino adaptado con rolitos de concreto

8) A continuación de este muro y al margen de la laguna, se observa otro muro de contención construido con material de mampostería con características de no reciente, en una longitud de frente de 18 m y en su costado sur de 11.5 m, con un ancho de 30 centímetros y una altura 80 centímetros. A continuación, en forma paralela se observa otro muro de mampostería con características de no reciente, en una longitud de frente de 5 m y en su costado norte 11.5 m por 30 cm de ancho y una altura de 80 cm. Entre ambos muros de contención se ubica un camino a la laguna con escalinatas de mampostería en una longitud de 11.5 m por un ancho de 4 a 6 m.

Figura 7. En la imagen a) se observa el muro de contención al margen de la laguna y las escalinatas de concreto; en la imagen b) se observa la continuación del muro de contención al margen de la laguna.

9) Se cuenta con un andador de suelo natural adaptado con rolitos de concreto que une la parte posterior del conjunto predial con la parte inferior hasta las escalinatas. Este no se encuentra en el acta de la PROFEPA.

Figura II.8. Andador de suelo natural adaptado con rolitos de concreto.

10) El conjunto predial está delimitado en el frente por una barda de concreto y malla borreguera en el lado sur, una reja de herrería al centro y barda de concreto y malla borreguera en el lado norte. Los costados sur y norte del conjunto predial están delimitados por barda de concreto y malla borreguera.

Figura II.9. Delimitación del frente con malla borreguera, reja de herrería y barda de concreto en los frontales norte y sur.

En el terreno se cuenta con pasto de jardín y frutales como naranja, mandarina, limón, pitahaya y coco en el costado sur de la casa principal. Al este en la parte trasera de la casa principal se cuenta con pasto de jardín y un área de vegetación arbórea con especies como *Piscidia piscipula* (L.) Sarg, *Thouinia paucidentata Radlk., Lonchocarpus xuul Lundell*. y *Lysiloma latisiliquum.* Al frente de la casa se cuenta con pasto de jardín y plantas ornamentales.

Figura II.10. Vegetación con la que cuenta el conjunto predial. Se observan frutales, palmas de coco, plantas ornamentales y vegetación nativa.

De este modo, las obras ocupan una superficie de 1076.47 m^2 (17.23 %), se han destinado 1,422.53 m^2 (22.77 %) como áreas ajardinadas con frutales, plantas ornamentales, pasto de jardín y 3,748.49 m^2 (60%) del conjunto predial como áreas de conservación lo cual permitirá un grado de restauración ya que el área ha estado sujeta a cambios bruscos por fenómenos naturales y antropogénicos a través de los años, encontrándose actualmente vegetación arbórea de selva mediana subperennifolia con una densidad de 575 ind/ha dispersa en la superficie del conjunto predial, por lo que la asignación de 3,748.49 m^2 como área de conservación favorecerá el medio ambiente y la protección de la laguna. Para regularizar las actividades realizadas y finalidades del conjunto predial, la promovente tiene el interés de cumplir con los preceptos legales en materia ambiental, así como apegarse a los lineamientos establecidos en los ordenamientos de política ambiental y urbana locales.

Objetivo de Proyecto

Objetivo general

Regularizar en Materia de Impacto Ambiental las obras construidas en el conjunto predial ubicado en los solares 07 y 08, sobre el camino costero del Boulevard Aarón Merino Fernández con una superficie total de 6,247.49 m^2 propiedad de la C. Juana Jiménez Talavera mediante proyecto denominado "Aquí es Huaye".

Objetivos específicos

- Obtener la Autorización en Materia de Impacto Ambiental de las obras construidas en una superficie de 1,076.47 m^2 en el conjunto predial conformado por los solares 07 y 08 propiedad de la C. Juana Jiménez Talavera registradas en el acta de inspección No. PFPA/29.3/2C.27.5/0049-16 de fecha 24 de junio de 2016 en cumplimiento al expediente administrativo número PFPA/29.3/2C.27.5/0049-16 emitido por la PROFEPA.
- Crear un espacio de convivencia familiar en un ambiente agradable, tranquilo y alejado de las actividades cotidianas, razón por la cual la promovente adquirió el conjunto predial.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales derivados de las obras en las diversas etapas del proyecto "*Aquí es Huaye*".
- Establecer las medidas de mitigación de aquellos impactos ambientales que tengan importancia relevante en el área de influencia del proyecto y que pudieran alterar el medio natural.
- Cumplir con los criterios generales del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Laguna de Bacalar, así como los criterios específicos establecidos en la Unidad de Gestión Ambiental TU-7 (UGA Tu-7) donde se encuentra inmerso el proyecto.
- Promover el desarrollo sustentable mediante la conservación del 60% de la superficie total del conjunto predial mediante su enriquecimiento con especies nativas.

II.1.2 Ubicación y dimensiones del proyecto

El proyecto denominado "Aquí es Huaye" se encuentra ubicado en las afueras del desarrollo urbano de la localidad Bacalar aproximadamente a 5.19 k m al noroeste del centro, en los

solares 07 y 08, sobre el camino costero del Boulevard Aarón Merino Fernández, a 200 metros de terracería del lado derecho de la carretera Chetumal-Cancún ubicado en el ejido Aarón Merino Fernández en el Municipio de Bacalar, Estado de Quintana Roo, cuya superficie total es de 6,247.49 m^2.

En la siguiente figura se puede apreciar la ubicación y acceso del proyecto en comento.

Figura II. 1. Localización del conjunto predial del proyecto "Aquí es Huaye".

Es importante mencionar que no se contempla la remoción de arbolado en el conjunto predial ya que las obras ya han sido construidas. En la siguiente figura se presenta la distribución de las obras realizadas en el conjunto predial para las cuales se solicita su regularización en materia de impacto ambiental.

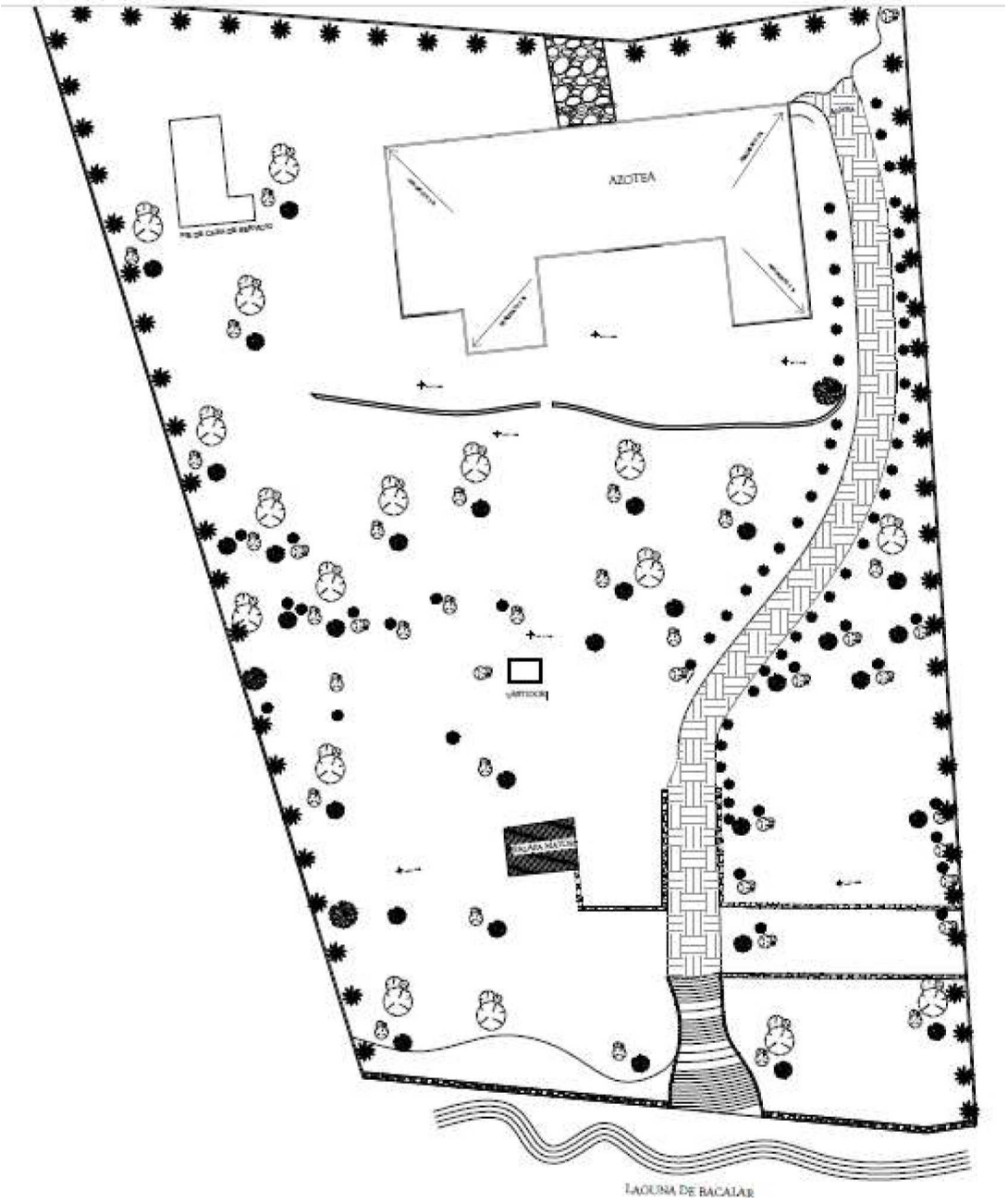


Figura II. 2. Distribución de obras en el conjunto predial

II.1.3 Inversión requerida

Se presenta la inversión en cada una de las etapas del proyecto, lo que se traduce en una derrama económica para el Municipio tanto por la generación de empleos como por la compra de herramientas, equipo, materiales para construcción e insumos.

Pago de multa para regularización en Materia de Impacto Ambiental

Se realizó el pago de la multa impuesta por la PROFEPA, la cual ascendió a $[redacted]

Costo de gestiones

Para la evaluación de los impactos ambientales por motivo de regularización de las obras realizadas en el conjunto predial, se generará un gasto de $ [redacted] por la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular y el pago de derechos para el ingreso y evaluación del trámite ante la SEMARNAT, con un costo de $[redacted]ver cuadro 1).

Cuadro II. 1. Costos de las actividades de gestión del proyecto "Aquí es Huaye"

Concepto	Costo
Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental-Particular	[redacted]
Pago de derechos para la recepción, evaluación y el otorgamiento de la resolución del Documento Técnico Unificado	[redacted]
Total	[redacted]

Costo de las actividades de preparación del sitio

Se presentan los costos generados por la preparación del sitio

Cuadro II. 2. Costos de las actividades de preparación del sitio del proyecto "Aquí es Huaye"

Concepto	Importe
Trazo y delimitación física de las áreas de desmonte	[redacted]
Desmonte de terreno con medios manuales	[redacted]
Despalme y limpieza	[redacted]
Total	[redacted]

Costos de construcción

A continuación, se presentan los costos para la construcción de las obras realizadas en el conjunto predial del proyecto "Aquí es Huaye". Los costos corresponden a los precios de acuerdo al año en que fueron construidas las obras, arrojando un monto total de $[redacted]Cabe mencionar que se están considerando instalaciones hidraúlicas, eléctricas y sanitarias, ya que actualmente sólo se cuenta con una fosa sellada y un sanitario, por lo que se contempla el reemplazo de la fosa séptica sellada por el sistema BIOTAR, y la solicitud de los servicios de agua potable de la CAPA y de energía eléctrica de la CFE.

Cuadro II. 3. Costos de construcción del proyecto "Aquí es Huaye"

Concepto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Importe
Limpia, trazo y nivelación del terreno incluye retiro de material no utilizable fuera de la obra.	m²	796.4	[redacted]	
Excavación a mano en terreno cualquier profundidad incluye afine de talud y fondo, acarreo dentro y fuera de la obra de material no utilizable	m³	796.4	[redacted]	
Suministro y relleno de material de banco (sas-cab) compactado con medios mecánicos (plancha vibratoria) en capas de 20 cm de espesor incluye acarreo dentro de la obra, compactada al 90 % de la prueba Proctor estándar, mano de obra, herramienta, acarreos dentro de la obra, traspaleos, extendido, agua, medido compacto conforme a dimensiones de planos, pruebas de compactación de acuerdo a normas, acopio y retiro de desperdicios a tiro autorizado y limpieza del área de trabajo	m³	28	[redacted]	
Cimentación del área constructiva	m²	796.4	[redacted]	
Estructuras del área constructiva	m²	796.4	[redacted]	
Albañilería y acabados	m²	796.4	[redacted]	
Instalaciones hidraúlicas y sanitarias	m	45	[redacted]	
Instalacion eléctrica	m	123	[redacted]	
Adheridos	m²	452	[redacted]	
Instalación BIOTAR	Pieza	1	[redacted]	
TOTAL CONSTRUCCIÓN				[redacted]

Costos de operación y mantenimiento

La operación del proyecto no generará ingresos, pues las instalaciones están destinadas para su habitación permanente por parte del promovente y su familia. El promovente cuenta con los recursos económicos para solventar los gastos de mantenimiento. Los costos fueron considerados a 50 años, que es el tiempo estimado de vida útil del proyecto, arrojando un monto total de[redacted]

Cuadro II. 4. Costos de operación y mantenimiento del proyecto "Aquí es Huaye"

Concepto	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total Mensual	Costo Anual	Costos a 50 años
Mantenimiento de las edificaciones	1	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Mantenimiento constante de la red sanitaria para evitar fugas	1	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Mantenimiento de redes hidraúlicas y de energía eléctrica	1	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Mantenimiento del sistema BIOTAR	1	[redacted]		[redacted]	[redacted]
Mantenimiento de las áreas ajardinadas con productos biodegradables, mantenimiento manual o con podadoras	1	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Colocación de contenedores para colecta de basura	3	[redacted]		[redacted]	[redacted]
Traslado de basura al sitio de disposición final dispuesto por el municipio	1	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
Suma Total			[redacted]		

Costos de las Medidas de Prevención, Mitigación y Compensación

A continuación, se presentan los costos para llevar a cabo las medidas de Prevención, Mitigación y Compensación, se aclara que los costos de actividades constantes (operación y mantenimiento) se calcularon a 50 años, tiempo estimado de vida útil del proyecto.

Cuadro II.5. Costos de la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación

Núm.	Descripción de las medidas de prevención	Costos ($)
1	Prohibición de micción y defecación al aire libre	
2	Prohibición de tirar envases con residuos en el conjunto predial, colocando contenedores para la colecta de la basura (Costos considerados en la etapa de Operación y mantenimiento)	
3	Conservación de árboles dispersos en el conjunto predial	
4	Retiro gradual de la vegetación herbácea de (Contemplado en costos de preparación del sitio)	
5	Generación de ruido en niveles suficientes para ahuyentar a la fauna	
6	Edificaciones realizadas de acuerdo a los planos del proyecto cuidando no dañar zonas aledañas con materiales de construcción limitándose el impacto en las áreas específicas para las construcciones	
7	Compactación realizada únicamente en el espacio designado para los elementos constructivos	
8	Se tuvo cuidado de no dañar fauna (anfibios) pequeña que se encontrara al momento de realizar las actividades	
9	Mantenimiento a vehículos utilizados encontrándose en buenas condiciones con sistemas de escape adecuados que evitaron la emisión de ruido por encima de lo permitido	$ [redacted]

Núm.	Descripción de las medidas d prevención
10	Personal capacitado para evitar la generación de ruido con estéreos y otros equipos de audio
11	Preparación de los materiales de construcción sobre las mismas área dónde se realizaron las construccion
12	Las instalaciones sanitarias se realizarán por personal experto utilizando materiales de buena calid que minimice al máximo el riesgo de fugas o rupturas (Costos considerad en la etapa de construcción)
13	Mantenimiento constante de la red sanitaria para evitar fugas (Costos considerados en la etapa de mantenimiento)
14	Política de bajo impacto que entre s acciones contempla la reducción de consumos, residuos, reúso y recicla
15	Para evitar la contaminación del agu por infiltración en el mantenimiento d las áreas ajardinadas se utilizarán productos biodegradables y su uso s lo mínimo posible dando mantenimie manual o con podadoras ya que la superficie es pequeña, combatiendo plagas mediante podas y fertilizando con composta (Costos considerados la etapa de operación y mantenimie

Núm.	Descripción de las medidas de prevención	Costos ($)
15	Evitar derrames de productos químicos al suelo para evitar su infiltración al manto freático	
17	Los envases de plaguicidas, fertilizantes y herbicidas serán depositados en contenedores para su posterior entrega al H. Municipio de Bacalar para que los trasladen al sitio de disposición final dispuesto por el municipio	
18	Se evitará la introducción de especies exóticas	
19	Mantener la cobertura vegetal en las áreas de conservación	
20	Sembrado de pasto de jardín, palmas, plantas de ornato y frutales	$ [redacted]

Núm.	Descripción de las medidas de prevención
21	El suelo extraído fue utilizado para rellenar otras áreas en el mismo conjunto predial para el posterior sembrado de pasto de jardín, palma plantas ornamentales y frutales
22	Rehabilitación de espacios y reposic de vegetación en las áreas circunda afectadas indirectamente por las actividades realizadas
23	Instalación de un BIOTAR para el tratamiento de las aguas residuales generadas durante la operación y mantenimiento del proyecto (Costos considerados en la etapa de construcción)
24	Disposición de residuos de acuerdo normatividad (Costos considerados la etapa de construcción)
Costo Total	

Se presenta el resumen de inversión del proyecto, el cual asciende a un costo de [redacted] como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Resumen de gastos de inversión del proyecto

Concepto	Costo anual ($)	Costo a 50 años ($)
Actividades Previas	$ [redacted]	$ [redacted]
Preparación del sitio	$ [redacted]	$ [redacted]
Costos de construcción	$ [redacted]	$ [redacted]
Operación y mantenimiento	$ [redacted]	$ [redacted]
Medidas de prevención, mitigación y compensación	$ [redacted]	$ [redacted]
Total	**$** [redacted]	**$** [redacted]

II.1.4 Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos

El proyecto se localiza en las afueras del centro de poblacional Bacalar, en un área no urbanizada, en el boulevard Aarón Merino (Figura II.2.), perteneciente al municipio de Bacalar, Estado de Quintana Roo. El conjunto predial es de fácil acceso avanzando 5.19 km sobre la carretera Federal Libre No. MEX-307 Chetumal-Cancún, después tomar un camino de terracería y avanzar 200 m sobre un sobre este hasta llegar al conjunto predial del proyecto.

Agua: El agua potable para uso de las instalaciones se obtendrá mediante la contratación del servicio ante la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA). Para el caso del agua de consumo humano se obtendrá de distribuidores locales. Las llaves de agua serán del tipo botón porque supone un ahorro del 50% del agua respecto a los grifos convencionales. También, en las duchas se incluirán atomizadores de agua que garantice un uso eficiente.

Energía eléctrica: Se abastecerá de la red más cercana de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Se usará iluminación a base de tecnología LED ya que consiguen ahorrar hasta un 80% de la energía en comparación con el sistema tradicional de lámparas. Además, este tipo de iluminación no contiene partículas tóxicas.

Manejo de aguas residuales: El sistema de tratamiento de aguas residuales se realizará por medio de la instalación de un BIOTAR.

- BIOTAR es una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas. Está diseñado para operar como una planta de tratamiento Aeróbico-facultativa, sin electricidad. Esto se logra mediante el diseño interno del BIOTAR y la adición de **Polydex** en la proporción adecuada.

Figura II. 3. Biotar autolimpiable

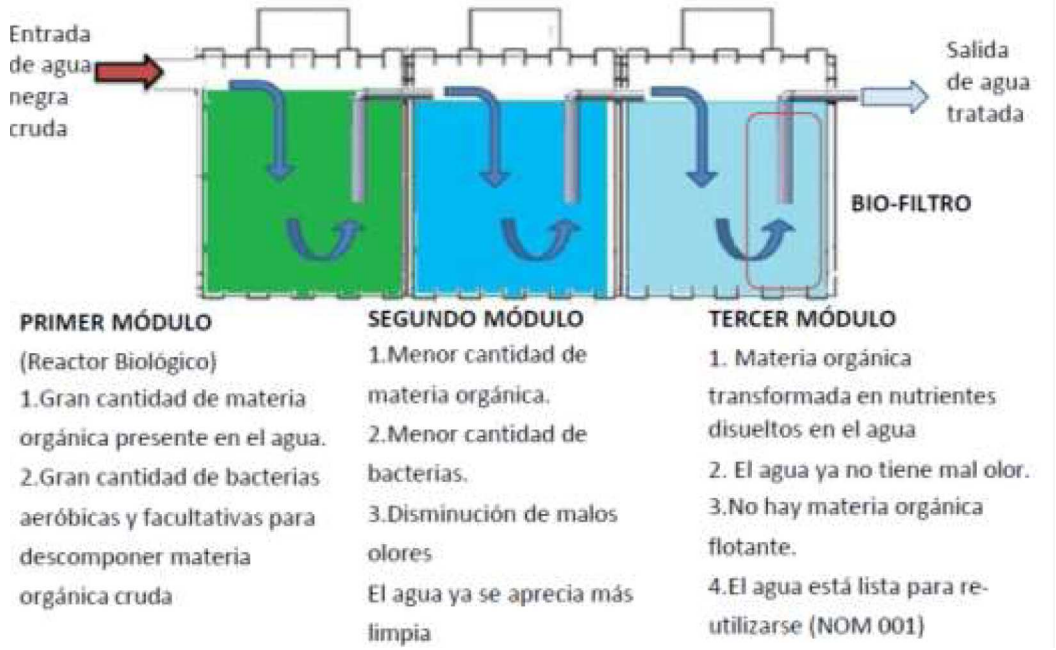


Figura II.4. Proceso de tratamiento del sistema BIOTAR

Se contempla la instalación del sistema BIOTAR de dos módulos, con capacidad máxima de tratamiento de 700 lts/día, estimado para una casa con 4 a 8 personas viviendo en ella, en este caso, se trata de un matrimonio, siendo ambos ya jubilados, sin embargo, se ha contemplado así teniendo en consideración cuando sean visitados por sus hijos y nietos (Se anexa manual del BIOTAR).

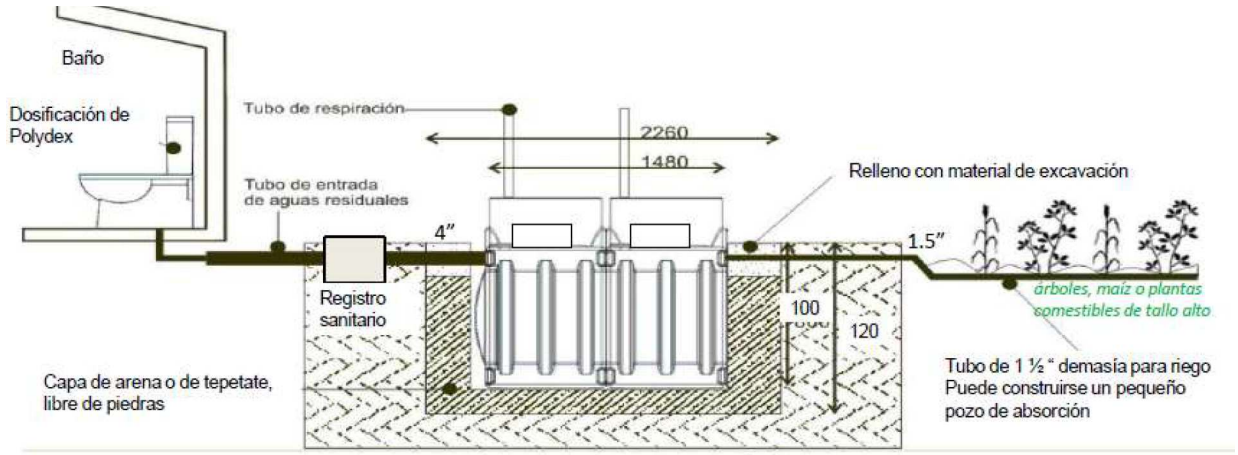


Figura II.5. Diagrama de instalación de BIOTAR de dos módulos

Comunicación: Se instalará servicio de internet con fibra óptica. En el conjunto predial se tiene señal de telefonía móvil en algunas partes del conjunto predial con frecuencia alta y en partes con señal baja.

II.2 Características particulares del proyecto

El Proyecto "*Aquí es Huaye*" consta de una casa de un nivel con cuatro recámaras, cuatro baños, cocina, comedor, sala, cochera, bodega y un mirador arriba del primer nivel, áreas ajardinadas con plantas de ornato, palmeras y frutales, áreas de conservación, dos esqueletos de postes de madera con piso de cemento, un baño inhabilitado con dos letrinas construido con material de concreto, muros de contención y escalinatas que colindan con la laguna.

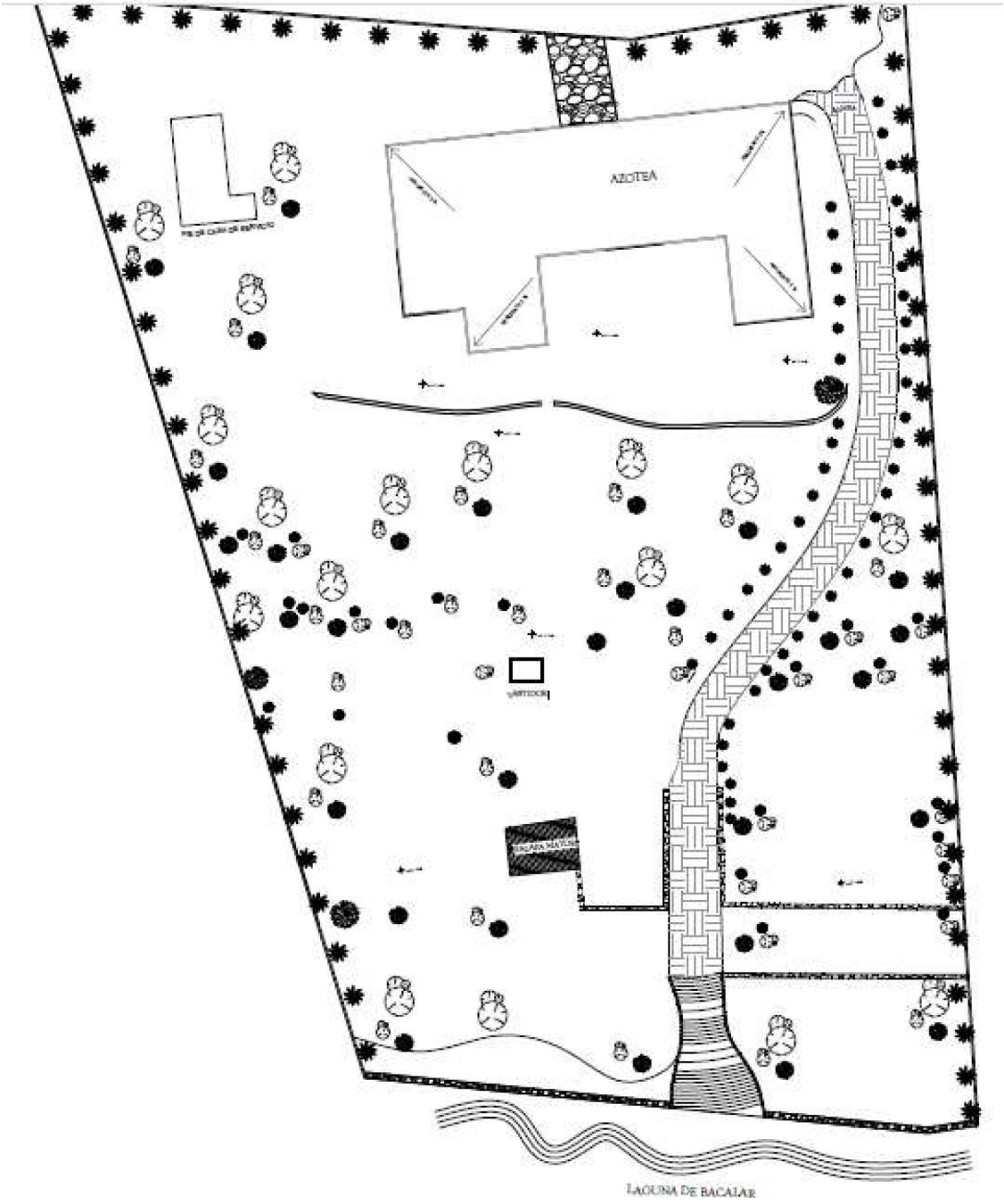


Figura II. 6. Conjunto de obras del proyecto "Aquí es Huaye".

La vivienda implicó la ejecución de la obra de acuerdo a las Normas Mexicanas de Construcción, así como los reglamentos vigentes en seguridad e higiene, esto para garantizar las buenas prácticas y consolidar un trabajo de calidad, de eficiencia y de la

optimización de recursos, procurando ser cohesivos con el medio ambiente. A continuación, se describen las etapas de la obra.

Etapa Preliminar: Esta etapa consistió en el trazo y nivelación de la construcción, para realizar dichas actividades la cuadrilla de topógrafos señaló con estacas el trazo de la vivienda sobre el terreno natural y se prosiguió a retirar la vegetación presente.

Etapa de Cimentación: se realizaron trabajos de excavación para los elementos estructurales como zapatas y dados, así mismo para el asentamiento de la mampostería. En la construcción se realizó la excavación con maquinaria pesada (Retroexcavadora), después de ello se asentó el armado de las zapatas y dados, al mismo tiempo que se realizó la construcción de la mampostería sobre todo el perímetro de construcción.

Etapa de Estructura: refiere a la de los elementos de soporte de cargas o pesos, hace referencia a la construcción de zapatas, dados, columnas, cadenas, castillos, trabes, muros, etc.

La vivienda está asentada sobre un cimiento de mampostería, los elementos estructurales están conformados por zapatas, dados, columnas, trabes y cadenas de concreto armado, los muros están conformados por elementos de block hueco asentados con mortero, la losa se realizó a base de vigueta y bovedilla.

Etapa de Instalaciones: la conectividad de la vivienda con elementos exteriores, luz, agua y drenaje. La instalación eléctrica se realizará de acuerdo a las normativas de la CFE, se instalará la acometida, registros eléctricos, conexiones con cables de diferentes calibres, focos ahorradores de luz, aires acondicionados tipo INVERTER. La instalación hidráulica se hará en su mayoría con material tipo PVC y CPVC. Para la disposición de los desechos fecales, la instalación sanitaria se conformará por elementos de PVC, registros sanitarios, hasta su disposición en un BIOTAR prefabricado.

Etapa de Acabados: Consistió en elementos que dan estética y visualización de la obra, aplanados, pintura, muebles, revestimientos. La vivienda tiene como tipo de acabado fino compuesto de masilla prefabricada, cuenta con vitropiso y elementos de maderas en puertas y ventanas.

Cuadro II.7. Resumen de superficie del proyecto

No.	Concepto	Superficie (m²)
1	Casa de un nivel con mirador en segundo piso (Vivienda)	537.1345
2	Anexo de casa para bodega y cochera	
2.1	Fosa séptica	
3	Esqueleto de postes de madera y piso de cemento (Pie de casa de servicio)	47.70
4	Baño con dos letrinas (Vestidores)	6.2752
5	Palapa orientada a la laguna (Actualmente esqueleto de postes de madera y piso de cemento) (Palapa mayor)	26.97
6	Muro de contención en forma de herradura	
7	Muro de contención	
8	Muros de contención y camino a la laguna con suelo natural y rolitos de cemento entre ambos muros	
9	Muros de contención y escalinatas entre ambos muros	53.4007
8.1	Rampa (Suelo desnudo con rolitos de cemento)	302.0337
9.1	Escaleras entre muros de contención	64.3267
	Camino de acceso	38.6301
Superficie total		**1076.4709**

II.2.1. Programa de trabajo

El proyecto está contemplado realizó en 24 meses y se estima una durabilidad del proyecto de 50 años. En el siguiente cuadro se presenta el programa de trabajo de las diferentes etapas del proyecto.

Cuadro II. 8. Programa general de trabajo de acuerdo a las diferentes etapas del proyecto

No.	Actividad	Meses																								Año 1-50	Año 51
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
	Aviso de inicio de actividades	X																									
1	Preparación del sitio	X	X																								
2	Limpieza		X																								
3	Nivelación		X																								
4	Construcción		X																								
5	Cimentaciones		X		X		X		X		X																
6	Levantamiento de estructuras			X		X		X		X		X															
7	Armado de techos											X	X														
8	Instalación eléctrica																									X	

No.	Actividad	Meses																							Año 1-50	Año 51
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
9	Instalación hidráulica																									X	
10	Instalación sanitaria																									X	
11	Cancelerías, ventanas y puerta																X	X	X	X							
12	Acabados																				X						
13	Pintura exterior e interior																					X	X	X	X		
14	Jardinería																							X	X		
15	Limpieza																							X	X		
16	Medidas de prevención y mitigación		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X	X	
17	Operación y mantenimiento																									X	
18	Restauración y abandono del sitio																										X

II.2.2 Representación gráfica local

Como se mencionó previamente, el proyecto "*Aqui es Huaye*" se encuentra ubicado en el Ejido Aarón Merino, Municipio de Bacalar. Para llegar al conjunto predial, desde la ciudad de Bacalar, se toma la carretera número 307 Chetumal- Cancún con dirección a la comunidad de Buenavista, se avanza 5.19 km sobre esta, después se deberá tomar un camino de terracería y recorrer 200 m hasta llegar al conjunto predial. Esta ubicación lo sitúa con referencia a la UGA Tu-7 del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Laguna de Bacalar.

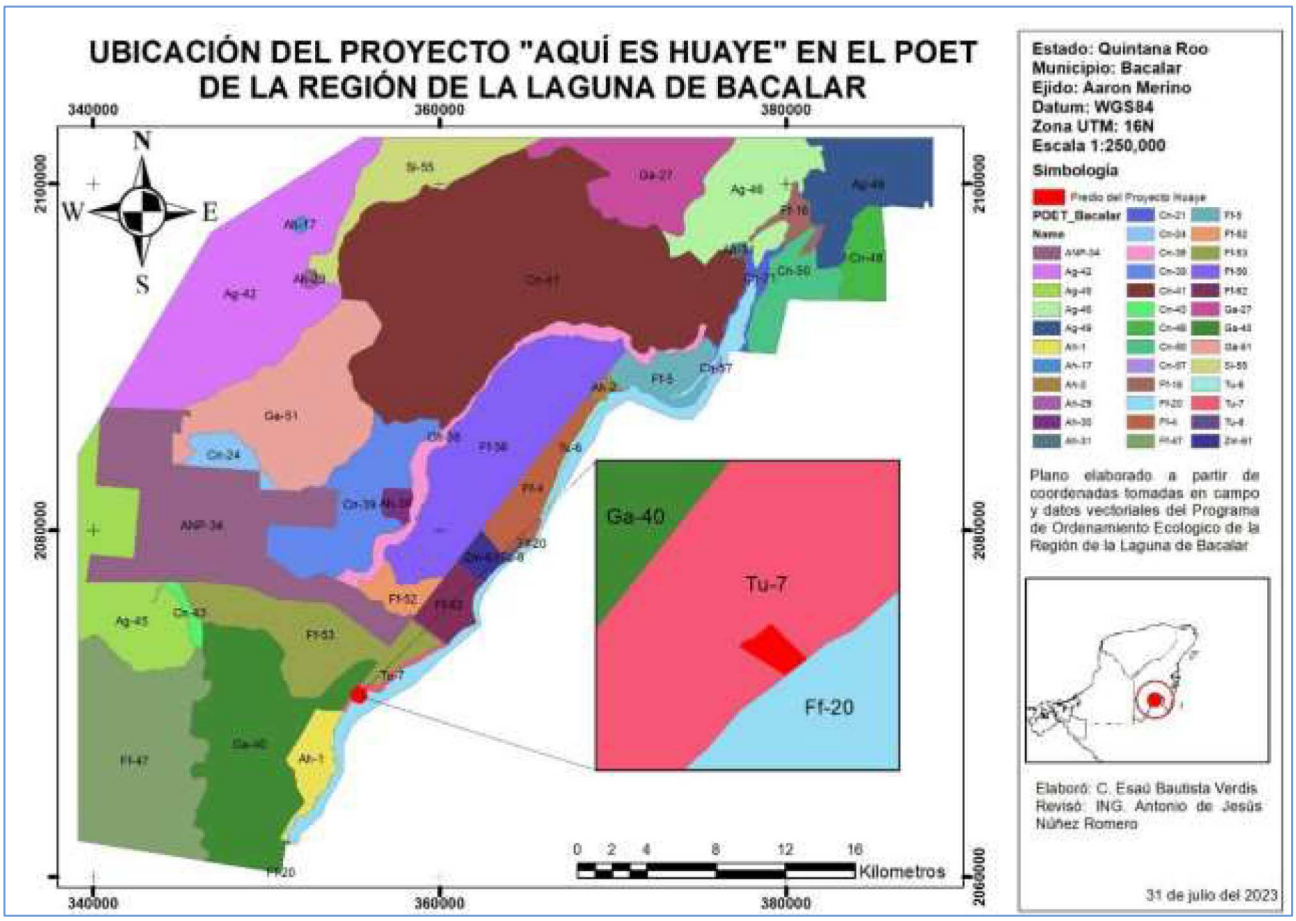


Figura II. 7. Localización regional del Proyecto con respecto al POET Laguna de Bacalar.

En la siguiente figura se puede apreciar la ubicación y acceso del proyecto en comento.

Figura II. 8. Ubicación física y poligonal del proyecto "Aquí es Huaye"

Las coordenadas del conjunto predial se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro II.9. Coordenadas de la poligonal del conjunto predial

VÉRTICE	UTM	
	X	Y
1	355,283.903	2,070,490.529
2	355,325.992	2,070,522.779
3	355,341.377	2,070,541.842
4	355,412.680	2,070,471.745
5	355,409.814	2,070,468.274
6	355,369.455	2,070,438.772

II.2.3 Etapa de Preparación del sitio y construcción

Preparación del sitio

Durante esta etapa se realizaron los trabajos de trazos y desmonte de vegetación, lo que comprende las acciones siguientes:

1. Trazo y delimitación física de las áreas de desmonte: Se realizó el levantamiento topográfico y trazo de la ubicación física para cada uno de los diferentes componentes del proyecto.
2. Ahuyento y rescate de fauna silvestre: Dadas las características de ubicación del conjunto predial (Cercano a un centro de población) la probabilidad de encontrar fauna silvestre fue baja, sin embargo, se tomaron medidas para inducir el retiro de la fauna de manera pacífica para evitar sean estresados:

    - Se agitaron los árboles pequeños, arbustos y hierbas, se removieron piedras y amontonamientos de hojarasca y/o maderas para asustar a la fauna desde sus posibles madrigueras y promover su alejamiento de la zona.

    - Asimismo, se generó ruido con silbatos en niveles de ruido suficiente para ahuyentar a la fauna existente en el sitio. Esta técnica ha sido efectiva para ahuyentar a los vertebrados de amplio y rápido movimiento, como son las aves, así como para la mayoría de los mamíferos pequeños, medianos y reptiles de tamaño grande.

3. Desmonte y deshierbe: Concluidas las acciones anteriores se dio inicio a la fase de desmonte y deshierbe del terreno, mediante el cual se retiró en su totalidad la vegetación existente en las áreas a construir.
4. Despalme y limpieza: Se realizó la remoción de troncos, raíces y la capa superficial del suelo, por lo que por medios mecánicos se modifican las condiciones para que las posibles semillas que pudieran estar depositadas en el suelo ya no alcancen a germinar puesto que ya no existen las condiciones naturales originales al manifestare un ambiente modificado.

Construcción

Durante todo el periodo en el que se realizaron las actividades constructivas, se tuvo el cuidado de no dañar la fauna encontrada como reptiles (iguanas) y aves. Es importante recalcar que no fueron registradas en el conjunto predial especies catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

El procedimiento general de la construcción del proyecto se realizó de la siguiente manera:

1. Excavación y cimentación: Se llevó a cabo el movimiento de tierra de la superficie a construir.

2. Estructural: A partir de los planos realizados y recomendaciones de cálculo estructural se construyó el esqueleto estructural de las obras existentes.

3. Albañilería: Se realizó el levantamiento de muros en todas las obras, pisos y acabados.

4. Acabados: De paredes, techos, recubrimientos, impermeabilización.

5. Habilitación del área del camino de acceso. Esta parte se refiere a la delimitación del camino, relleno y compactación desde la entrada del conjunto predial hasta donde se construyeron las escalinatas que colindan con la laguna.

6. Red para el Sistema hidráulico: La instalación hidráulica incluye las acometidas y salidas para el agua potable, así como las especificaciones necesarias para su suministro (Obra por realizarse).

7. Red para el sistema sanitario: Instalación de tubería para conducir las aguas residuales al BIOTAR para su buen manejo (Obra por realizarse).

8. Sistema eléctrico: La instalación eléctrica se preparará para conectarse con el servicio eléctrico de la CFE (Obra por realizarse).

Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

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

1. Área de almacenamiento y control: Durante la construcción se habilitó un almacén rústico para resguardo de materiales y herramientas diversas, así como para vigilancia diurna y nocturna del equipo de construcción y algunos materiales. Este almacén se ubicó dentro del área de trabajo, se construyó con materiales de madera y tejas de cartón que permitió un rápido desmantelamiento al término de sus funciones.

II.2.4 Etapa de Operación y mantenimiento

El proyecto consiste en una vivienda unifamiliar por lo que las actividades realizadas serán propias de un hogar; las actividades de mantenimiento se realizarán en periodos variables, dependiendo de las áreas que así lo requieran, a lo largo del año. En el cuadro II.10, se enlistan las actividades de operación y mantenimiento con una breve descripción de cada una.

Cuadro II. 10. Descripción de las actividades de operación y mantenimiento de la vivienda unifamiliar

ETAPA / ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Limpieza	Se realizarán actividades para la limpieza de la vivienda y exteriores.
Instalaciones	Se realizarán actividades preventivas y correctivas para detectar y corregir problemas asociados al uso de la infraestructura, redes hidráulicas, eléctricas y sanitarias, así como equipamiento del Proyecto
Jardinería	Se realizarán actividades de poda y mantenimiento de las áreas ajardinadas y de conservación.
Vigilancia ambiental	Se realizarán actividades de vigilancia para garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación propuestas en el proyecto

Las actividades de *limpieza* utilizarán agua y productos de limpieza para el aseo de la vivienda. Estas actividades generarán residuos sólidos y líquidos. Para la reducción de residuos se promoverá el uso eficiente de agua, así como la reducción en el uso de productos desechables y uso de productos de limpieza orgánicos. Se evitará el uso de cloro, ácido y sosa séptica. En las actividades de la cocina se realizarán consumos de gas butano, electricidad, agua e insumos (alimentos, detergentes). Se generarán residuos líquidos (agua de lavado y aceites de cocina) y residuos sólidos orgánicos e inorgánicos (empaques, restos de comida). Para la reducción de residuos se promoverá el uso eficiente de energía y agua; así como el manejo separado de residuos orgánicos e inorgánicos. Las aguas residuales generadas en la cocina se dirigirán al BIOTAR, los residuos de aceites comestibles serán envasados y entregados al camión recolector de basura para su disposición final, al igual que los residuos sólidos inorgánicos; Los residuos sólidos orgánicos serán utilizados para composta para las áreas ajardinadas.

Las actividades de *jardinería* consisten en la poda de las áreas verdes y jardineras del Proyecto. Estas actividades se realizarán con machete y desbrozadora ya que las superficies son mínimas. Se generarán residuos sólidos orgánicos producto de la poda y

deshierbe los cuáles serán utilizados para composta; el uso de fertilizantes y herbicidas será limitado a productos orgánicos únicamente.

Las actividades para el *mantenimiento de instalaciones* son aquellas para detectar y corregir los defectos que surjan por construcción, instalación o por el uso de la infraestructura, equipamiento y redes hidrológicas, sanitarias y eléctricas. Estas actividades pueden ser de tipo preventivo (aplicado a las instalaciones hidráulicas, sanitarias, de gas y eléctricas), o correctivo (actividades destinadas a corregir averías o fallas en el momento en que se presentan). Estas actividades consumen agua y energía eléctrica, así como insumos específicos que dependen del tipo de mantenimiento a realizar. Estas actividades generarán residuos sólidos inorgánicos y residuos líquidos los cuales serán depositados en los sitios de disposición previstos. Para la reducción de residuos se promueve el uso eficiente de energía y agua.

En el Proyecto se promoverá la implementación de un sistema de administración ambientalmente amigable, mediante el cual se promoverán acciones específicas como "compras verdes", lo que se traduce en la adquisición de productos o servicios "amigables con el ambiente", que buscan la reducción de impactos ambientales a través de la conservación de recursos naturales, ahorro de agua y energía, uso de productos biodegradables, reciclados o reciclables y de poco embalaje. También se promoverán prácticas de reúso de envases en los productos de higiene personal.

Las actividades de vigilancia ambiental consistirán en vigilar se cumplan las medidas de prevención y mitigación de impactos propuestas en el proyecto.

II.2.5. Etapa de abandono del Sitio

No se contempla el desmantelamiento o abandono de las instalaciones del Proyecto, previéndose mantenimientos preventivos y correctivos para alargar la vida del mismo, buscando garantizar su sustentabilidad en el largo plazo. Aun así, por cuestión de estimaciones se ha considerado un período de 50 años de vida útil del proyecto, pretendiendo extender dicho período.

En caso de abandono del sitio, por contingencia meteorológica o desastre natural (huracán), que ponga en riesgo las actividades y el buen funcionamiento del proyecto o que deje inservibles las instalaciones, se procederá a realizar el desalojo del lugar tomando las medidas necesarias de acuerdo a lo solicitado por las instancias correspondientes.

II.2.6. Utilización de explosivos

No se considera el uso de explosivo alguno en el proyecto.

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

Preparación del sitio

El personal a contratar estuvo integrado por seis personas, la remoción se realizó en las primeras horas del día, y por las tardes con el fin de evitar las horas más calurosas del día.

Atmósfera

Se contempla que en esta etapa las emisiones a la atmosfera fueron mínimas o inexistente.

Residuos sólidos

En esta etapa no se generaron desechos de alimentos o estos fueron mínimos, dado que al ser el personal de la comunidad, realizaban el consumo de sus alimentos en sus domicilios o llevavan sus comidas en recipientes; los residuos como botellas de plástico, papel, cartón, entre otros, fueron colocados en contenedores para basura, dispuestos dentro del conjunto predial, los cuales se clasificaron por orgánicos e inorgánicos y posteriormente fueron entregados al H. Ayuntamiento de Bacalar para su disposición final. Los residuos vegetales fueron colocados a pie de los árboles para su reincorporación al suelo.

Residuos sanitarios

No se generaron residuos sanitarios en esta etapa, el personal encargado de la obra, acudía a una casa cercana a hacer sus necesidades fisiológicas facilitando la entrada el velador de dicho lugar.

Residuos Peligrosos

Los materiales peligrosos en esta etapa únicamente corresponden a diésel, gasolina y aceites utilizados en maquinaria y vehículos. Para evitar la contaminación por derrames se prohibió el mantenimiento de vehículos y maquinarias dentro y en los alrededores del conjunto predial, tenían que ser trasladados a talleres autorizados. En el remoto caso de que el vehículo presentara fallas que generaran derrames de aceites o combustibles, y en

tanto fuer retiradas del conjunto predial para ser enviadas a los talleres especializados correspondientes, se contaba con charolas y mantas colectoras, para evitar que estos líquidos puedan contaminar el suelo y el cuerpo de agua.

Construcción

Polvo: Los vehículos que transportaron materiales estuvieron obligados a circular con lona en su caja y a baja velocidad, para evitar la dispersión de polvo y la caída del material.

Residuos sólidos

En esta etapa no se generarán desechos de alimentos o estos fueron mínimos, dado que al ser el personal de la comunidad realizó el consumo de sus alimentos en sus domicilios o llevaban sus comidas en recipientes; los residuos como botellas de plástico, papel, cartón, entre otros, fueron colocados en contenedores para basura, dispuestos dentro del conjunto predial, los cuales se clasificaron en orgánicos e inorgánicos y posteriormente eran entregados al H. Ayuntamiento de Bacalar para su disposición final.

Residuos sanitarios

No se generaron residuos sanitarios en esta etapa, el personal encargado de la obra, acudía a una casa cercana a hacer sus necesidades fisiológicas facilitando la entrada el velador de dicho lugar.

Residuos Peligrosos

Ningún vehículo de transporte del personal, material o equipo, así´ como maquinaria, recibió mantenimiento dentro del conjunto predial. En el remoto caso de que la maquinaria presentara fallas que generaran derrames de aceites o combustibles, y en tanto fueran retiradas del conjunto predial para ser enviadas a los talleres especializados correspondientes, se contó con charolas y mantas colectoras, para evitar que estos líquidos puedan contaminar el suelo y el cuerpo de agua.

Ruido: Los vehículos utilizados en la obra debían emitir niveles de ruido permitidos de acuerdo a la NOM-080-SEMARNAT-1994.

Operación

En lo que se refiere a las actividades de operación y mantenimiento, cabe resaltar la importancia del manejo de los residuos líquidos, dada la ubicación del proyecto al margen de la laguna de Bacalar, ya que se corre el riesgo de contaminar los mantos acuíferos subterráneos, por lo tanto, es indispensable tener estas aguas bajo un sistema de tratamiento que evite la contaminación y reduzca los impactos negativos en la zona de intervención;

Emisiones a la Atmosfera

Las emisiones a la atmósfera serán mínimas y ocurrirán por el uso de vehículos, energía eléctrica y gas L.P., los cuales serán de uso doméstico.

Residuos sólidos

Los residuos orgánicos, productos de alimentos y material vegetal resultante de la limpieza serán usados para composta para áreas ajardinadas; los residuos como botellas de plástico, papel, cartón, entre otros, serán colocados en contenedores para basura, dispuestos dentro del conjunto predial, con su respectiva clasificación y posteriormente serán entregados al H. Ayuntamiento de Bacalar para su disposición final.

Residuos sanitarios

Las aguas residuales provenientes de los sanitarios y de la cocina serán enviados al BIOTAR que se instalará el cual constará de dos módulos cumpliendo con la NOM-001-SEMARNAT-2021 y sistema de filtración posterior permitiendo el uso del agua para riego superficial, siendo este un sistema amigable con el entorno:

- Sustentable, cuida el medio ambiente al prevenir la contaminación de mantos freáticos (suelo y agua).
- Cada módulo es hermético e higiénico, construido de una sola pieza lo que evita fugas, olores y agrietamientos. Es ligero y fuerte, ofreciendo una alta resistencia a impactos y a la corrosión.

Residuos Peligrosos

Ningún vehículo, recibirá mantenimiento dentro del conjunto predial. En el caso de fallas de vehículos que generen derrames de aceites o combustibles, y en tanto sean retiradas del conjunto predial para ser enviadas a los talleres especializados correspondientes, se contará con charolas y mantas colectoras, para evitar que estos líquidos puedan contaminar el suelo y la laguna.

Manejo de residuos

En el proyecto no se considera la generación de residuos peligrosos o de manejo especial. Para las actividades de mantenimiento no se ocuparán materiales que generen residuos peligrosos.

Manejo de residuos sólidos

Preparación del sitio

Durante las actividades de preparación del sitio los residuos sólidos fueron principalmente los generados por el personal contratado, a quienes se les dio instrucciones de depositar la basura en contenedores identificados de acuerdo a su naturaleza y tipo, los cuales se colocaron en áreas estratégicas para colecta temporal y posteriormente se llevaron al sitio de disposición final establecido por el H. Ayuntamiento de Bacalar.

Construcción

Los residuos sólidos durante la etapa constructiva se dividieron en orgánicos e inorgánicos por medio de contenedores que se establecieron de manera estratégica en el conjunto predial para colecta temporal y posteriormente se llevaron al sitio de disposición final establecido por el H. Ayuntamiento de Bacalar.

Operación

En lo que se refiere a los residuos sólidos a generar en la operación y mantenimiento del proyecto, se calcula una capacidad máxima de 5 personas / día permanente. Considerando datos del INEGI-2017, que estiman que por persona se genera en promedio 1 kg de basura por día en una proporción del 40 % de residuos orgánicos, el cálculo de generación de residuos sólidos se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro II.11. Cálculo de generación de residuos sólidos

Personas/día	kg/hab/día	Cantidad en kg/día	Distribución en kg/día	
			Orgánico	Inorgánico
5	1	5	2.0	3.00

El proyecto "Aquí es Huaye" no tiene acceso al servicio público municipal de recoja y disposición final de residuos por lo que se establecerá un sistema de manejo de residuos sólidos, en el cual se realizará la separación de los residuos sólidos en orgánicos e inorgánicos; al interior se contará con contenedores de residuos, colocados en el conjunto predial. Los residuos inorgánicos serán confinados y se trasladarán a la ciudad de Bacalar para se entregado al camión colector de basura del servicio público municipal y los residuos orgánicos tales como hojas, restos de poda y restos de comida que son materiales ricos en nutrientes para la generación de humus que al mezclarlo con el suelo aportará nutrientes (elaboración de composta), y contribuye a reducir el peso de los residuos orgánicos que se generen, éste será colocado en los troncos de los árboles para su reincorporación al suelo.

II.2.7.1 Generación de gases efecto invernadero

De manera directa los únicos gases de efecto invernadero que se generaron fueron producto del consumo de combustibles por los camiones y equipo (revolvedora) requerido para la construcción del proyecto.

II.2.7.1.1 Generación de gases de efecto invernadero, como es el caso de CO_2, CH_4, N_20, CFC, O_3, entre otros.

Los principales gases de efecto invernadero que se generan por el consumo de combustibles, corresponden a dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. Las emisiones de dióxido de carbono proceden de la oxidación del carbono de los combustibles durante la combustión.

II.2.7.1.2 Por cada gas de efecto invernadero producto de la ejecución del proyecto, estime la cantidad emitida

Dado que se requirió combustibles para la maquinaria de construcción, se calculó, que el desarrollo del proyecto consumió un máximo de 100 litros de combustible en toda la obra. Para el cálculo de la cantidad de emisiones se usó la Calculadora de emisiones para el registro nacional de Emisiones (RENE), disponible en la página de la SEMARNAT (https://www.gob.mx/semarnat/acciones-yprogramas/registro-nacional-de-emisiones-rene

). Dicha herramienta, señala que se emitirán, 0.28 tCO_2 e/año o GEI, como se observa en la siguiente captura de pantalla:

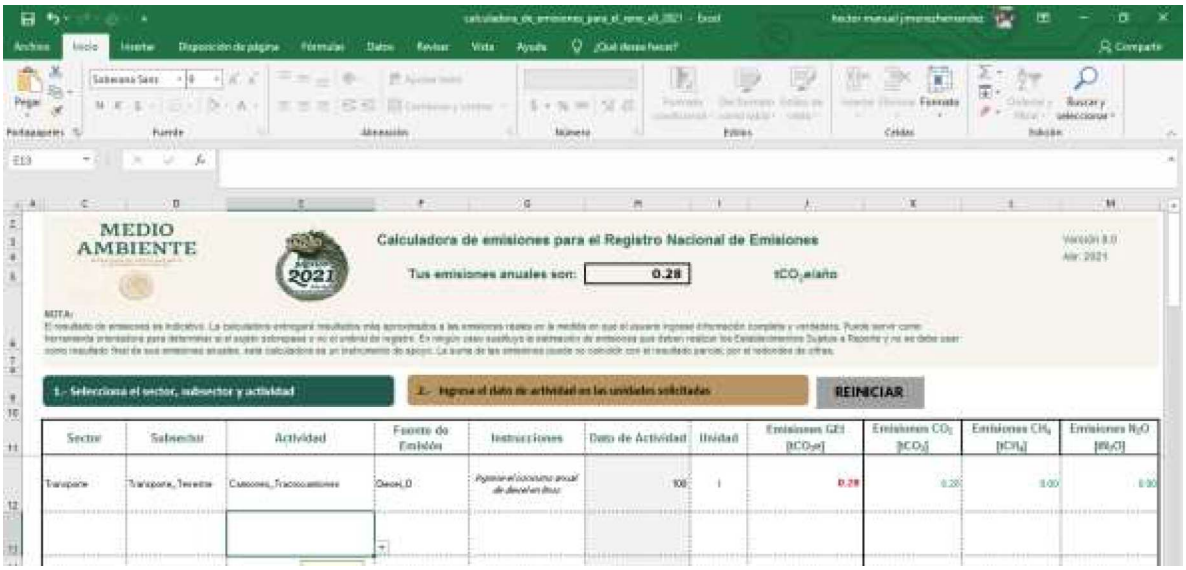


Figura II. 9. Calculadora de Gases de Efecto Invernadero en el conjunto predial del proyecto por la construcción del proyecto.

II.2.7.1.3. Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto

El uso de combustible de fósiles ocurrió en la etapa inicial, por el abastecimiento de materiales de construcción y el uso de la máquina de revolvedora para la preparación de la mezcla de concreto. Después en la etapa de operación se utilizará principalmente el Gas L.P., para el área de cocina y para el abastecimiento de la casa habitación se utilizará energía eléctrica mediante el servicio de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

CAPITULO III

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

INDICE

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO 1

III.1. Legislación Aplicable a la Materia 1

III.2 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) 1

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 33

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe 36

III.3 Planes o Programas de Desarrollo Urbano Municipales (PDU) 40

III.4. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas 40

III.5 Normas Oficiales Mexicanas 41

III.5 Otros Instrumentos a Considerar 60

..... 64

III.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 64

III.5.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 65

III.5.3 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental 67

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

III.1. Legislación Aplicable a la Materia

El presente proyecto busca apegarse al cumplimiento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y a su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental; Normas Oficiales Mexicanas y demás instrumentos de gestión jurídica que le apliquen en materia ambiental en apego al artículo 35 de la LGEEPA que dispone que "*para la autorización a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se* ***sujetará*** *a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados (LGEEPA, su reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables), así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio,* las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables*"*; por ello, en este apartado se hace un análisis detallado de los elementos jurídicos y de ordenamiento territorial aplicables al Proyecto por su tipo y localización, con la finalidad de identificar y analizar los criterios y limitantes de planeación que ordenan la zona donde se ubicará el Proyecto denominado "Aquí es Huaye", a fin de sujetarse a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental.

Para este capítulo se procedió a un análisis exhaustivo de los instrumentos de Planeación y Normatividad tales como Ordenamientos Ecológicos Territoriales, Normas Oficiales Mexicanas, entre otros, los resultados se detallan a continuación.

III.2 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)

El predio del proyecto denominado "Aquí es Huaye" se encuentra a 5.19 km al noroeste del centro poblacional de Bacalar, en el conjunto predial conformado por los solares 07 y 08, de la manzana uno, zona cinco en el ejido Aarón Merino Fernández, Municipio de Bacalar, Estado de Quintana Roo, cuyo acceso principal es la carretera Federal Libre No. MEX-307 Chetumal-Cancún, a 5.19 km al noroeste del centro poblacional y luego avanzar 200 metros hasta llegar al predio del proyecto, cuya superficie total de acuerdo al levantamiento topográfico es de 0.624749 ha (6,247.49 m^2). Las Coordenadas de acceso se ubica en, UTM 16 Q X=355323, Y= 2070524 Datum WGS84, Región 16 México Camino Costero Aarón Merino Fernández, Municipio De Bacalar, Estado de Quintana Roo.

Figura III.1. Macro localización del proyecto "Aquí es Huaye"

El uso del suelo se encuentra regulado por el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna de Bacalar publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 15 de marzo de 2005. El proyecto se encuentra inmerso en la Unidad de Gestión Ambiental Tu-7 con política de Conservación (Figura III.2).

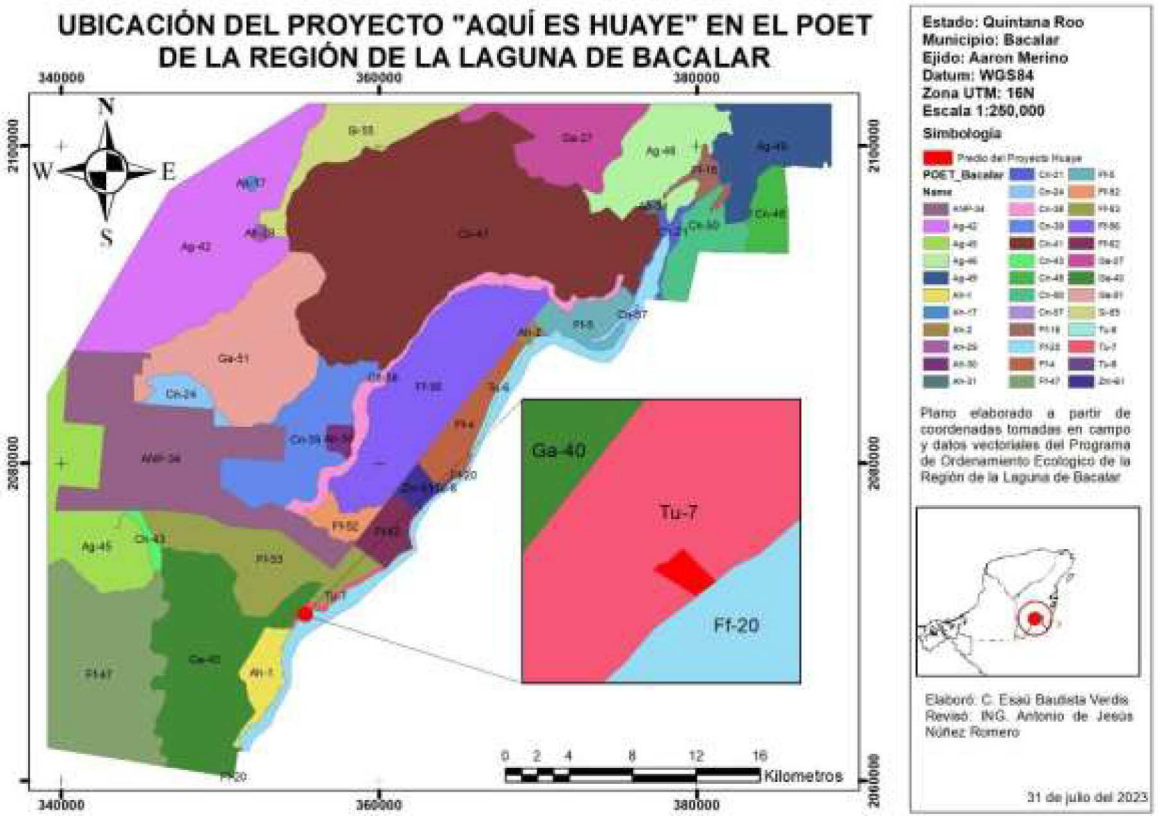


Figura III. 2. Ubicación del proyecto "Aquí es Huaye" en el POET de la Región de la Laguna de Bacalar.

- A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los criterios generales, los cuales son aplicables a la UGA Tu-7

Cuadro III. 1. Vinculación de los criterios ecológicos generales establecidos en el POET de la Región de Laguna Bacalar con el proyecto "Aquí es Huaye"

Código	Criterio	Vinculación
CG-1.-	No se permite la extracción de flora y fauna acuática en cenotes, excepto para fines de investigación autorizados por la SEMARNAT	No aplica, dentro del polígono de interés para el desarrollo del proyecto y en su área colindante no hay presencia de cenotes, sin embargo, se acatará lo establecido prohibiendo la extracción de flora y fauna acuática en el cuerpo lagunar.
CG-2.-	El uso y aprovechamiento de dolinas, cenotes y cavernas estará supeditado a una evaluación de impacto ambiental que incluya estudios geológicos, hidrológicos y ecológicos	No aplica, dentro del polígono de interés para el desarrollo del proyecto y en su área colindante no hay presencia de dolinas, cenotes y/o cavernas.

Código	Criterio	Vinculación
	que determinen el nivel de aprovechamiento.	
CG-3.-	No se permite modificar o alterar física o escénicamente el interior de dolinas, cenotes y cavernas.	No aplica, dentro del polígono de interés para el desarrollo del proyecto y en su área colindante no hay presencia de dolinas, cenotes y/o cavernas
CG-4.-	Las actividades recreativas asociadas a cenotes deberán contar con un reglamento que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas	No aplica, dentro del polígono de interés para desarrollar el proyecto y en su Zona Lagunar no hay presencia de cenotes.
CG-5.-	Se prohíbe el desmonte, despalme y modificaciones a la topografía en una distancia menor de 50 m alrededor de los cenote, dolinas o cavernas, así como el dragado, relleno, excavaciones o ampliaciones	No hay presencia de dolinas, cenotes y/o cavernas dentro del polígono de interés, ni alrededor de 50 m.
CG-6.-	Se prohíbe la remoción de la vegetación acuática nativa	El polígono de interés colinda con la laguna de Bacalar, actualmente con construcciones que ya han sido sancionadas por la PROFEPA, aclarando que no se removió y no se considera la remoción de vegetación acuática nativa.
CG-7.-	Se prohíbe la quema a cielo abierto de residuos sólidos	En ninguna etapa del proyecto será permisible la quema a cielo abierto. Se colocarán contenedores de basura en áreas estratégicas, la basura acumulada será entregada a los camiones colectores de basura dispuestos por el H. Municipio de Bacalar.
CG-8.-	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre vegetación nativa	En ninguna etapa del proyecto se permitió la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa. En la etapa de operación y mantenimiento todos los productos de desecho serán adecuadamente separados, acopiados, almacenados y trasladados al sitio de disposición final a cargo del H. Ayuntamiento de Bacalar

Código	Criterio	Vinculación
CG-9.-	La disposición de baterías, acumuladores, plaguicidas y fertilizantes, así como sus empaques y envases deberá cumplir con lo dispuesto en la LGEEPA en materia de residuos peligrosos.	Las baterías que se empleen en controles eléctricos de equipos serán de preferencia recargables lo que les otorga una vida más larga y cuando llegue el momento de desecharlas se dispondrán en los contenedores que para este fin han establecido diversas tiendas de electrodomésticos en ciudades como Chetumal y Cancún. En áreas verdes, ajardinadas y de conservación del proyecto no se manejarán sustancias consideradas peligrosas, de alta persistencia y/o listadas en los catálogos; se emplearán únicamente sustancias biodegradables y amigables con el ambiente.
CG-10.-	Se prohíbe enterrar los desechos sólidos provenientes de asentamientos humanos	El proyecto no corresponde a un asentamiento humano, sin embargo, los desechos sólidos serán depositados en contenedores y entregados al camión recolector de basura dispuesto por el H. Municipio de Bacalar para ser transportados hacia los sitios de disposición final.
CG-11.-	Los actuales tiraderos a cielo abierto deberán cumplir con la NOM-083-SEMARNAT-1996	No aplica, en el conjunto predial de interés no se cuenta ni se prevé el establecimiento de tiraderos a cielo abierto.
CG-12	Se promoverá el composteo de los desechos orgánicos para su utilización como fertilizantes orgánicos degradables en las áreas verdes	Los desechos de jardinería y orgánicos se harán en composta para ser utilizada en las áreas verdes.
CG-13	Se prohíbe la quema de corral o traspatio de desechos sólidos (basuras)	No se permitirá la quema de ningún tipo de desecho en la etapa de operación y mantenimiento. Toda la basura será recolectada en contenedores y será entregada al camión recolector de basura dispuesto por el H. Municipio de Bacalar para su disposición final.
CG-14	Las casas habitación que no puedan conectarse al drenaje, deberán contar con una fosa séptica para disponer de las aguas residuales propias	El proyecto contará con su propio sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas mediante sistema BIOTAR.

Código	Criterio	Vinculación
CG-15	Toda emisión de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996	Las aguas residuales generadas serán tratadas mediante una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas (BIOTAR) cumpliendo con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y un sistema de filtración posterior para que las aguas sean utilizadas en riego superficial de áreas verdes.
CG-16	No se permite la descarga directa de ningún tipo de drenaje en los cuerpos de agua y humedales	El proyecto no contempla el uso de drenajes ya que las aguas residuales generadas serán tratadas mediante una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas (BIOTAR) y un sistema de filtración posterior para que las aguas sean utilizadas en riego superficial de áreas verdes.
CG-17	En los asentamientos humanos menores de 500 habitantes se deberá dirigir las descargas de aguas residuales hacia sistemas alternativos para su manejo	No aplica al no constituirse en un asentamiento humano, no obstante, el proyecto "Aquí es Huaye" contará con su propio sistema de tratamiento de aguas residuales mediante el sistema BIOTAR.
CG-18	La extracción de agua en los pozos artesianos deberá sustentarse mediante los estudios que solicite la autoridad competente y deberá monitorearse constantemente la conductividad del agua para evitar la sobreexplotación (intrusión salina)	No aplica, el proyecto no contempla perforación de pozos. Se contratará el servicio a la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) para consumo en las instalaciones y se comprará agua embotellada para consumo humano.
CG-19	Se promoverá en las áreas urbanas, turísticas o casas habitación la instalación de infraestructura para la captación del agua de lluvia	El proyecto contará con servicio de agua potable proporcionado por la CAPA, sin embargo, también captará agua de lluvia y será almacenada en tinaco rotoplás.
CG-20	Los estudios o manifestaciones de impacto ambiental que se requieran deberán poner especial atención en el ahorro, el abasto del recurso agua y las medidas de prevención de contaminación al manto freático	Todas las instalaciones sanitarias e hidráulicas del proyecto pretenden operar con sistemas de ahorro de agua empleando principalmente muebles ahorradores y sistemas presurizados, así como el adecuado tratamiento y reúso del recurso ya tratado.

Código	Criterio	Vinculación
CG-21	Se debe dar preferencia a la rehabilitación de terracerías existentes en lugar de construir nuevas	No aplica, el proyecto no requiere de la construcción de nuevas terracerías, ya que cuenta con acceso al predio y hacia el interior de este.
CG-22	En el mantenimiento de los laterales del derecho de vía sólo se permite el aclareo manual (ver glosario)	No aplica. El proyecto no requiere de mantenimiento de los laterales del derecho de vía ya que colinda con Boulevard Aarón Merino Fernández, con la ZOFEMAT laguna de Bacalar y con dos predios.
CG-23	En la restauración de los bancos de préstamo de material pétreo se deberá asegurar el desarrollo de la vegetación plantada y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan	No aplica, el proyecto no corresponde a bancos de material pétreo.
CG-24	En la restauración de los bancos de préstamo de material pétreo la reforestación deberá llevarse a cabo con una densidad mínima de 1,000 árboles por ha	No aplica, el proyecto no corresponde a bancos de material pétreo.
CG-25	En la restauración de los bancos de préstamo de material pétreo la reforestación podrá incorporar ejemplares obtenidos del rescate de vegetación del desplante de los desarrollos turísticos, industriales o urbanos	No aplica, el proyecto no corresponde a bancos de material pétreo.
CG-26	No se permite la utilización de las palmas *Thrinax radiata* (chit), *Pseudophoenix sargentii* (kuka), *Coccothrinax readii* (nakas), como material de construcción, excepto aquellas que provengan de UMAS autorizadas	No se hará ningún tipo de construcción ya que el proyecto corresponde a regularización en materia de impacto ambiental por las obras existentes.
CG-27	El uso del manglar estará sujeto a las disposiciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, NOM-022-SEMARNAT-2002 y la Ley General de Vida Silvestre	Se acatará al presente criterio ya que no se fomentará o practicará el uso de manglar.

Código	Criterio	Vinculación
CG-28	Los viveros deberán contar con el registro de la SEMARNAT y la anuencia de Sanidad Vegetal	No aplica, no se establecerán viveros en el sitio ya que el proyecto corresponde a la regularización en materia de impacto ambiental por las obras existentes.
CG-29	Se recomienda promover la introducción de variedades de coco resistente al amarillamiento letal	No se contempla la introducción de coco en el predio, sin embargo se conservarán los individuos ya existentes.
CG-30	El aprovechamiento de leña para uso doméstico deberá sujetarse a lo establecido en la NOM-012-SEMARNAT-1996	No aplica, no se usará leña en el predio del proyecto.
CG-31	No se permite el establecimiento de nuevos centros de población, mientras no exista un Programa de Desarrollo Urbano debidamente aprobado	No aplica, el proyecto no constituye un centro de población.
CG-32	El establecimiento de nuevos centros de población estará sujeto a manifestación de impacto ambiental, modalidad regional	No aplica, el proyecto no constituye un centro de población.
CG-33	Se recomienda la utilización de fertilizantes orgánicos biodegradables en áreas verdes, jardinadas y campos de cultivo	Este criterio será respetado, empleando en las áreas verdes únicamente sustancias orgánicas, biodegradables y/o provenientes del compostaje de jardinería.
CG-34	Las actividades recreativas especializadas que se realicen, deberán ser supervisadas por un guía certificado (ver glosario)	No aplica, no se realizarán actividades recreativas especializadas, el proyecto constituye una vivienda familiar, sin la oferta de actividades recreativas especializadas como son buceo, navegación, pesca entre otras.
CG-35	Deberá evitarse el uso de sustancias químicas que contengan compuestos organoclorados, carbamatos o metales pesados	Este criterio será respetado, en todo momento se dará prioridad al empleo de sustancias orgánicas y de baja persistencia y toxicidad.
CG-36	Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001	No se extraerán, capturarán ni comercializarán especies de flora y fauna de ningún tipo en el conjunto predial.

Código	Criterio	Vinculación
CG-37	El aprovechamiento de aguas subterráneas no deberá rebasar el 15% del volumen de recarga del acuífero y garantizará la no intrusión salina	No se contempla el aprovechamiento de aguas subterráneas.
CG-38	En los sitios arqueológicos, sólo se permitirá la desmontar la cobertura vegetal necesaria para la restauración, mantenimiento y uso del sitio	No hay presencia de vestigios arqueológicos en el sitio.
CG-39	En las zonas arqueológicas sólo se permite la construcción de obras, infraestructura o desarrollo avaladas por INAH	No aplica, no hay presencia de vestigios arqueológicos en el sitio.
CG-40	El uso (aplicación, control, almacenamiento) y desechos de compuestos, organofosforados, fosfatos o nitrogenados (pesticidas y fertilizantes), deberán apegarse a la normativa aplicable, y a las consideraciones de la Guía de Plaguicidas Autorizados de Uso Agrícola vigente, y demás lineamientos que señale la Comisión Intersectorial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICLOPLAFEST)	No se hará uso de estos compuestos, habiendo disponibles variables biodegradables y de baja persistencia actualmente en el mercado; además del uso obligado de la composta que se generará con los desechos orgánicos que se produzcan durante la puesta en marcha del proyecto.
CG-41	Sólo se permite la captura de mamíferos acuáticos para fines de reproducción e investigación previa autorización especial de la SEMARNAT	No se practicará y/o fomentará la captura de mamíferos acuáticos.
CG-42.-	Se prohíbe la desecación, dragado y relleno de humedales y cuerpos de agua	En ninguna etapa se requiere de la desecación, dragado y relleno de humedales por no haber presencia de estos ecosistemas en el sitio, ni de relleno y/o dragado de los cuerpos de agua, las actividades dentro de la laguna son exclusivamente orientadas a natación.

Código	Criterio	Vinculación
CG-43	Las aguas residuales tratadas que vayan a ser reutilizadas en servicios públicos deberá cumplir con las especificaciones de la NOM-003-SEMARNAT-1997	Las aguas residuales no se reutilizarán en servicios públicos, sin embargo serán tratadas por una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas con sistema BIOTAR y sistema de filtración posterior siendo posible utilizar el agua para riego superficial.
CG-44	Los desechos de las construcciones o demoliciones (envases, empaques, cemento, cal, pintura, aceites, bloques, losetas, herrería y cancelería), deberán de manejarse apropiadamente y disponerse en los sitios designados por la autoridad correspondiente	Todos los desechos generados durante la construcción del proyecto fueron reciclados y reusados en su mayoría, no obstante, se considera que, el menos de 2 % es completamente inutilizable y en este caso se acopió y trasladó al sitio de disposición final a cargo del H. Ayuntamiento de Bacalar.
CG-45	Los materiales calificados como no permanentes tales como la palma chit, madera para la construcción de muelles, etc., deberá provenir de UMA's, ejidos o fuentes con autorización de explotación vigente al momento de la compra	El criterio se considera de observancia ya que el proyecto corresponde a regularización en materia de impacto ambiental por lo que no se realizarán nuevas obras de construcción.
CG-46	Para las actividades de pesca tanto comercial como deportiva no se permite el uso de redes	No aplica, no se practicará pesca de ningún índole.
CG-47	En la construcción de instalaciones e infraestructura turística, urbana, de comunicaciones y de servicios, se deberá de considerar la erosión y la alta probabilidad de incidencia de fenómenos hidrometeorológicos para calcular la resistencia necesaria de la infraestructura, su programa de mantenimiento, las acciones de prevención y corrección necesarias ante dichos fenómenos, así como los programas de contingencia correspondientes	No aplica ya que el proyecto corresponde a una vivienda familiar, sin embargo, para la construcción se consideró la erosión y la alta probabilidad de incidencia de fenómenos hidrometeorológicos para calcular la resistencia necesaria de la infraestructura.
CG-48	Para la edificación de cualquier infraestructura se deberá de dar	Para la edificación de la infraestructura se dio preferencia a la utilización de materiales de la región.

Código	Criterio	Vinculación
	preferencia a la utilización de materiales de la región	
CG-49	La cimentación de las construcciones no debe interrumpir la circulación del agua subterránea	El presente documento es para la regularización de las construcciones que ya han sido sancionadas por la PROFEPA, sin que estas se encuentren afectando la circulación del agua subterránea.

A continuación, se presentan las políticas y criterios establecidos para la UGA Tu-7 (Cuadro III.2).

Cuadro III.2. Políticas y criterios establecidos para la UGA Tu-7

Nombre:	**Costa Bacalar Norte**	**Identificador:**	**Tu-7**
Política: Conservación			
Usos			
Predominante		**Compatibles**	
Turismo hotelero intensivo		Turismo Alternativo, Equipamiento	
Condicionados		**Incompatibles**	
Infraestructura		Acuacultura, Agricultura, Agroforestería, ANP, Apicultura, Aprovechamiento acuífero, Asentamiento humano, Caza, Centro de población, Corredor natural, Extracción pétrea, Forestal, Ganadería, Industria, Manejo de flora y fauna, Pesca, Silvicultura	
Criterios			
TA		Turismo alternativo	01, 02
Pe		Pesca	
Ma		Marinas	02, 03, 04
CG		Campos de Golf	02
Den		Densidades	01, 02, 03, 04, 09

Nombre:	**Costa Bacalar Norte**	**Identificador:**	**Tu-7**
BM		Bancos de Material	02, 04, 08
Man		Manglares	01, 04, 05, 06
Gan		Ganadería	02
Acu		Acuicultura	
ZFMT		ZoFeMaT	01, 02, 03, 04
Fa		Fauna	02, 03
MRS		Manejo de Residuos Sólidos	01, 04, 05, 06, 07, 08, 09
MRL		Manejo de Residuos Líquidos	01, 02, 03, 04, 05, 06
Agricultura			
Flo		Flora	02, 03, 05, 06, 07, 08, 09, 10, 11
Urb		Áreas Urbanas	01, 03
Ind		Industria	04, 05
CyC		Carreteras y Caminos	01, 02, 03, 04, 05, 06
IBS		Infraestructura Básica y de Servicios	01, 02, 03
Cons		Construcción	03, 04, 05, 06, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
AA		Aprovechamiento del Acuífero	01, 02, 05
CoCo		Control de la Contaminación	01, 03
ANP			

Nombre:	**Costa Bacalar Norte**	**Identificador:**	**Tu-7**
ZLC		Zona Litoral y Costera	01, 02, 03, 04
AN		Actividades Náuticas	03
Ecoex		Ecosistemas excepcionales	01

- Criterios específicos de aplicación diferencial de la Unidad de Gestión Ambiental Tu-7 donde se encuentra inmerso el proyecto "Aquí es Huaye".

Cuadro III.3. Vinculación del cumplimiento para cada uno de los criterios específicos de la UGA Tu-7 del POET de la Región de Laguna Bacalar en el desarrollo del proyecto "Aquí es Huaye"

UGA Tu-7		**CRITERIOS**	**VINCULACION**
Turismo alternativo			
TA	**01**	La superficie no ocupada por la infraestructura turística podrá ser empleada para actividades de turismo alternativo y observación de la naturaleza que no requieran la construcción de infraestructura.	El proyecto considera 82.77% de superficie no ocupada por las construcciones con árboles dispersos y espacios aptos para la observación de la naturaleza al aire libre
	02	Para llevar a cabo actividades recreativas, científicas o de turismo alternativo, deberá elaborarse un programa de manejo.	El proyecto "Aquí es Huaye" corresponde a una casa habitación que ofrecerá un espacio para la relajación y disfrute de la naturaleza de la familia de la promovente sin incluir actividades recreativas o de turismo alternativo que requieran de supervisión profesional y de un programa de manejo.
Marinas			

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
MA	02	La instalación de marinas sólo se permitirá en sitios donde el eje transversal de la laguna tenga una longitud mayor a 800m y sujeta a la autorización en materia de impacto ambiental.	No se ha contemplado la instalación de marinas para el proyecto
	03	La instalación de marinas estará sujeta a la autorización en materia de impacto ambiental. La Manifestación de Impacto Ambiental deberá incluir los estudios específicos sobre: Levantamientos de secciones de playa o costa, Levantamiento Batimétrico y Estudio de Caracterización de la Diversidad Biológica. Los desarrollos en unidades cuya costa sea marina deberán presentar además los estudios sobre: Transporte Litoral y Estudio de Mareas.	No se ha contemplado la instalación de marinas para el proyecto
	04	La instalación de marinas deberá garantizar la calidad del agua y el mantenimiento de los procesos de transporte litoral.	No se ha contemplado la instalación de marinas para el proyecto
Campos de Golf			
CG	02	Se prohíben los campos de golf.	No aplica, no se contemplan campos de golf en el proyecto
Densidades			
Den	01	El número total de cuartos que es posible construir en un predio, se obtiene al multiplicar la densidad (cuartos por hectárea) asignada a la unidad de gestión ambiental en donde se encuentra el predio por la superficie total del mismo (hectáreas).	El predio se encuentra inmerso en la UGA Tu-7 que permite una densidad de 18 cuarto/ha, y el presente proyecto cuenta con una casa habitación con cuatro cuartos construidos en total, siendo que es posible la construcción de 11.24 cuartos por lo que está

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
			por debajo de la cantidad permitida.
	02	La densidad no podrá transferirse entre UGA´s ni entre predios	El conjunto predial se encuentra en una sola UGA encontrando que está por debajo de la densidad permitida, por lo que cumple con éste criterio
	03	Se considera equivalente dos y medio cuartos de hotel con una vivienda residencial turística	El proyecto corresponde a una casa habitación unifamiliar con cocina, cuatro cuartos, cuatro baños, sala y comedor con un mirador en la planta alta, además de un anexo de 70 m^2 habilitado como cochera.
	04	La cuantificación del total de cuartos por predio incluye los cuartos hoteleros y las habitaciones del personal de servicio.	El predio se encuentra inmerso en la UGA Tu-7 que permite una densidad de 18 cuarto/h. El presente proyecto corresponde a una vivienda residencial turística con cuatro cuartos construidos, por lo que la promovente se apega al presente criterio respecto a la cuantificación del total de cuartos y no rebasa el número total de cuartos permitidos.
	09	Los desarrollos turísticos establecidos en ésta área no excederán una densidad de 18 cuartos por hectárea.	El proyecto no excede la cantidad de cuartos establecidos en las Unidad de Gestión Ambiental Tu-7 ya que corresponde a una vivienda residencial turística señalando el criterio Den-03 que se considera equivalente dos y medio cuartos de hotel con una vivienda residencial turística.

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
Bancos de Material			
BM	**02**	Se prohíbe la ubicación de bancos de extracción de material.	No se ubicarán bancos de material en el conjunto predial.
	04	No se permite la extracción de arenas y materiales calizos no consolidados.	El conjunto predial limita al sureste con la Zona Federal laguna de Bacalar, en la cual se prohibirá la extracción de material calizo no consolidado.
	08	No se permite el uso de bancos de extracción de material como rellenos sanitarios.	El criterio se considera de observancia ya que no corresponde a instalación de rellenos sanitarios.
Manglares			
Man	**01**	Los caminos que se construyan sobre manglares deberán de realizarse sobre pilotes, en concordancia con lo dispuesto en la NOM-022-SEMARNAT-2003.	No aplica, no se construirán caminos sobre manglares.
	04	Se permite el uso ecoturístico del manglar y los humedales para la contemplación de la naturaleza, paseos fotográficos y senderismo.	El suroeste del conjunto predial colinda con la Laguna de Bacalar donde se registraron tres individuos de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), por lo que, sabiendo que los manglares son hábitat de otras especies y atractivo visual, se permitirá la contemplación y toma de fotografías, prohibiendo la extracción de fauna acuática y daños al manglar.

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
	05	En ningún caso se permitirá la disposición de aguas tratadas en el manglar.	El predio no cuenta con manglar sino con tres individuos de mangle botoncillo, sin embargo, no se dispondrán las aguas tratadas en el cuerpo lagunar, sino para riego de áreas verdes, ya que cumplirá con la normativa mediante tratamiento con sistema BIOTAR y sistema de filtración posterior.
	06	Las obras de ingeniería que se realicen sobre humedales deberán contar con autorización en materia de impacto ambiental. La Manifestación de Impacto Ambiental deberá considerar las acciones para garantizar el flujo y reflujo de agua superficial y subterránea dentro y entre los ecosistemas, apegándose a la NOM-022-SEMARNAT-2003.	En la ejecución del proyecto no se contempla la realización de construcciones de obras de ingeniería en humedales ya que corresponde a la regularización de obras existentes en el conjunto predial.
Ganadería			
Gan	**02**	Se prohíbe la actividad ganadera en centros urbanos y turísticos	No aplica, el proyecto corresponde a la regularización de una casa habitación unifamiliar
ZOFEMAT			
ZFMT	**01**	El ancho de los accesos vehiculares a la zona costera deberá tener como máximo 20 m incluyendo el derecho de vía.	No se contemplan accesos vehiculares a la zona costera ya que el H. Municipio de Bacalar ha contemplado dichos accesos.
	02	En la realización de cualquier obra o actividad, deberá evitarse la obstrucción de los accesos actuales a la Zona Federal Marítimo Terrestre.	No se tiene contemplado realizar ninguna obra o actividad ya que el proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental por las obras ya existentes.

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
	03	En la Zona Federal Marítima Terrestre sólo se permite la construcción de estructuras temporales, como palapas de madera o asoleaderos.	El proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental por las obras existentes en el predio y ZOFEMAT por lo que no se construirán nuevas obras en la zona federal marítimo terrestre.
	04	Todo proyecto de desarrollo en la zona costera, deberá contar con accesos públicos a la zona federal marítimo terrestre.	El presente proyecto consiste a una casa habitación no correspondiendo a la promovente los accesos públicos hacia la ZOFEMAT.
Fauna			
Fa	**02**	Las actividades que se realicen deberán poner énfasis en causar el menor impacto posible a poblaciones de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.	Las construcciones existentes en el conjunto predial fue realizado sin previa autorización, razón por la cual ha sido sancionado por la PROFEPA, sin embargo, se prohibirá la captura de fauna y afectación de la flora existente promoviendo su cuidado y protección durante la ejecución del proyecto.
	03	Los desarrollos turísticos y habitacionales deberán garantizar la permanencia del hábitat y las poblaciones de cocodrilos (*Crocodilus morelleti y Crocodilus acutus).*	Debido al uso del suelo de la UGA TU-7 que tiene Política de Conservación y uso predominante Turismo Hotelero Intensivo, no se observan poblaciones de cocodrilos cercanas al predio, sin embargo, se garantiza que en el predio no se realizarán obras de ninguna índole que pueda dañar el hábitat de dichas especies.
Manejo de residuos Solidos			

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
MRS	01	Los asentamientos humanos y desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos.	El proyecto no consiste en asentamientos humanos ni desarrollos turísticos, sin embargo, se colocarán depósitos para colecta de basura con la inscripción de orgánica e inorgánica para su separación. La basura orgánica será utilizada para composta y la inorgánica debido a que no se cuenta con servicios municipales que recoja la basura, esta se trasladará al sitio de disposición final dispuesto por el H. Municipio de Bacalar.
	04	Los asentamientos humanos deberán contar con infraestructura para el acopio y manejo de desechos sólidos	El proyecto no corresponde a un asentamiento humano, sin embargo, se colocarán depósitos para la basura con la inscripción de orgánica e inorgánica para su separación. La basura orgánica será utilizada para composta y la inorgánica debido a que no se cuenta con servicios municipales que recoja la basura, se trasladará al sitio de disposición final dispuesto por el H. Municipio de Bacalar
	05	Se deberá contar con áreas acondicionadas para almacenar temporalmente la basura inorgánica, para posteriormente trasladarla al sitio de disposición final.	Se colocarán depósitos para la basura con la inscripción de orgánica e inorgánica para su separación. La basura inorgánica debido a que no se cuenta con servicios municipales que recoja la basura, se trasladará al sitio de disposición final dispuesto

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
			por el H. Municipio de Bacalar.
	06	Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de colección de desechos sanitarios y sólidos para su posterior disposición en áreas autorizadas por el Municipio.	El proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental por las obras existentes en el predio por lo que no se construirán nuevas obras siendo innecesaria la instalación de campamentos.
	07	Se prohíbe la ubicación de rellenos sanitarios. En su lugar se promoverá la utilización de tecnologías alternativas para el manejo y disposición de la basura.	El criterio se considera de observancia ya que el proyecto no consiste en la ubicación de rellenos sanitarios sino en la regularización en materia de impacto ambiental por las obras existentes.
	08	El manejo de los residuos biológico infecciosos se sujetará a lo dispuesto en la NOM-SEMARNAT-SSA1-2002	No aplica, el proyecto no consiste en el manejo de residuos biológico infecciosos sino en la regularización en materia de impacto ambiental por las obras existentes.
	09	No se permite la quema de desechos vegetales producto del desmonte.	El conjunto predial ha sido sancionado por la PROFEPA en materia de impacto ambiental por las obras realizadas sin previa autorización por lo que la presente corresponde a la regularización del conjunto predial en materia de impacto ambiental, por lo que no se realizarán nuevas obras. El producto del mantenimiento de jardinería será aprovechado para elaborar composta para las áreas de jardinería y de conservación.

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
Líquidos			
MRL	**01**	La construcción de obras e infraestructura para el drenaje pluvial deberá contemplar el máximo histórico de tormentas para la zona.	El conjunto predial ha sido sancionado por la PROFEPA en materia de impacto ambiental por las obras realizadas sin previa autorización por lo que la presente corresponde a la regularización del conjunto predial en materia de impacto ambiental, por lo que no se realizarán nuevas obras.
	02	Toda obra urbana, suburbana y turística deberá contar con drenaje pluvial y sanitario separados.	En el sitio del proyecto no se requiere de obras de drenaje pluvial. Las aguas residuales se tratarán mediante el sistema BIOTAR
	03	Las plantas de tratamiento de aguas servidas deberán contar con un sistema que considere la estabilización, desinfección y disposición final de lodos de acuerdo con las disposiciones de la NOM-004-SEMARNAT-2002.	Se contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales tipo BIOTAR el cual es de auto-limpieza por lo que no se generan lodos.
	04	Se prohíbe la descarga de drenaje sanitario y desechos sólidos sin tratamiento en los cuerpos de aguas y zonas inundables.	Se contará con un sistema de tratamiento de aguas residuales doméstica y aplicación de sulfato de cobre quelatado especialmente diseñado para el tratamiento de aguas con características bacteriostáticas y alguicidas, por lo que en ningún momento se realizarán descargas de drenaje sanitario y desechos sólidos sin tratamiento en los cuerpos de aguas.

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
	05	Queda prohibida la construcción de pozos de absorción para el drenaje doméstico como sistema único de tratamiento.	No se construirán pozos de absorción, la casa habitación contará con sistema BIOTAR y sistema de filtración posterior por lo que las aguas tratadas podrán utilizarse para riego superficial.
	06	Los desechos sólidos, el agua de sentinas y de los sistemas sanitarios de las embarcaciones sólo se dispondrán en muelles y marinas, mismos que contarán con el equipamiento de recepción, para su traslado a los sitios de tratamiento y disposición final.	El proyecto no contempla el uso de embarcaciones ni la recepción de residuos de las mismas.
Flora			
Flo	**02**	Se deberá establecer por lo menos un vivero previo a la etapa de construcción o desarrollo del proyecto para el acopio, rescate y reproducción de la vegetación nativa, misma que será utilizado en reforestación, áreas ajardinadas y en su caso restauración	Las construcciones del conjunto predial ya han sido sancionadas por la PROFEPA, no se requirió del establecimiento de vivero sin embargo, se conservaron las especies de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y árboles de uva de mar que se encontraban a orillas de la laguna, así como especies tropicales a lo largo del proyecto, para las etapas de operación y mantenimiento se prohibirá introducción de especies exóticas e invasoras.
	03	Las áreas donde se mantenga la vegetación nativa dentro de los predios que sean empleados para la creación de desarrollos turísticos, estarán sujetas a conservación, mantenimiento y en su caso	El predio ya fue perturbado, por lo cual la PROFEPA, ya impuso una multa monetaria de $135,882.00, sin embargo, se conservaron tres individuos de Mangle

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
		restauración, las que serán responsabilidad de los promoventes del desarrollo.	botoncillo (*Conocarpus erectus*) y árboles de Uva de mar a la orilla de la laguna, así como especies tropicales a lo largo del proyecto correspondiente a ejemplares aislados de Kanisté (*Pouteria Campachiana*), Jabín (*Psidia Pscipula*), Chacá rojo (*Bursera Simaruba*), Tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), Akitz (*Thevetia gaumeri*) y Guano (*Sabal yapa*) principalmente. Haciendo mención que el 60 % del conjunto predial será destinado a conservación.
	05	El aprovechamiento de las hojas de las palmas *Thrinax radiata* (chit), *Pseudophoenix sargentii* (palma kuka), *Coccotrinax readii* (nakas), *Chamaedorea seifrizii* (xiat), *Beaucarnea ameliae* (despeinada) y demás plantas silvestres sólo se permitirá en las unidades de conservación, manejo y aprovechamiento de la vida silvestre (UMAS), autorizadas por la SEMARNAT.	No se llevarán a cabo actividades de aprovechamiento de hojas de palmas ni plantas silvestres en el conjunto predial.
	06	La decisión de la forma y tipo de reforestación en las áreas de conservación y protección, después de fenómenos naturales como fuego o ciclones y los antropogénicos, quedará a cargo de la SEMARNAT.	El criterio se considera de observancia ya que es competencia de la SEMARNAT.
	07	Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre las colindancias de los predios para asegurar la permanencia y continuidad de las comunidades y poblaciones naturales y endémicas del área, así como la posibilidad de	Al respecto se explica que atendiendo al Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Laguna de Bacalar para la UGA TU-7 en el criterio de construcción numeral 04 donde establece que todo desarrollo deberá

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
		movilización de la fauna silvestre. Esta vegetación deberá estar distribuida en una retícula en todo el predio.	conservar el 60 % de la superficie total del terreno en estado natural, de acuerdo a esto, el predio del proyecto cuenta con una superficie total de 6,247.49 m^2 el cual fue modificado y sancionado por la PROFEPA, sin embargo, conserva vegetación dispersa en el 82.77% del conjunto predial.
	08	Previo al desmonte para la construcción de obras de ingeniería, se deberá llevar a cabo el rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados. Una vez terminadas las obras, se deberán reforestar aquellas áreas afectadas por el proceso de construcción, (derechos de vías, caminos laterales, etc.), usando únicamente especies nativas, por lo que queda prohibido, para esta actividad, el uso del pino de mar (*Casuarina equisetifolia*), framboyán (*Delonix regia*), tulipán africano (*Spathodea campanulata*) y almendro (*Terminalia cattapa*).	El conjunto predial ha sido sancionado por la PROFEPA en materia de impacto ambiental por las obras realizadas sin previa autorización por lo que la presente corresponde a la regularización del conjunto predial en materia de impacto ambiental, por lo que no se realizarán nuevas obras. Se llevarán a cabo actividades de reforestación en el 60 % del predio usando únicamente especies nativas, por lo que quedará prohibido el uso del pino de mar (*Casuarina equisetifolia*), framboyán (*Delonix regia*), tulipán africano (*Spathodea campanulata*) y almendro (*Terminalia cattapa*).
	09	El trazo de las nuevas vialidades deberá respetar los árboles de al menos 30 cm de diámetro en concordancia con la evaluación de impacto ambiental correspondiente.	No aplica, el proyecto no contempla trazar nuevas vialidades.
	10	Se promoverá la erradicación de las plantas exóticas perjudiciales a la flora nativa, particularmente el pino	Se erradicará toda especie de planta exótica que perjudique a la flora nativa

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
		de mar (*Casuarina equisetifolia*), framboyán (*Delonix regia*), tulipán africano (*Spathodea campanulata*) y almendro (*Terminalia cattapa*). Se restablecerá la flora nativa.	en caso de ser encontrada en el conjunto predial.
	11	Exclusivamente para áreas verdes jardinadas se permite el uso de especies exóticas cuya capacidad de propagación natural esté suprimida.(consultar lista en anexos)	No se introducirán especies exóticas perjudiciales en áreas verdes ajardinadas del conjunto predial, se respetará este criterio priorizando el uso de especies nativas en las áreas ajardinadas.
Áreas Urbanas			
Urb	**01**	Podrán establecerse estaciones de servicios relacionados con hidrocarburos (gasolineras), debiendo cumplir con la Reglamentación de Franquicias Tres Estrellas establecida por Petróleos Mexicanos (PEMEX).	El proyecto no corresponde al establecimiento de servicios relacionados con hidrocarburos.
	03	En áreas ajardinadas públicas y privadas se emplearán plantas nativas, el uso de especies exóticas se restringirá a aquellas cuya capacidad de propagación natural esté suprimida. (Ver listado anexo "Especies Exóticas")	No se introducirán especies exóticas perjudiciales en áreas verdes ajardinadas del conjunto predial, se respetará este criterio priorizando el uso de especies nativas en las áreas ajardinadas.
Industria			
Ind	**04**	No se permitirá la instalación de industrias cementeras, bloqueras o similares.	El proyecto no contempla la instalación de industrias cementeras, bloqueras o similares.
	05	No se permiten las instalaciones de infraestructura de la industria petroquímica, así como los depósitos de combustibles.	El proyecto no contempla las instalaciones de infraestructura de la industria petroquímica o depósitos de combustibles.

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
Carreteras y Caminos			
CyC	**01**	Los caminos que se realicen sobre zonas inundables deberán construirse de tal forma que garanticen los flujos hidrodinámicos así como la integridad de los corredores biológicos.	En el conjunto predial no se contempla realizar caminos adicionales a los ya existentes, el predio no corresponde a una zona inundable por lo que el criterio es de observancia.
	02	En las vialidades que atraviesan zonas de conservación o protección, deben existir reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna.	El conjunto predial no cuenta con vialidades que atraviesen una zona de conservación o protección por lo que el criterio es de observancia.
	03	En la construcción o rehabilitación de caminos costeros deberán utilizarse materiales que permitan la filtración de agua al subsuelo.	El criterio es de observancia ya que no es competencia de la promovente.
	04	Los caminos de acceso al cuerpo de agua deberán ser evaluados y aprobados a partir de la correspondiente Manifestación de Impacto Ambiental.	El proyecto incluye una escalinata de mampostería que da acceso al cuerpo lagunar, obra sancionada por la PROFEPA. En lo subsecuente no se plantean caminos adicionales.
	05	En las orillas de caminos rurales, más allá del derecho de vía, no se permite el derribe de árboles y arbustos.	No se ha considerado derribar árboles y arbustos en orilla de camino.
	06	Los taludes y bordes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.	El conjunto predial no cuenta con taludes y bordes a estabilizar.
Infraestructura Básica y de Servicios			
IBS	**01**	Las subestaciones eléctricas deberán situarse fuera de los asentamientos humanos y observar las normas establecidas por la Comisión Federal de Electricidad	El criterio es de observancia ya que no es competencia de la promovente.

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
	02	Las instalaciones de depósitos de combustibles se ubicarán por lo menos a 5 km de los límites máximos de crecimiento de los asentamientos habitacionales.	El proyecto no contempla la instalación de depósitos de combustibles por lo que el criterio no aplica.
	03	Se permite la instalación de infraestructura básica y de servicios, previa autorización en materia de impacto ambiental.	El presente documento corresponde a la regularización del conjunto predial sancionado por la PROFEPA debido a que cuenta con construcciones, ubicado en una zona costera de Bacalar.
Construcción			
Cons	**03**	Se permite la construcción de vivienda residencial turística.	El presente documento corresponde a la regularización del conjunto predial sancionado por la PROFEPA en materia de impacto ambiental por construcción de obras correspondientes a una vivienda residencial.
	04	Todo desarrollo deberá conservar el 60% de la superficie total del terreno en estado natural.	Se destinará el 60 % de la superficie del conjunto predial como área de conservación donde se realizarán actividades de reforestación con vegetación nativa.
	05	Cualquier abandono de actividad deberá presentar al menos con tres meses de anticipación, un programa de restauración de sitio.	No se contempla el abandono del sitio llevando a cabo actividades de mantenimiento ya que la promovente y su esposo la habitarán.
	06	En los proyectos de desarrollo deberá dejarse una franja mínima de 20 m de amortiguamiento con vegetación sin desmontar alrededor de los ecosistemas excepcionales.	El proyecto corresponde a la regularización de una casa habitación unifamiliar que ya ha sido sancionada por la PROFEPA registrándose

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
		Se consideran como ecosistemas excepcionales: manglares, selva bien y medianamente conservada, playas, duna, cenotes, cavernas, rejolladas, etc. (articulado de LGEEPA).	tres individuos de mangle en el cuerpo lagunar y árboles dispersos en el predio así como del estrato herbáceo, no siendo considerado un ecosistema excepcional por el grado de impacto del mismo.
	08	En áreas sujetas a inundaciones, la infraestructura deberá construirse sobre pilotes, garantizando el flujo laminar del agua.	El proyecto no está ubicado en zona de inundación por lo que el criterio es de observancia.
	09	Para toda obra que se realice deberán tomarse las medidas preventivas o correctivas necesarias para el manejo y la disposición de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación de sitio, construcción y operación.	El presente documento corresponde a la regularización del conjunto predial sancionado por la PROFEPA en materia de impacto ambiental por construcción de obras no considerando nuevas obras, más que instalaciones eléctricas y sanitarias, por lo que no son aplicables las etapas de preparación y construcción, sin embargo, en caso de requerirse el uso de maquinarias en la etapa de operación y mantenimiento se tomarán las medidas preventivas o correctivas necesarias para el manejo y la disposición de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido.
	10	Al finalizar la obra deberá removerse el campamento y sus componentes	El proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental por las obras existentes en el conjunto predial por lo que no se construirán nuevas

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
			obras siendo innecesaria la instalación de campamentos.
	11	El almacenamiento y manejo de materiales de construcción deberá evitar la dispersión de polvos fugitivos.	El proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental por las obras existentes en el conjunto predial por lo que no se construirán nuevas obras siendo innecesario el almacenamiento y manejo de materiales de construcción.
	12	Los campamentos de construcción deberán contabilizarse en la superficie total de desplante del proyecto, ubicados preferentemente en áreas perturbadas como potreros y acahuales jóvenes, nunca sobre humedales o zona federal marítimo terrestre.	El proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental por las obras existentes en el conjunto predial por lo que no se construirán nuevas obras siendo innecesaria la instalación de campamentos.
	13	Las edificaciones en las zonas costeras no deberán rebasar los 20 metros de altura desde el nivel de terreno natural. Se exceptúan de este criterio los faros.	El proyecto se ajusta al criterio con edificaciones con alturas menores a los 20 metros.
	14	Los proyectos sólo podrán desmontar las áreas destinadas a la construcción y vías de acceso en forma gradual de conformidad al avance del mismo.	El proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental por las obras existentes en el conjunto predial por lo que no se construirán nuevas obras.
	15	Las edificaciones en las zonas no costeras que excedan las 2 plantas o los 10 metros de altura, deberán sustentarse en estudios específicos de características físicas del suelo y el potencial de disolución cárstica.	El proyecto "Aquí es Huaye" se encuentra ubicado en la zona costera de Bacalar. La casa habitación es de un nivel y cuenta con un mirador en la planta alta por lo que excede las 2 plantas ni los 10 m de altura por lo

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
			que el criterio es de observancia.
	16	Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales.	No se obstruyeron escurrimientos pluviales con la implementación del proyecto pues las características del predio permiten el escurrimiento en cualquier área.
Aprovechamiento Acuífero			
AA	**01**	Se prohíbe la extracción de agua de cenotes y afloramientos de caudales subterráneos	No aplica, en el sitio no hay presencia de cenotes ni afloramientos subterráneos, el abastecimiento de agua será a través de la C.A.P.A., y para consumo se adquirirá agua embotellada.
	02	Para el aprovechamiento extractivo de los acuíferos se deberán presentar los estudios relacionados con la demanda, abasto, calidad de agua y el impacto ambiental causado por la explotación.	El proyecto no contempla el aprovechamiento extractivo de acuíferos por lo que el criterio se considera de observancia.
	05	No se permite captación de agua subterránea para la transferencia de esta unidad a otra.	El proyecto no contempla la captación de agua subterránea por lo que el criterio se considera de observancia.
Control de Contaminación			
CoCo	**01**	Se deberá captar y recuperar los aceites, grasas, combustibles y otro tipo de hidrocarburos vertidos en el agua para su reciclamiento o disposición final.	En ninguna etapa se verterá voluntaria o accidentalmente sustancias de ningún tipo al cuerpo lagunar ya que se tomarán las medidas preventivas necesarias cómo se presenta en el capítulo VI del presente documento.

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
	03	Sólo se permite el uso de bronceadores y bloqueadores solares de tipo biodegradable.	Se respetará estrictamente este criterio siendo parte de las medidas de prevención y mitigación de los impactos.
Zona Litoral y Costera			
ZLC	**01**	Las acciones tendientes a establecer medidas para el control de la erosión en la zona costera estarán sujetas a autorización en materia de impacto ambiental.	El proyecto no consiste en establecer medidas para el control de la erosión en la zona costera por lo que se considera de observancia.
	02	No se permiten los dragados, espigones, la apertura de canales o cualquier obra o acción que modifique el contorno del litoral.	El proyecto no contempla dragados, espigones, la apertura de canales o cualquier obra o acción que modifique el contorno del litoral por lo que el criterio se considera de observancia.
	03	Se permite la construcción de muelles ó atracaderos, piloteados o flotantes, solamente con materiales temporales y autorizados por la SEMARNAT y SCT. La Manifestación de Impacto Ambiental deberá incluir los estudios específicos sobre: Levantamientos de secciones de playa o costa, Levantamiento Batimétrico y Estudio de Caracterización de la Diversidad Biológica. Los desarrollos en unidades cuya costa sea marina deberán presentar además los estudios sobre: Transporte Litoral y Estudio de Mareas.	No aplica, el proyecto no contempla construcción de muelles o atracaderos.
	04	No se permitirá la remoción de la vegetación acuática de lagunas, ríos y zona federal marítima terrestre.	Se respetara la vegetación acuática presente en el lecho lagunar.
Actividades Náuticas			

UGA Tu-7		CRITERIOS	VINCULACION
AN	**03**	Para todas las actividades náuticas, los promotores deberán elaborar reglamentos de operación que minimicen los impactos ambientales. Dichos reglamentos serán sancionados por la SEDUMA.	El criterio no aplica ya que el proyecto no contempla actividades naúticas.
Ecosistemas excepcionales			
Ecoex	**01**	Queda prohibida la construcción de infraestructura en ecosistemas vulnerables o de alto valor escénico, cultural o histórico que se localicen en las áreas destinadas al desarrollo turístico y urbano.	En el sitio del proyecto no se cuenta con ecosistemas vulnerables o de alto valor escénico como pudiera ser los cenotes, humedales, manglares y/o estromatolitos, por lo que no se contrapone este criterio. De igual manera, en el POET se define infraestructura como un "Conjunto de obras mayores de ingeniería y fuentes de energía que dan soporte a la movilidad y funcionamiento de las actividades productivas, haciendo posible el uso del suelo, la accesibilidad, el transporte, el saneamiento, el encauzamiento y distribución de agua y energía, las comunicaciones telefónicas, etc, fuera de asentamientos humanos." Por lo tanto, la construcción de una casa-habitación no puede considerarse dentro de este criterio.

De esta manera se da cumplimiento a los criterios establecidos en el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Laguna Bacalar, en el cual se encuentra inmerso el Proyecto "Aquí es Huaye".

El predio se encuentra inmerso en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) y en el área de influencia del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, por lo que se presenta su vinculación con dichos ordenamientos.

III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

En el año 2012 a través del DOF, se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), en México, con el propósito de regular los usos de suelo delimitándoles por regiones ecológicas y unidades ambientales para cada zona de importancia a nivel nacional.

El área donde se encuentra ubicado el proyecto está dentro de la Región Ecológica 17.33 compuesta por la Unidad Ambiental Biofísica 62 Karst de Yucatán y Quintana Roo con Política Ambiental Restauración, Protección y Aprovechamiento Sustentable. Los Rectores del desarrollo son la Preservación de Flora y Fauna – Turismo (Figura III.3 y Figura III.4).

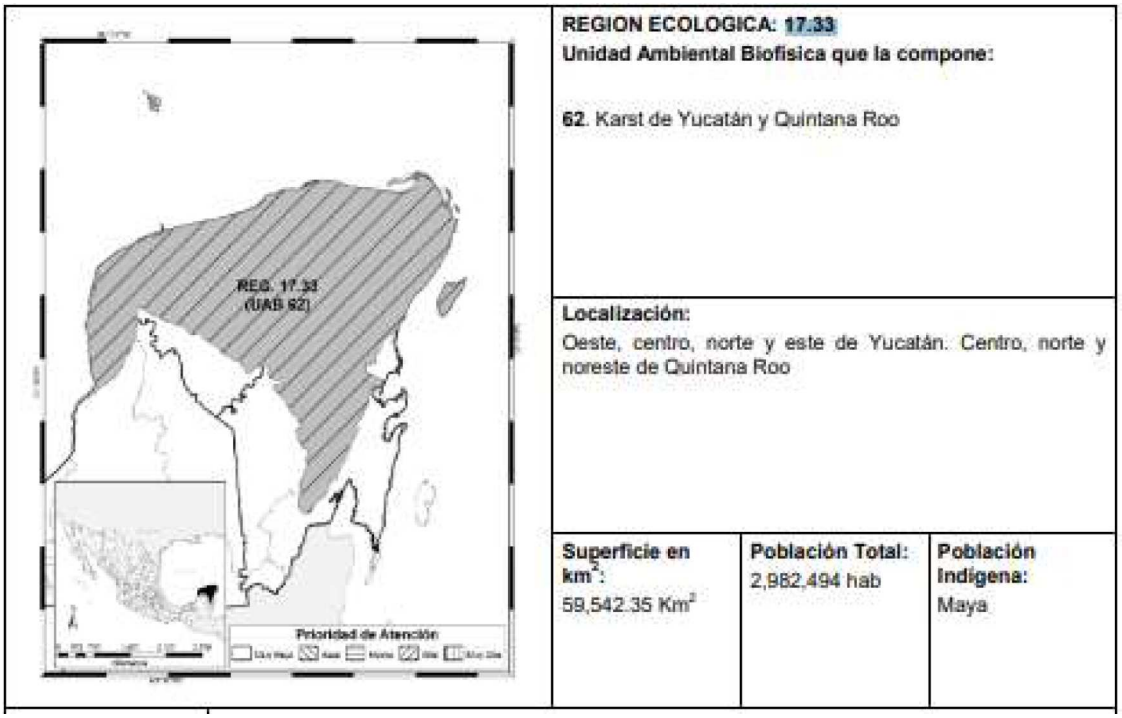


Figura III.3. Ficha técnica de la región ecológica 17.33 del programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

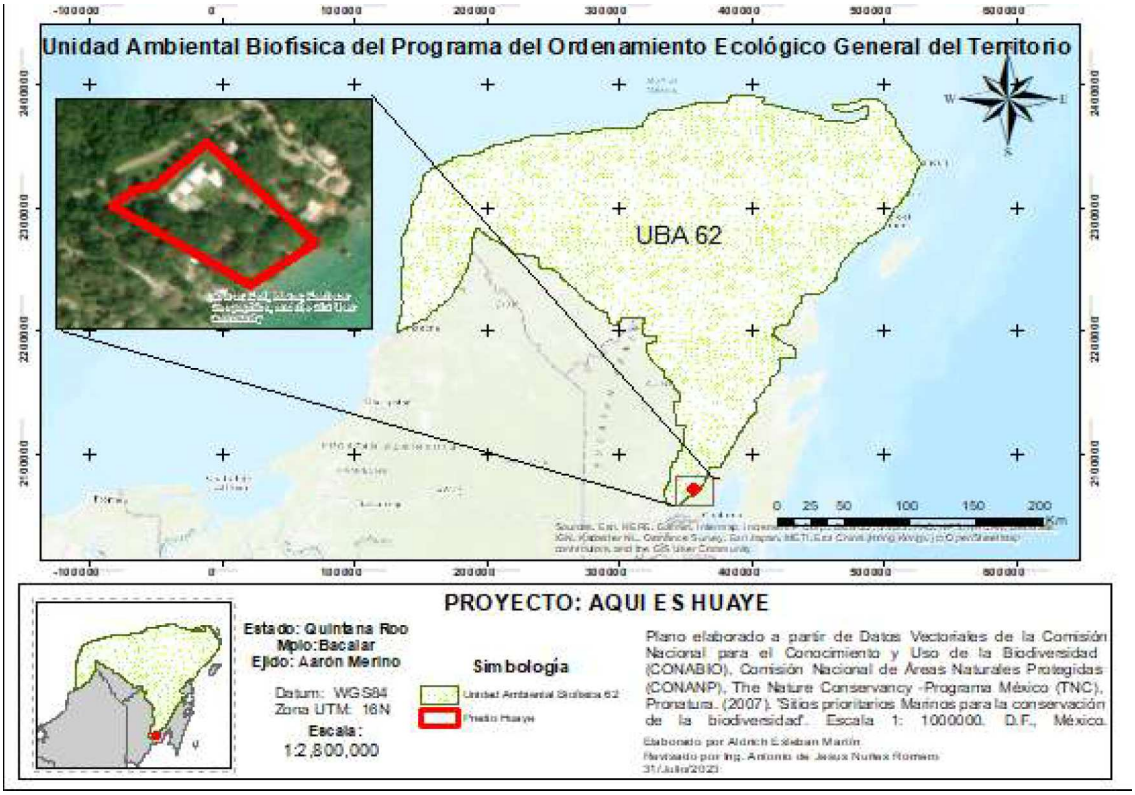


Figura III. 4. Ubicación del proyecto dentro de la Unidad Ambiental Biofísica del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

Cuadro III.4. Estrategias de la UAB 62 dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio

Estrategias ecológicas	Vinculación con el proyecto
1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	La ejecución del proyecto fue realizado de manera progresiva, dañando lo menos posible al ecosistema que lo rodea.
2. Recuperación de especies en riesgo.	No aplica, el proyecto corresponde a la regularización del conjunto predial ya que fue sancionado en materia de impacto ambiental por las obras existentes sin previa autorización.
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	No aplica, el proyecto corresponde a la regularización del conjunto predial ya que fue sancionado en materia de impacto ambiental por las obras existentes sin previa autorización.
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No aplica, en el proyecto no se realizará aprovechamiento del ecosistema, especies, genes o recursos naturales.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No aplica, en el proyecto no se pretende llevar a cabo actividades agropecuarias.
6. Modernizar la infraestructura hidro-agrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No aplica, el proyecto no corresponde a actividades agrícolas que requieran de infraestructura hidro-agrícola.
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No se realizará aprovechamiento de recursos forestales.

8. Valoración de los servicios ambientales.	Se destinará el 60 % de la superficie del conjunto predial como área de conservación lo que permitirá la continuación de los servicios ambientales que ofrece el conjunto predial.
9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	No aplica, el proyecto no corresponde a la explotación de acuíferos y el criterio no es competencia del promovente.
10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	No aplica, el criterio no es competencia del promovente.
11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	No aplica, el criterio no es competencia del promovente.
12. Protección de los ecosistemas.	El el criterio no es competencia del promovente, sin embargo, las obras se realizaron de manera gradual para que el impacto al ecosistema sea el menor posible.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No será necesario el uso de agroquímicos y en caso de ser necesarios se usarán biofertilizantes para las áreas verdes.
14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No aplica, el criterio no es competencia del promovente.
21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No aplica, ya que el criterio no es de competencia del promovente
22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	No aplica, ya que el criterio no es de competencia del promovente
23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) –beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	No aplica, ya que el criterio no es de competencia del promovente.
31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	No aplica, el criterio no es competencia del promovente.
32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	No aplica, el criterio no es competencia del promovente.
36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No aplica, el criterio no es competencia del promovente.

37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No aplica, el criterio no es de competencia del promovente,
38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	No aplica, el criterio no es competencia del promovente.
39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	No aplica, el criterio no es competencia del promovente.
40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	No aplica, el criterio no es competencia del promovente.
42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No aplica, el criterio no es de competencia del promovente.
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.	No aplica, el criterio no es de competencia para el promovente.
44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	No aplica, el criterio no es de competencia del promovente.

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyR), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre del 2012 es un instrumento de política ambiental cuyo objetivo **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 el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del

análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Por lo cual, dicho programa identifica, orienta y enlaza las políticas, programas, proyectos y acciones de la administración pública que contribuyan a lograr las metas regionales que en él se plantean y optimizar el uso de los recursos públicos de acuerdo con la aptitud del territorio. Además, con base en las facultades de las autoridades emisoras del POEMyR, dicho programa no regulará el uso de suelo del Área Sujeta a Ordenamiento (ASO), ya que ni la Federación ni los Estados involucrados tienen competencia para ello; dicha competencia es exclusiva de los gobiernos municipales, con base en el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. En consecuencia, por lo que respecta al área territorial (regional) del ordenamiento en cuestión, el mismo no debiera contraponerse a lo que disponen los ordenamientos locales que existan en el ASO, en cuanto al uso de suelo, ni en cuanto al resto de sus contenidos, ya que regulan dos niveles distintos en cuanto a escalas y materias.

El POEMyR consideró la división del ASO en 203 Unidades de Gestión Ambiental, clasificadas en marinas, terrestres y Áreas Naturales Protegidas (ANP´s). El área de donde se pretende desarrollar el proyecto de interés forma parte de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) Regional 152 denominada "Bacalar". Este tipo de UGA costera ubicada en el municipio de Othón P. Blanco, que abarca una superficie de 188,805.909 ha y que cuenta con puerto pesquero; Pertenece a la subregión Zona Costera Inmediata Mar Caribe.

Tipo de UGA	Regional
Nombre:	Bacalar
Municipio:	Othón P. Blanco
Estado:	Quintana Roo
Población:	165,595 Habitantes
Superficie:	188,805.909 Ha.
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe
Islas:	
Puerto Turístico	
Puerto Comercial	
Puerto Pesquero	Presente
Nota:	

Mapa

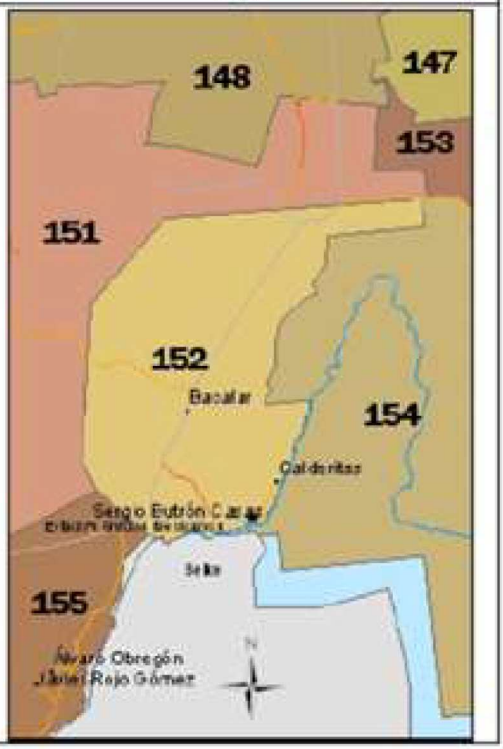


Figura III.5. UGA Regional #152 "Bacalar" donde se encuentra inmerso el conjunto predial del Proyecto.

De acuerdo a lo anterior, al área de interés le aplican 65 Acciones y Criterios Generales y 62 Acciones y Criterios Específicos.

Cuadro III.5. Acciones específicas correspondientes a la UGA 152 del POEMyR.

Acciones Específicas							
Acción	**Aplicación**	**Acción**	**Aplicación**	**Acción**	**Aplicación**	**Acción**	**Aplicación**
A-001	**APLICA**	A-027	**APLICA**	A-053	**APLICA**	A-079	NA
A-002	**APLICA**	A-028	**APLICA**	A-054	**APLICA**	A-080	NA
A-003	**APLICA**	A-029	**APLICA**	A-055	**APLICA**	A-081	NA
A-004	NA	A-030	**APLICA**	A-056	**APLICA**	A-082	NA
A-005	**APLICA**	A-031	**APLICA**	A-057	**APLICA**	A-083	NA
A-006	**APLICA**	A-032	**APLICA**	A-058	**APLICA**	A-084	NA
A-007	**APLICA**	A-033	**APLICA**	A-059	**APLICA**	A-085	NA
A-008	NA	A-034	NA	A-060	**APLICA**	A-086	NA
A-009	NA	A-035	NA	A-061	**APLICA**	A-087	NA
A-010	NA	A-036	NA	A-062	**APLICA**	A-088	NA
A-011	**APLICA**	A-037	**APLICA**	A-063	**APLICA**	A-089	NA

A-012	**APLICA**	A-038	**APLICA**	A-064	**APLICA**	A-090	NA
A-013	**APLICA**	A-039	**APLICA**	A-065	**APLICA**	A-091	NA
A-014	**APLICA**	A-040	**APLICA**	A-066	**APLICA**	A-092	NA
A-015	**APLICA**	A-041	NA	A-067	**APLICA**	A-093	NA
A-016	**APLICA**	A-042	NA	A-068	**APLICA**	A-094	NA
A-017	**APLICA**	A-043	**APLICA**	A-069	**APLICA**	A-095	NA
A-018	**APLICA**	A-044	**APLICA**	A-070	**APLICA**	A-096	NA
A-019	**APLICA**	A-045	**APLICA**	A-071	**APLICA**	A-097	NA
A-020	**APLICA**	A-046	**APLICA**	A-072	**APLICA**	A-098	NA
A-021	**APLICA**	A-047	NA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	NA	A-048	**APLICA**	A-074	**APLICA**	A-100	NA
A-023	**APLICA**	A-049	**APLICA**	A-075	NA		
A-024	**APLICA**	A-050	**APLICA**	A-076	NA		
A-025	**APLICA**	A-051	**APLICA**	A-077	NA		
A-026	**APLICA**	A-052	**APLICA**	A-078	NA		

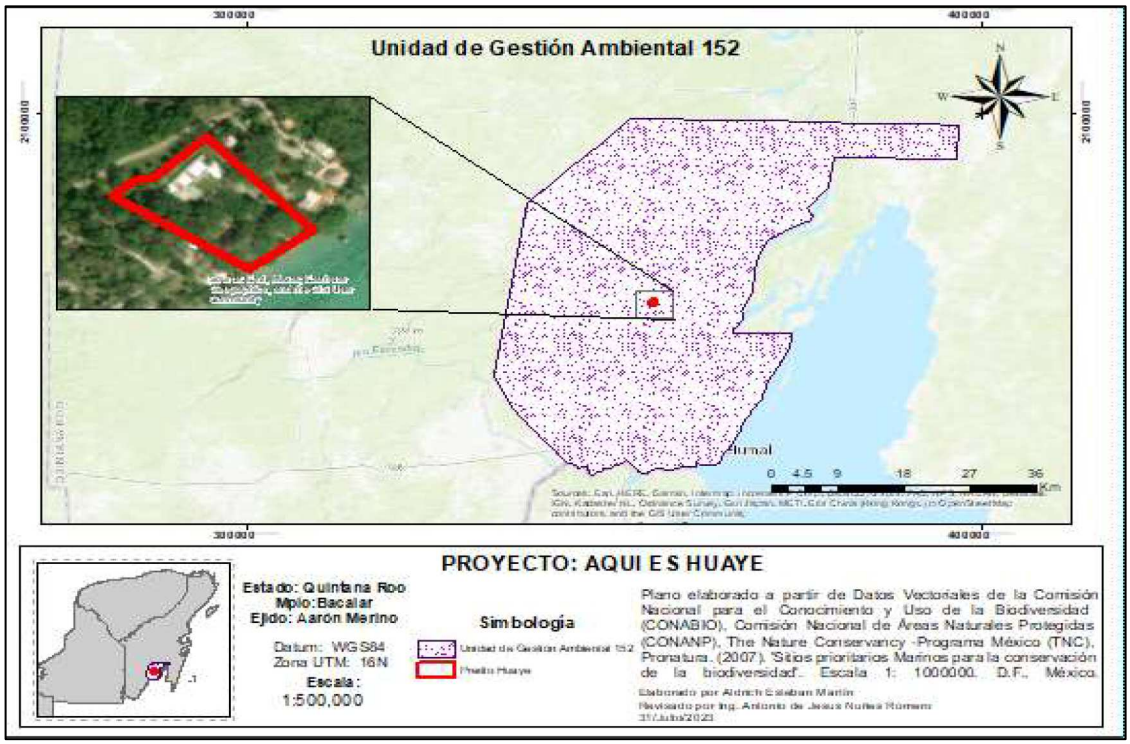


Figura III.6. Unidad de Gestión Ambiental 152 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Se advierte que para ambas clases de criterios y acciones (específicos y generales), los responsables para su instrumentación y seguimiento en el programa, son los indicados en el Anexo 6 del mismo, es decir, las autoridades estatales, municipales o dependencias y/o

entidad de la Administración Pública Federal en el rubro de sus respectivas competencias, tales como: SEMARNAT, SADER, SEP, BIENESTAR, SECTUR, CONAGUA, CFE, SEMAR, SCT, PEMEX, SENER, INAPESCA, SE, CDI, SEGOB, INAH, SSA, CONANP, Municipios y Estados.

En relación a lo anterior, es importante mencionar que este instrumento normativo **establece que sólo se da a conocer la parte Regional del programa**, **ya que su regulación es competencia de los Estados.** Es así, que sólo regula las **Unidades de Gestión Ambiental de carácter marino**. En este sentido, este ordenamiento ecológico sólo se considera de observancia.

Sin embargo, es de mencionar que las actividades de construcción realizadas, no transgrede, ni compromete la aplicación de dichas acciones y criterios.

III.3 Planes o Programas de Desarrollo Urbano Municipales (PDU)

El proyecto se encuentra en el Ejido Aarón Merino Fernández del Municipio de Bacalar, para el cual no se ha publicado un Programa de Desarrollo Urbano (PDU), así mismo no se ha publicado el Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) correspondiente.

III.4. Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP´s), son 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. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas, se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, el Programa de Manejo y los Programas de Ordenamiento Ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

Tras hacer una investigación sobre las áreas naturales protegidas se advierte que el conjunto predial del proyecto se ubica fuera de los polígonos oficialmente decretados de Áreas Naturales Protegidas con carácter Federal, Estatal y Municipal, como se observa en la figura III. 6

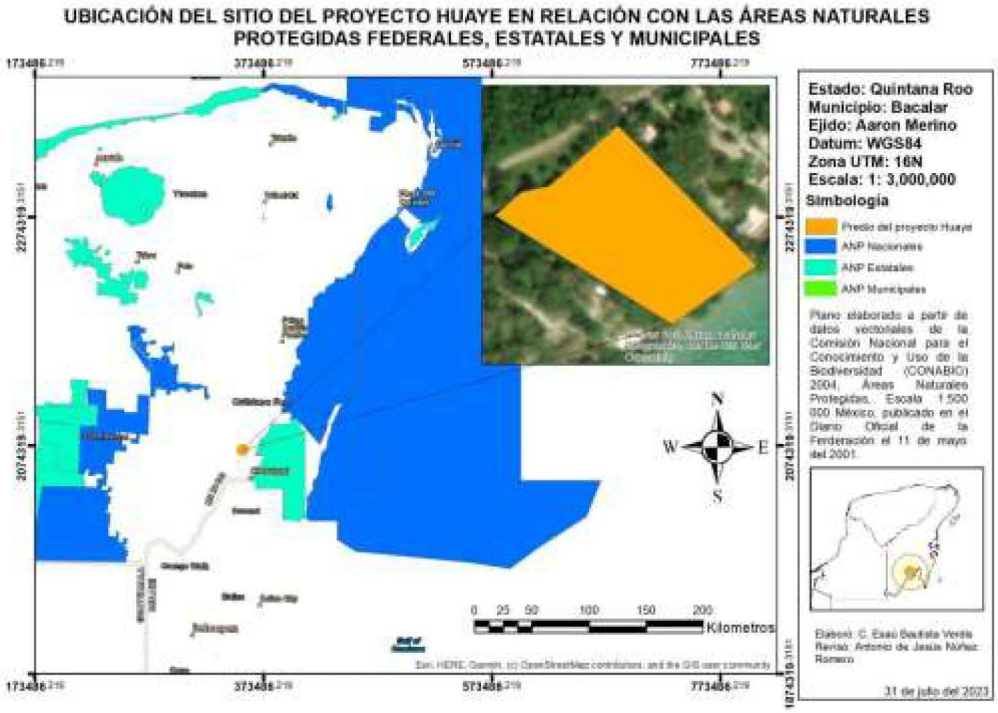


Figura III.6. Ubicación del sitio del proyecto en relación con las Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales y Municipales.

III.5 Normas Oficiales Mexicanas

Se realizará un análisis de la normatividad ambiental que aplica al proyecto y de igual forma se establecerán las actividades de prevención y mitigación, tomando en cuenta lo descrito por las normas.

Cuadro III.6. Normas Oficiales en Materia Ambiental y su Vinculación con el Proyecto

NORMAS	ESPECIFICACIONES	APLICACIÓN EN ELPROYECTO
NOM-041- SEMARNAT - 2015. Respecto a los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación	4.2.1. Establece los Límites máximos permisibles de emisiones provenientes de escapes para este tipo de vehículos.	Se aplicarán medidas como revisiones del mantenimiento periódico de los vehículos. Por ningún motivo se permitirá el mantenimiento de los vehículos dentro del predio.

que usan gasolina como combustible.		
NOM-045-SEMARNAT-2006. Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	4.1 y 4.2. Establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de motores en circulación equipados con motor diésel, en función año-modelo	Se realizó mantenimiento periódico a los vehículos y maquinaria utilizada en la ejecución del proyecto, este mantenimiento evitó el desajuste de la alimentación del combustible al motor, entre otros aspectos, esto se llevó a cabo para prevenir y controlar las emisiones de opacidad del humo.
NOM- 059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	4. Especificación general. El aprovechamiento y manejo de las especies y poblaciones en riesgo se debe llevar a cabo de acuerdo con lo establecido en el artículo 87 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y en los artículos 85 y 87 y demás aplicables de la Ley General de Vida Silvestre.	El proyecto no contempla el aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestre. En el sitio donde se llevaron a cabo las cosntrucciones, se detectó la especie *Conocarpus erectus* listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 a la orilla de la laguna de Bacalar, la cual se conservó. La fauna no será afectada ya que esta se encuentra alejada del predio.
NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	5.9. Que Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido para los vehículos automotores. 5.9.1. Que Establece los límites máximos permisibles para automóviles, camionetas, tractocamiones. 5.9.2. Que Establece los límites máximos permisibles para	Esta norma aplica para los niveles de ruido que se emitieron por el tráfico de automóviles, así como por la operación de la maquinaria en las actividades de preparación del sitio y de construcción; dichas actividades se realizaron al aire libre y sólo durante el día. Con el objeto de dar cumplimiento y atención a lo establecido por la norma para el presente proyecto con respecto a las construcciones, se solicitó a los contratistas que los vehículos y equipo contratado se encuentre en óptimas condiciones a fin de que estuvieran dentro de los parámetros que regula la norma. Se estima que

	motocicletas y triciclos motorizados	no se realizaron ruidos fuera de los comunes de un proyecto de esta naturaleza.
NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-001-SEMARNAT-2021 publicado en el DOF 11/03/2022	Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación	En el proyecto se contempla el establecimiento de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas, mediante el sistema BIOTAR y sistema de filtrado posterior cumpliendo con la NOM-001-SEMARNAT.

Es importante mencionar que dentro del conjunto predial no se tiene presencia de especies de manglar, sin embargo, en el borde lagunar colindante al predio se observó la presencia de tres individuos de mangle botoncillo (*Conocorpus erectus)*, por tal razón se procede a realizar el análisis de la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar así mismo se vincula el Acuerdo que adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003.

Vinculación con la NOM-022-SEMARNAT-2003

4.0 Especificaciones

El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:

- **La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;**
- **La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;**
- **Su productividad natural;**
- **La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;**
- **Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;**

- **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;**
- **Cambio de las características ecológicas;**
- **Servicios ecológicos;**
- **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).**

Análisis. El presente precepto, solo se considera de carácter informativo, toda vez que le compete a la autoridad la aplicación de esta especificación.

4.1 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.

Análisis. El proyecto no pretende realizar ningún tipo de obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de humedales costeros.

4.2 Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.

Análisis. - No se pretende realizar la construcción de canales, por lo que esta especificación se considera de observancia.

4.3 Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, azolvamiento y modificación del balance hidrológico.

Análisis. **-** No se pretende realizar la construcción de canales, por lo que esta especificación se considera de observancia.

4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.

Análisis. **–** En el desarrollo del proyecto "Aquí es Huaye" no se contempla el establecimiento de infraestructura marina fija o de alguna otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica.

4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero

Análisis. **–** Colindante al cuerpo lagunar se construyó un muro de contención, el cual no bloquea el flujo natural del agua hacia algún humedal costero, cabe mencionar que la obra ya ha sido sancionada en materia de impacto ambiental de acuerdo a la resolución administrativa 0217/2017.

4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y azolvamiento

Análisis. El proyecto no causó la degradación de humedales costeros por contaminación y azolvamiento. Las edificaciones fueron realizadas de acuerdo a los planos del proyecto cuidando no dañar zonas aledañas con materiales de construcción, limitándose el impacto en las áreas específicas para las construcciones. Para las obras realizadas aledañas al cuerpo lagunar se tomaron las medidas necesarias para evitar la contaminación y el azolvamiento.

4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta 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

Análisis. No se prevé el uso de agua proveniente del cuerpo lagunar, ni se pretende verter agua hacia la misma.

Debido a que en la zona del proyecto no se cuenta con servicio de drenaje sanitario, se contará con una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas tipo BIOTAR diseñado de tal forma que no requiere de ser evacuado ya que está diseñado para operar como una planta de tratamiento Aeróbico-facultativa sin electricidad y sistema de protección posterior, el agua de descarga cumple con la NOM-001-SEMARNAT-2021 que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación, sin embrago no se contempla la descarga de esta al cuerpo lagunar directamente, sino que el agua tratada será utilizada para riego superficial de áreas verdes ya que cumple con la normatividad.

4.8 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, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.

Análisis. No se realizará el vertimiento de agua en el cuerpo lagunar. Debido a que en la zona del Proyecto no se cuenta con servicio de drenaje sanitario, se contará con una plata de tratamiento de aguas residuales domesticas tipo BIOTAR diseñado de tal forma que no requiere de ser evacuado ya que está diseñado para operar como una planta de tratamiento Aeróbico-facultativa sin electricidad y sistema de protección posterior, cumpliendo el agua de descarga con la NOM-001-SEMARNAT-2021 que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación, sin embrago no se contempla la descarga de esta al cuerpo lagunar directamente, sino que el agua tratada será utilizada para riego superficial de áreas verdes.

4.9 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.

Análisis. No se realizará el vertimiento de agua en el cuerpo lagunar. Debido a que en la zona del Proyecto no se cuenta con servicio de drenaje sanitario, se contará con una plata de tratamiento de aguas residuales domesticas tipo BIOTAR diseñado de tal forma que no requiere de ser evacuado ya que está diseñado para operar como una planta de tratamiento Aeróbico-facultativa sin electricidad y sistema de protección posterior, cumpliendo el agua de descarga con la NOM-001-SEMARNAT-2021 que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación, sin embrago no se contempla la descarga de esta al cuerpo lagunar directamente, sino que el agua tratada será utilizada para riego superficial de áreas verdes.

4.10 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.

Análisis. Al respecto se menciona que el proyecto no contempla el aprovechamiento de aguas subterráneas, para el abastecimiento de agua, se contratará el servicio de la C.A.P.A., para aseo personal y mantenimiento del lugar.

4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.

Análisis. No se cuenta con zona de manglar en el predio, sin embargo, se eliminarán los ejemplares o poblaciones de especies perjudiciales en el cuerpo lagunar, evitando riesgos de especies invasoras o competencia para la flora acuática local.

4.12 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.

Análisis. En la zona del proyecto no existen zonas estuarinas, por lo que el numeral se considera de observancia.

4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.

Análisis: El proyecto no contempla trazar vías de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal por lo que el numeral se considera de observancia.

4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.

Análisis. El proyecto no contempla trazar vías de comunicaciones aledañas, colindantes o paralelas al flujo de humedal costero por lo que el numeral se considera de observancia.

4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación

se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.

Análisis. El proyecto no contempla obras o actividades constructivas de servicios que utilicen postes, ductos, torres y líneas, dispuesto sobre el derecho de vía. Las vías de comunicación que convergen en el predio del proyecto son obligación del gobierno municipal, sin embargo, en el desarrollo de las mismas no afecta la vegetación de manglar. Por tanto el criterio es de observancia.

4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semiintensiva, 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.

Análisis. En el conjunto predial del proyecto no se registró presencia de humedal costero. En la zona federal colindante al predio, se registraron tres individuos de mangle Botoncillo (*Conocorpus erectus*) en el cuerpo lagunar, no considerándose un humedal costero, sin embargo, por la presencia de los tres individuos de mangle se respetará el presente numeral, y dado que la distancia de las obras no cumple con la distancia mínima de 100 m con respecto al cuerpo lagunar, el proyecto se apega a lo que establece el numeral 4.43 de la presente norma, presentando las medidas de compensación en el apartado correspondiente.

4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.

Análisis. El material para construcción fue obtenido de un banco autorizado, el cual se ubica fuera del área que ocupan los manglares y en un sitio que no tiene influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que sostienen al manglar.

4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.

Análisis. No se realizaron actividades de relleno, desmonte, quema o desecación en humedales costeros, se respetaron y respetarán en todo momento los individuos de manglar que se encontraron. Asimismo, el promovente no realizará ningún tipo de obra que involucre la transformación de las condiciones actuales del paisaje, ya que el objetivo de la presente solicitud es la regularización del predio en materia de impacto ambiental.

4.19 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.

Análisis. El proyecto tiene como objetivo la regularización en materia de impacto ambiental de una casa habitación para la promovente y su familia por lo que no está considerada la ubicación de una zona de tiro tampoco considera actividad de dragado ni pretende disponer material de dragado en áreas de manglar o algún sitio que obstruya los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.

4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.

Análisis. El proyecto no considera la disposición de residuos sólidos en humedales costeros, al respecto en la MIA se propusieron medidas para la colecta y disposición final de los residuos sólidos, realizando el manejo de los mismos de manera integral.

4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna

costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.

Análisis. El proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental de una casa habitación por lo que no considera dentro de sus actividades la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras.

4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.

Análisis. El proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental de una casa habitación por lo que no considera dentro de sus actividades la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar.

4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.

Análisis. El proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental de una casa habitación por lo que no prevé obras o actividades tendientes a la creación de canales.

4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.

Análisis. El proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental de una casa habitación por lo que no contempla proyectos de unidades de producción acuícola.

4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.

Análisis. El proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental de una casa habitación por lo que no contempla actividades de producción acuícola.

4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.

Análisis. El proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental de una casa habitación por lo que no contempla la construcción de canales de llamada.

4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.

Análisis. El proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental de una casa habitación por lo que no contempla actividades de producción de sal.

4.28 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.

Análisis. El conjunto predial no se encuentra en humedal costero y no se contempla construcción de infraestructuras dentro del cuerpo lagunar donde se registraron tres individuos de mangle botoncillo, ante tal situación no se alterará el flujo superficial del agua y el proyecto se encuentra ubicado en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas.

4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.

Análisis. El proyecto no contempla actividades turísticas náuticas.

4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.

Análisis. El proyecto "Aquí es Huaye" no contempla actividades que impliquen el uso de motores fuera de borda.

4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.

Análisis. El proyecto "Aquí es Huaye" no contempla actividades de turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en humedal costero.

4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.

Análisis. El proyecto no contempla la construcción de caminos que atraviesen humedales costeros.

4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.

Análisis. El proyecto no contempla la construcción de canales.

4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.

Análisis. El proyecto no contempla la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros.

4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a 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.

Análisis. El proyecto no se encuentra en un área que sirva como corredor biológico ya que se encuentra en un área que ha sido transformada y continúa en transformación por cambio de uso de suelo para proyectos turísticos. Actualmente no se contempla realizar ninguna actividad que ocasione el cambio de uso de suelo o construcción de obras en superficies adicionales a las del diseño del proyecto, y como medida de prevención se prohibirá andar sobre los individuos de manglar registrados en el cuerpo lagunar, también se prohibirá tirar basura, extraer fauna acuática o partes del arbolado de manglar, la especie de manglar registrada en el cuerpo lagunar será conservada y respetada por la promovente y su familia.

4.36 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.

Análisis. El proyecto no se encuentra en un área que sirva como corredor biológico ya que se encuentra en un área que ha sido transformada y continúa en transformación por cambio de uso de suelo para proyectos turísticos. Actualmente no se contempla realizar ninguna actividad que ocasione el cambio de uso de suelo o construcción de nuevas obras, y como medida de prevención se prohibirá andar sobre los individuos de manglar registrados en el cuerpo lagunar y sobre la regeneración, también se prohibirá tirar basura, extraer fauna acuática o partes del arbolado de manglar, la especie de manglar registrada en el cuerpo lagunar será conservada y respetada por la promovente y por su familia.

4.37 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 las áreas que presenten potencial para ello.

Análisis. En el proyecto no se tiene contemplada ninguna actividad que afecte la dinámica hidrológica y los flujos hídricos continentales que impidan favorecer o propiciar la regeneración natural, el relieve del terreno permitirá el escurrimiento terrestre laminar hacia el cuerpo lagunar, se colocarán contenedores para la colecta de desechos orgánicos e inorgánicos para evitar sean arrastrados hacia la laguna por el escurrimiento del agua o por arrastre del viento. No se verterán aguas residuales al cuerpo lagunar ya que se instalará una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas con sistema BIOTAR y sistema de filtración posterior cumpliendo con la normatividad para su uso en riego de áreas verdes.

4.38 Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.

Análisis. El proyecto no corresponde a restauración de manglar, el proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental de una casa habitación, por lo que no aplica la presente especificación.

4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.

Análisis. El proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental de una casa habitación con construcciones fuera del área de humedales costeros, por lo que la presente especificación no aplica. Sin embargo, se llevarán a cabo medidas que permitan la regeneración del manglar en el cuerpo lagunar, tales como colocación de letreros informativos sobre la presencia de mangle, prohibir caminar sobre el mangle, prohibir extraer semillas de mangle, evitar el vertimiento de aguas residuales, entre otros.

4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.

Análisis. El proyecto no corresponde a la restauración de humedales costeros sino a la regularización en materia de impacto ambiental de una casa habitación con construcciones ubicadas fuera de área de humedales costeros, no contemplando la introducción de especies exóticas en el cuerpo laguna, por lo que la presente especificación no aplica.

4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.

Análisis. El proyecto no corresponde a humedal costero restaurado o creado, sino a la regularización en materia de impacto ambiental de una casa habitación por lo que no aplica la presente especificación.

4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros

Análisis. En el capítulo IV de la MIA del proyecto "Aquí es Huaye" se presenta el estudio integral de la unidad hidrológica y el sistema ambiental donde se encuentra inmerso el predio del proyecto, a continuación, se presenta la portada del contenido de dicho capítulo, haciendo mención que el conjunto predial no se encuentra en humedal costero:

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

IV.1 Delimitación del área de influencia
IV.2 Delimitación del sistema ambiental
IV.3 Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA)
IV.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA
IV.3.1.1. Medio abiótico
a) Clima
b) Geología y geomorfología
c) Suelos
d) Hidrología superficial y subterránea
IV.3.1.2.1 Medio biótico del Sistema ambiental
a) Vegetación
IV.3.1.2.2. Medio biótico del conjunto predial del proyecto
IV. 3.1.3. Medio socioeconómico
IV. 3.1.4 Paisaje
IV.4. Diagnóstico ambiental

ACUERDO QUE ADICIONA LA ESPECIFICACIÓN 4.43 A LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-022-SEMARNAT-2003, QUE ESTABLECE LAS ESPECIFICACIONES PARA LA PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN, APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE Y RESTAURACIÓN DE LOS HUMEDALES COSTEROS EN ZONAS DE MANGLAR.

Artículo Único. - Se adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, para quedar como sigue:

4.43 La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.

Se citan los numerales y se explica si aplican o no para el proyecto, para de esta manera proponer las medidas de compensación que se consideren pertinentes, de acuerdo a los posibles impactos que puedan provocarse. Siendo importante mencionar que el proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental de una casa habitación en un conjunto predial que no se encuentra inmersa en humedal costero, pero que se registraron tres individuos de mangle en el cuerpo lagunar colindante.

4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.

Análisis. – En el desarrollo del proyecto "Aquí es Huaye", no se considera el establecimiento de infraestructura marina fija.

4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.

Análisis. El proyecto no contempla trazar vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas a un flujo de humedal costero por lo que el numeral se considera de observancia.

4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semiintensiva, 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.

Análisis. En el conjunto predial del proyecto no se registró presencia de manglar, sin embargo, en el cuerpo lagunar colindante al predio, se registraron tres individuos de mangle Botoncillo (*Conocorpus erectus*), dado que la distancia de las obras no cumple con la distancia mínima de 100 m con respecto al cuerpo lagunar, el proyecto se apega a lo que establece el numeral 4.43 de la presente norma, presentando las medidas de compensación en el presente apartado.

4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.

Análisis. El proyecto consiste en la regularización en materia de impacto ambiental de una casa habitación por lo que no considera dentro de sus actividades la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar.

Por lo anterior, y en consideración del numeral 4.16 de la NOM-022-SEMARNAT-2003, se llevarán a cabo las siguientes medidas de compensación:

Para favorecer la regeneración natural y propagación de *Conocarpus erectus* en el área de influencia del proyecto, propiciando su incremento y distribución en el cuerpo lagunar, se mantendrá la vegetación de manglar presente así como demás especies que se encuentren entre la población de *Conocarpus erectus*, lo que permitirá la continuidad de las interrelaciones de las poblaciones de vegetación presentes, se impedirá caminar sobre la población de *Conocarpus erectus* para evitar sea dañado y continúe con sus funciones.

Otra medida de compensación y por motivo que en la zona del proyecto no se cuenta con el servicio de drenaje sanitario se hace necesaria la implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas BIOTAR, lo que evitará la descarga de aguas residuales al cuerpo de agua, donde se encuentran los individuos de *Conocarpus erectus*. De manera adicional y para fortalecer la conservación de la especie, se colocarán letreros indicativos e informativos de presencia de esta en el cuerpo lagunar, que describa sus características con fines educativos, de concientización y conservación; letreros que prohíban la extracción de semillas o partes del arbolado de la especie, letreros que prohíban caminar sobre la vegetación de *Conocarpus erectus* y que prohíban tirar basura en la vegetación circundante y el cuerpo de agua.

Cuadro III.5. Lista de especies incluidas en NOM- 059-SEMARNAT-2010

Nombre científico	Nombres comunes	Categoría
Conocarpus erectus	Mangle botoncillo	Amenazada

III.5 Otros Instrumentos a Considerar

Regiones Terrestres Prioritarias

De acuerdo a los Datos Vectoriales de la CONABIO, respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias en el Estado de Quintana Roo, el predio del proyecto "Aquí es Huaye", se encuentra inmerso en la Región Terrestre Prioritaria "Zona Forestal de Quintana Roo", como se observa en la figura III.7

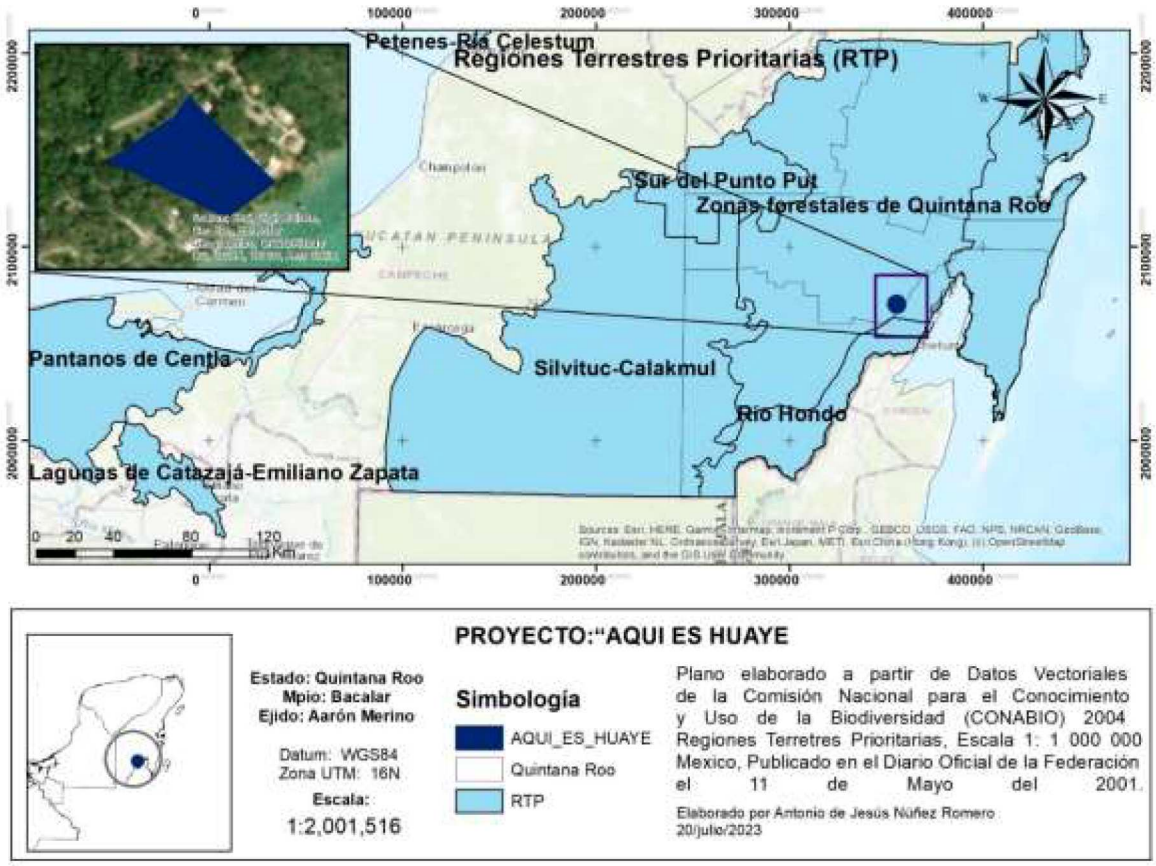


Figura III.7. Ubicación del Proyecto en la Región Terrestre Prioritaria Zona Forestal de Quintana Roo

Regiones Hidrológicas Prioritarias

De acuerdo a los Datos Vectoriales de la CONABIO, respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias, el predio del proyecto "Aquí es Huaye", se encuentra en la región hidrológica Prioritaria denominada Humedales y lagunas de la Bahía de Chetumal, la cual tiene una

extensión de 11790.09 hectáreas y corresponde a toda la zona de costa del municipio, como se observa en la figura III.8.

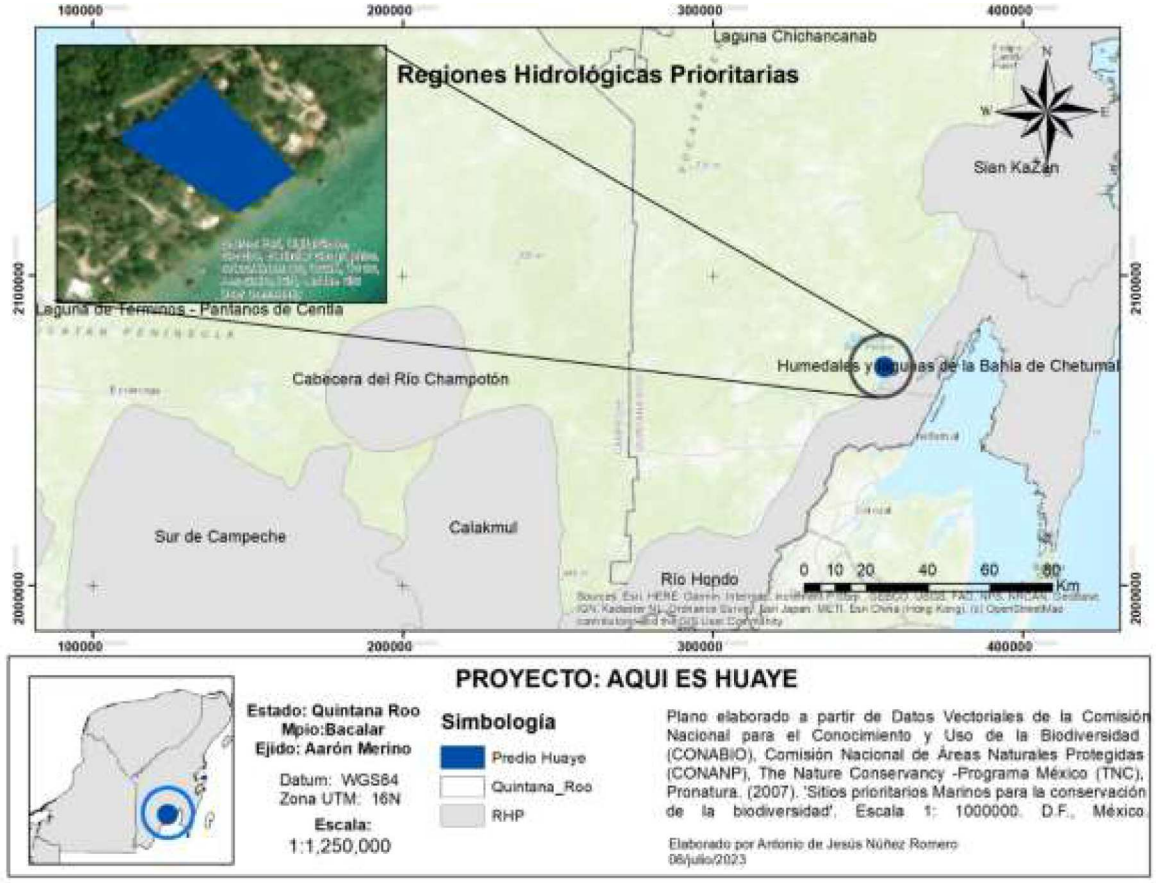


Figura III.8. Ubicación del Proyecto con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias

Regiones Marítimas Prioritarias

De acuerdo a los Datos Vectoriales de la CONABIO, respecto a las Regiones Marítimas Prioritarias, el predio del proyecto "Aquí es Huaye", no se encuentra inmerso en algún Sitio Prioritario Marino para la Conservación de la Biodiversidad, como se observa en la figura III.9

Figura III.9. Ubicación del Proyecto con respecto a las Regiones Marítimas Prioritarias

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

El predio del proyecto "Aquí es Huaye", no se encuentra dentro de algún Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), en el Estado de Quintana Roo como se observa en la figura III.10

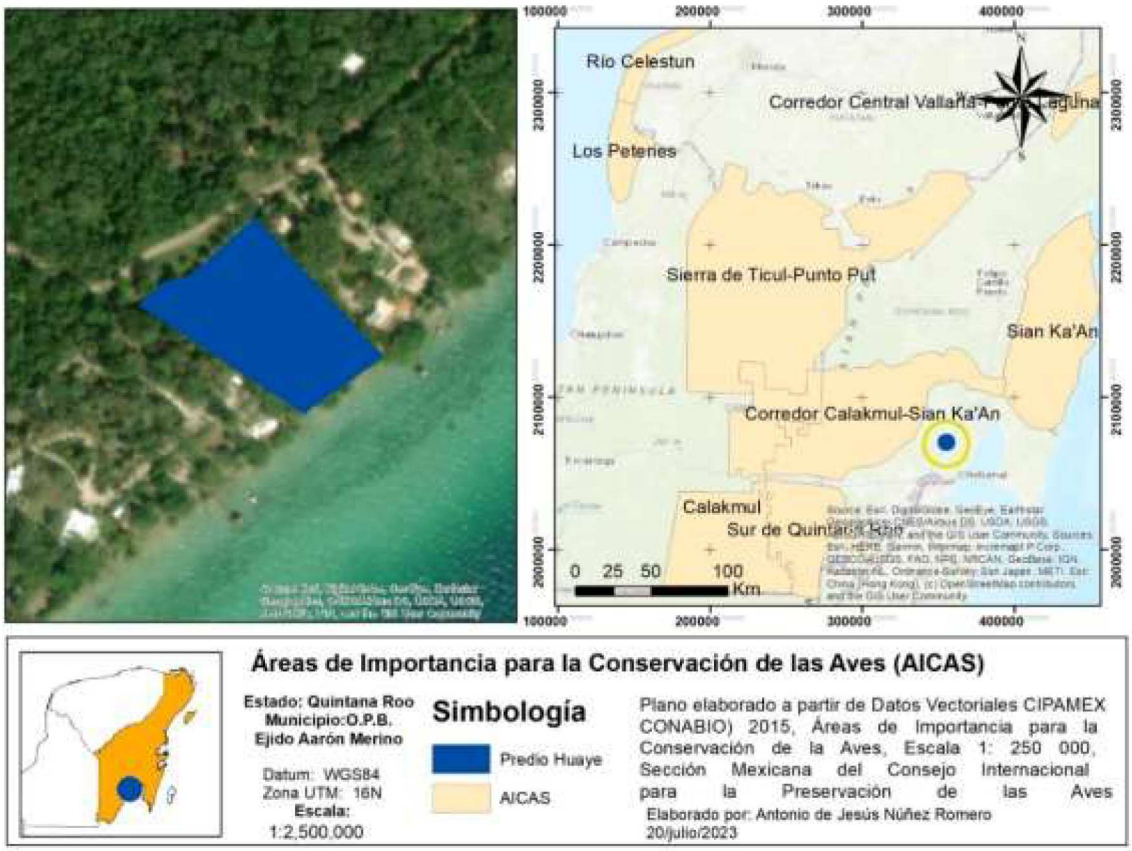


Figura III.10. Ubicación del Proyecto con respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

III.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Nuestra Carta Magna proporciona las bases que otorgan protección al medio ambiente, a partir de las cuales se construye una política ambiental que permite identificar la viabilidad de un proyecto. Son los artículos 4° párrafo quinto, 25 párrafo séptimo y 27 párrafo tercero, los relativos al cuidado del medio ambiente; ellos refieren el derecho que tiene toda persona a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar...

Por su parte, el artículo 73, fracción XXIX-G, establece la facultad del Congreso Federal a expedir leyes en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico con la participación del Gobierno Federal, Estatal y Municipal, en el ámbito de sus respectivas competencias.

III.5.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La ley establece las disposiciones mínimas para 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.

En el TITULO PRIMERO Disposiciones Generales CAPITULO I Normas Preliminares establece…

ARTÍCULO 1°- 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.

El artículo 4 de esta Ley, menciona que la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios ejercerán sus atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.

El artículo 5. *Señala que son facultades de la federación:*

I.- *La formulación y conducción de la política ambiental nacional;*

II.- *La aplicación de los instrumentos de la política ambiental previstos en esta Ley, en los términos en ella establecidos, así como la regulación de las acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente que se realicen en bienes y zonas de jurisdicción federal;*

III.- *La atención de los asuntos que afecten el equilibrio ecológico en el territorio nacional o en las zonas sujetas a la soberanía y jurisdicción de la nación, originados en el territorio o zonas sujetas a la soberanía o jurisdicción de otros Estados, o en zonas que estén más allá de la jurisdicción de cualquier Estado;*

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

XI. *La regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de las aguas nacionales, la biodiversidad, la fauna y los demás recursos naturales de su competencia.*

En este sentido, en el artículo 28° de la presente ley establece que;

*ARTÍCULO 28°.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o 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 alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría***:** *Párrafo reformado DOF 23-02-2005*

[…]

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales; Fracción reformada DOF 23-04-2018

[…]

La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento técnico-administrativo que sirve para identificar, evaluar y describir los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo. Con este procedimiento se busca establecer las condiciones a que se sujetarán los proyectos que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas. En este sentido, es necesaria la regularización en materia de impacto ambiental de las obras existentes en el predio y sea posible la autorización en materia de impacto ambiental, dando cumplimiento a la normatividad y a las sanciones impuestas por la PROFEPA.

En el artículo 30° de la mencionada ley se establece que:

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 de esta disposición oficial, se elabora y se somete la presente manifestación al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante la instancia federal competente en este caso la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

III.5.3 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El Reglamento de la presente Ley en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental define con mayor precisión las atribuciones de la Secretaría y los tipos de obras y actividades que requieren manifestación de impacto ambiental, la modalidad correspondiente y el alcance de los estudios. La ejecución del proyecto "Aquí es Huaye", requiere de una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular por ser un proyecto a desarrollarse en la Zona Costera de la laguna de Bacalar como se establece en el **Artículo 5º**.

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

[…]

- Q) *DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS*:

[…]

c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.

ARTÍCULO 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

I. Regional, o

II. Particular.

En cumplimiento a estas disposiciones normativas, se presenta la solicitud de evaluación en materia ambiental a través de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular (MIA-P) toda vez que no encuadra en ninguno de los supuestos establecidos por el Artículo 11 del Reglamento:

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

II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;

III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

ARTÍCULO 12. Señala que:

La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:

I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;

II. Descripción del proyecto;

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

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

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

VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;

VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.

Se da cumplimiento a esta disposición oficial dado que en el presente estudio se desarrollan los ocho rubros señalados. La información se presenta en capítulos, cada uno de los cuales corresponden a los incisos del artículo 12 del Reglamento de la LGEEPA.

En general todo desarrollo o actividad implica la generación de impactos ambientales, sin embargo, los impactos ambientales que potencialmente serán generados con la implementación del proyecto se contrarrestarán con la presentación de medidas de mitigación y compensación ambiental.

Conforme a lo establecido en este artículo, se presenta a consideración de esta autoridad la presenta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para el proyecto "aquí es Huaye" para su valoración y dictaminación.

CAPITULO IV

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

ÍNDICE

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 1

IV.1 Delimitación del área de influencia 1

IV.2 Delimitación del sistema ambiental 2

IV.3 Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA) 4

IV.3.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA 4

IV.3.1.1. Medio abiótico 7

a) Clima 7

b) Geología y geomorfología 13

c) Suelos 26

d) Hidrología superficial y subterránea 31

IV.3.1.2.1 Medio biótico del Sistema ambiental 41

a) Vegetación 41

IV.3.1.2.2. Medio biótico del conjunto predial del proyecto 84

IV. 3.1.3. Medio socioeconómico 109

IV. 3.1.4 Paisaje 111

IV.4. Diagnóstico ambiental 113

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

Inventario Ambiental

A continuación, se presenta caracterización del medio en sus elementos bióticos y abióticos, describiendo y analizando, en forma integral, los componentes del sistema ambiental del conjunto predial donde se propone establecer el proyecto, todo ello con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales y de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro.

IV.1 Delimitación del área de influencia

El proyecto denominado "***Aquí es Huaye***", correspondiente a un conjunto predial se encuentra en los solares 07 y 08 ubicados en el ejido Aarón Merino Fernández, Municipio de Bacalar, Estado de Quintana Roo, aproximadamente a 5.19 km al noroeste del centro poblacional de Bacalar del lado derecho de la carretera Federal Libre No. MEX-307 Chetumal-Cancún a 200 metros de terracería sobre el camino costero del Boulevard Aarón Merino Fernández (Figura IV.1).

Figura IV. 1. Macro localización del proyecto "***Aquí es Huaye***"

IV.2 Delimitación del sistema ambiental

Un sistema ambiental se define como el conjunto de elementos con interacción e interdependencia, que le confieren entidad propia al formar un todo unificado.

Para efecto de la delimitación del sistema ambiental, existen diversos criterios y metodologías aplicadas tales como:

1. Ecosistemas homogéneos
2. Zonificaciones de instrumentos de política ambiental (UGA's), en caso de que existan programas de ordenamientos ecológicos
3. Límites de uso del suelo existentes y fronteras de perturbación antrópica
4. Comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas, subcuencas y microcuencas

5. Alcance del efecto de un impacto ambiental significativo o relevante
6. Cumplimiento de disposiciones normativas en materia ambiental que definen áreas geográficas de estudio

La delimitación del sistema ambienta fue realizada por medio de la cuenca de clave "A" (Bahía de Chetumal y Otras), y a la vez, dentro de ésta, la subcuenta de clave "C" (Bahía de Chetumal), ahí se localiza el área del proyecto en comento. El sistema ambiental ocupa una superficie de 7,574.62 km² (757,462 ha) donde se encuentra inmerso el proyecto que tendrá influencia en el sistema ambiental por lo que este será el marco de referencia para la identificación y evaluación de los impactos generados en las actividades de cada una de las etapas, así como la propuesta de medidas de mitigación, asegurando que con su implementación se reduzcan sus efectos (Figura IV.2).

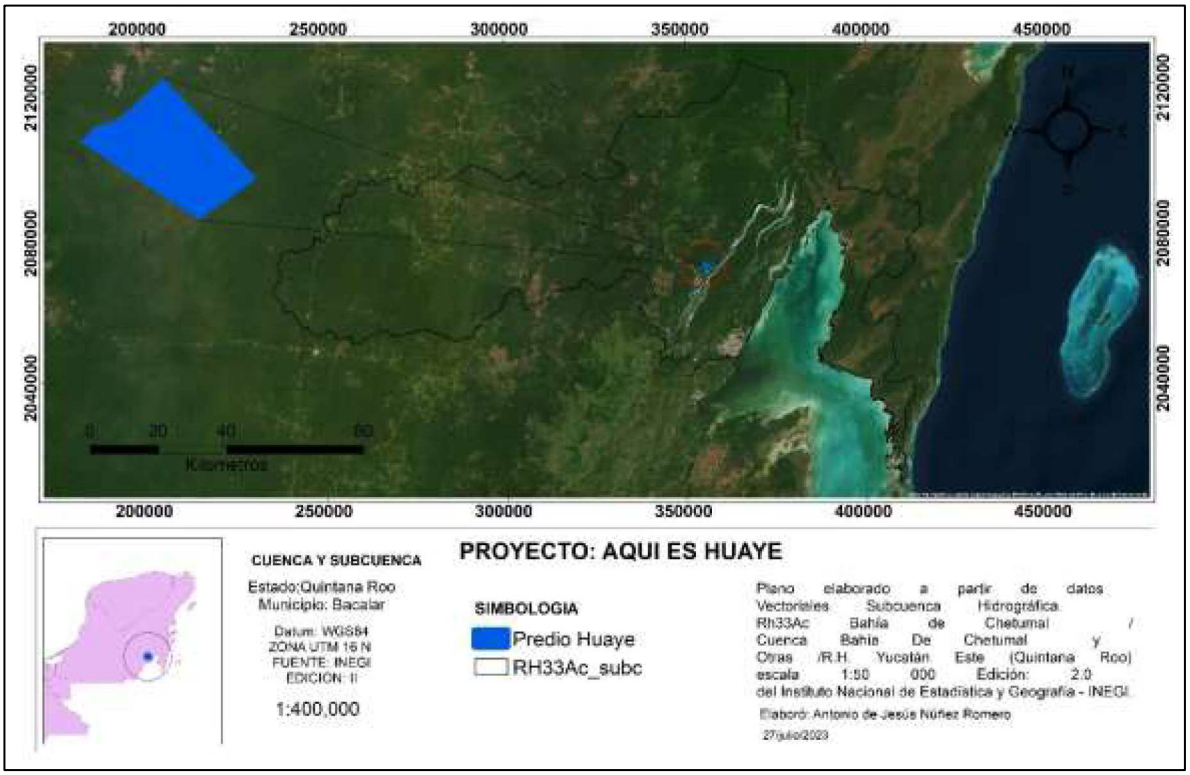


Figura IV. 2. Trazo del sistema ambiental, dentro del cual se encuentra circunscrita el área del proyecto.

IV.3 Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA)

Se presenta la descripción del medio en sus elementos bióticos y abióticos, analizando en forma integral los componentes del sistema ambiental con la finalidad de hacer una correcta identificación de sus condiciones.

La región hidrológica Yucatán Este donde se encuentra inmersa la cuenca y subcuenca de interés abarca los tres estados de la península en un área de 39,579 km², pero continúa en los países de Guatemala y Belice. Ocupa 68.23 % de la superficie de Quintana Roo, desde poco más al norte de la parte media hasta el sur de la entidad. Limita al norte con la Región Hidrológica Yucatán, al este con el mar Caribe y la Bahía de Chetumal, al sur con Belice y Guatemala, al oeste con Campeche, y al noroeste con el estado de Yucatán. Esta región está conformada por dos cuencas: 33A Bahía de Chetumal y otras, y 33B Cuencas Cerradas. La cuenca Bahía de Chetumal y otras se ubica al sureste del estado, abarca 34.76 % de su territorio; limita al este con el mar Caribe y la Bahía de Chetumal, al sur con Belice y Guatemala, y al noreste con Cuencas Cerradas (33B). Presenta cinco rangos de escurrimiento superficial: 0 a 5 %, ocupa mayor porcentaje de superficie y se distribuye en toda la cuenca; 5.1 a 10 %, principalmente cerca de las bahías del Espíritu Santo, Ascensión y Chetumal; 10.1 a 15 % en la parte este; 15.1 a 20 % en la zona noreste y algunos polígonos aislados con valor de 20.1 a 25 % al este de la cuenca. La cobertura vegetal es abundante y presenta formación de numerosas zonas pantanosas hacia el oriente y sur de la cuenca. Carece de corrientes superficiales de importancia, la excepción son algunos arroyos intermitentes como el Escondido y Ucum, pero abundan lagunas, entre las que sobresalen las de Bacalar, San Felipe, Mosquitero y Chile Verde. La Laguna de Bacalar es de gran importancia para la zona sur del estado y es la que tiene mayor extensión, tiene una longitud aproximada de 50 km, y a lo ancho mide de dos a tres kilómetros. Es conocida como "la laguna de siete colores", por el gran atractivo visual que ofrecen las tonalidades cambiantes de sus aguas, aunado al verde de la vegetación de la selva que la rodea.

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

En lo que respecta al recurso agua, existe poco aprovechamiento de aguas superficiales, siendo el recurso de las aguas pluviales en la práctica de la agricultura y ganadería que sustenta el desarrollo en estos sectores. Gracias a la abundante precipitación pluvial de la región y a las peculiares características topográficas y geológicas de la Península de

Yucatán, el volumen renovable del acuífero es muy superior a las demandas de agua esperadas a largo plazo; sin embargo, en los años de sequía se presentan serias complicaciones para acceder al recurso agua, es por eso que se hace uso del agua subterránea a través de pozos profundos, esto vuelve es vulnerable al acuífero y su captación enfrenta severas restricciones debido al riesgo de provocar su contaminación y salinización por ascenso del agua de mala calidad e intrusión de agua marina. Así, los principales problemas geo-hidrológicos están relacionados con la calidad, más que con la cantidad del recurso

El crecimiento demográfico ha sido explosivo en los puntos turísticos de bajo impacto principalmente, este crecimiento demográfico genera conflictos como la falta de servicios urbanos, el crecimiento anárquico y grandes problemas de delincuencia y seguridad pública; la dinámica sociodemográfica es tal que han generado cambios en las condiciones naturales del paisaje, de tal manera que la calidad ambiental del área de estudio (Sistema Ambiental) se ha visto influenciada por dicha dinámica y como resultado de ello la vegetación primaria ha sido sustituida por vegetación secundaria en las áreas circundantes a la conurbación. Gracias a los mapas de uso de suelo y vegetación del INEGI es posible hacer un reconocimiento de la magnitud de este cambio, comparando los mapas de 1976 con la cartografía más reciente se observa que una importante superficie de vegetación primaria ha sido sustituida por vegetación secundaria.

Por otra parte, la vegetación del Sistema Ambiental fue intensamente dañada por los efectos del huracán Gilberto, mismo que azotó la región durante septiembre de 1988 (se enfatiza debido a que sobre este fenómeno se cuenta con evaluaciones de los daños causados en la vegetación). Este huracán causó gran deterioro en las comunidades vegetales, ya que se ubicó en la categoría 5 de acuerdo a la escala Saffir-Simpson, alcanzando rachas de hasta 320 km/hr. Dicho fenómeno meteorológico generó un gran volumen de biomasa seca a su paso, lo cual dio pie a que en marzo de 1989 se produjera un incendio que consumió gran parte de selva del entonces Municipio de Benito Juárez, abarcando gran parte de la superficie de la zona costera. Como resultado de este evento, el paisaje en la región es correspondiente con comunidades en procesos de recuperación natural, por lo que existe una predominancia de especies jóvenes y en plena etapa de crecimiento. No obstante, este desarrollo se ha visto interrumpido de nueva cuenta, ya que en la región se dejaron sentir los efectos del huracán Wilma (octubre del 2005), el cual

sometió de nueva cuenta a la vegetación natural a un evento perturbador y cuyos efectos nunca fueron evaluados con precisión.

Diagnóstico

A pesar que existe una clara intención de la autoridad estatal para ordenar el territorio mediante instrumentos de planeación (POET, POEL, PDU, RESERVAS) y tratar de hacer la industria sustentable, no se da una articulación y vinculación de los programas referentes a políticas ambientales del ámbito federal-estatal, con programas de desarrollo de la región como el POET, PDU, Cambio Climático, Reservas, entre otros (Agenda de competitividad 2013-2018 Riviera maya); de la misma forma no se observa la implementación de estudios cuantitativos que permitan determinar la capacidad de carga para cada uno de los ecosistemas aprovechables y así poder garantizar a lo largo del tiempo la industria turística sin comprometer los recursos naturales.

Se observa que la zona que contiene la mayor cantidad de vegetación forestal del sistema ambiental, es la que brinda la mayor cantidad de servicios ambientales, como lo es la captura de carbono, la recarga del acuífero entre otros, y no es tomada en cuenta en la planeación ambiental de la misma, ya que no cuentan con instrumentos de planeación estatales o municipales alguno, (probablemente en algunos ejidos se cuenten con Ordenamientos Territoriales Comunitarios siendo superficies mínimas comparado con la totalidad del Sistema Ambiental) y por lo tanto los recursos forestales en esta zona quedan sin ser regulados. Dada las características de suelo de la región que son ricas en materia orgánica, se presentan suelos adecuados para agricultura y ganadería, sin embargo, a falta de tecnología, alternativas productivas y un limitado apoyo de las instituciones gubernamentales, dejan a las comunidades rurales sin opción de desarrollo orillándolos a abandonar a sus familias para buscar empleo en las zonas turísticas o en el peor de los casos vender sus terrenos a bajos costos quedando desamparados.

Esa funcionalidad se expresa en las realidades materiales que ofrece el medio urbano, entre otras, la dotación y calidad de servicios públicos básicos, el equipamiento urbano, las vialidades, los espacios públicos, y un medio ambiente limpio; elementos que permiten condiciones apropiadas de vida y el desarrollo de los potenciales humanos y productivos con base en su entorno natural.

IV.3.1.1. Medio abiótico

a) Clima

El clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie terrestre. García (1988), señala que se trata del estado más frecuente de la atmósfera en un lugar determinado y comprende a los extremos y todas las variaciones a lo largo del ciclo climático. El clima es un factor que afecta y determina, en mayor o menor medida, a todos los otros recursos superficiales, principalmente al suelo, la vegetación y la fauna. En el estado por estar situado dentro la zona intertropical mundial se caracteriza por la presencia de todo un conjunto de condiciones generales, las que comparte con las demás áreas que comprende esta porción del globo terrestre.

De acuerdo con los datos vectoriales de Unidades Climáticas, escala 1:1, 000,000 del INEGI, el área que ocupa la Subcuenca Bahía de Chetumal (Sistema Ambiental), donde se ubica el proyecto "*Aquí es Huaye*" presenta los siguientes climas:

- Aw1(x'): Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.

- Aw0: El clima de Awo está clasificado como tropical. En invierno, hay mucha menos lluvia en Awo que en verano. De acuerdo con Köppen y Geiger clima se clasifica como Aw. La temperatura aquí es en promedio 26.9 ° C. En un año, la precipitación media es 1248 mm.

- Aw2(x'): Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC. Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

- Aw1: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

- Aw0(x'): Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm y precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.

Cuadro IV.1. Sistema de Clasificación Climática de Köeppen

POR SU HUMEDAD / TEMPERATURA	SUBHÚMEDOS						RÉGIMEN
	EL MÁS HÚMEDO		INTERMEDIO		EL MÁS SECO		
CÁLIDO T. media anual De 22 a 26°C		Aw2 Aw2(w)		Aw1 Aw1(w)		Aw0 Aw0(w)	V
		Aw2(x´) Aw2(x´)w2		Aw1(x´) A(x´)w1		Aw0(x´) Ax´(w0)	I

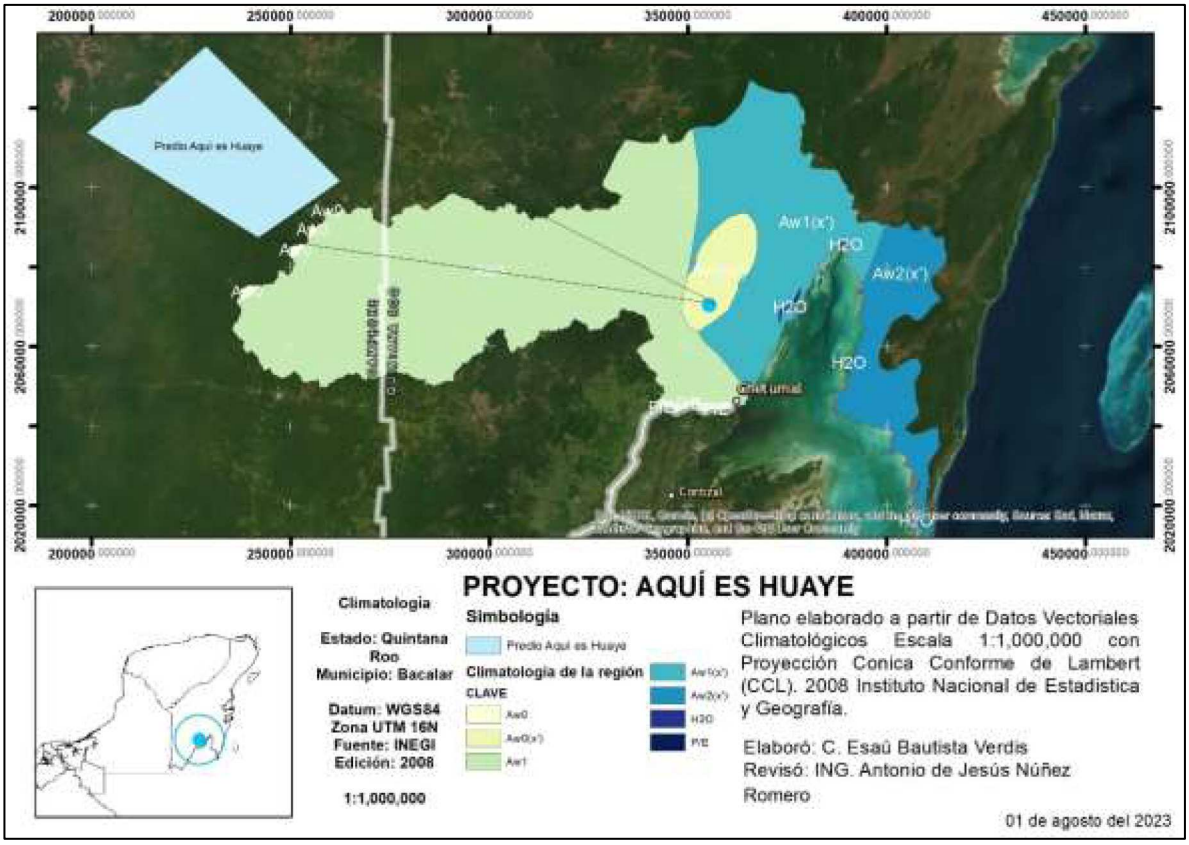


Figura IV. 3. Tipo de clima presente en el área del Sistema ambiental del proyecto

De acuerdo con el climatograma elaborado con datos de la estación 00023002 Bacalar (Figura IV.4), el cual presenta tres regiones, la primera es el área cubierta con rayas verticales e indica la estación de relativa humedad o en la que la lluvia es mayor a la evaporación, en estas áreas ocurre a principios del año en el mes de enero y de mayo a diciembre. La segunda región es la parte cubierta con puntos que indica una estación de

relativa sequía, es decir que la cantidad de agua que se precipita es menor a la que se evapora, y abarca los meses de febrero, marzo y abril. La tercera región es la de color negro desvanecido, representa la estación de excesiva humedad o hiperhúmeda, ocurre desde principios del mes de mayo hasta noviembre, cuando la precipitación promedio del mes es superior a los 100 mm.

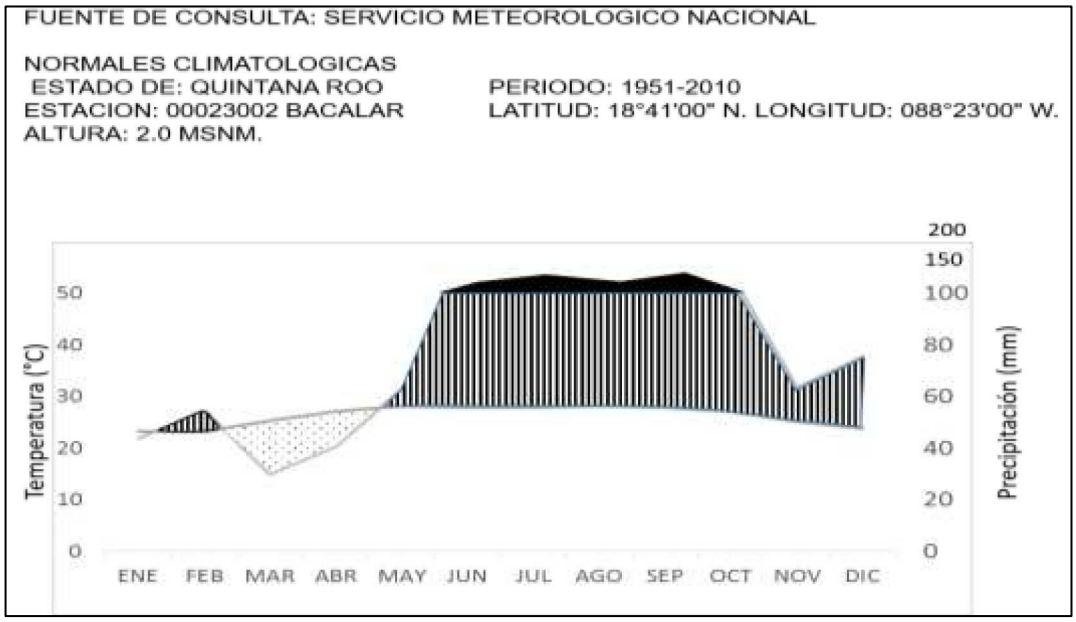


Figura IV. 4. Climatograma de la Estación Meteorológica Bacalar (Elaboró: Héctor M. Jiménez Hernández con datos obtenidos en el Servicio Meteorológico Nacional, www.smn.gob)

Temperatura

Referente a las temperaturas promedio mensual, estas se expresan en el siguiente cuadro, tomando en consideración únicamente los datos proporcionados por la Estación de Bacalar, en donde se puede notar que el mes más frio del año corresponde a enero 23.2 °C, mientras que los meses más cálidos corresponden a mayo y agosto 28.1 °C. En lo que se refiere a la temperatura media anual es aproximadamente de 26 ºC; su rango anual de variación es de tipo isotermal (subíndice "i", cuya variación entre el mes más frio y el más cálido es menor de 5 º C); en algunas épocas presenta variabilidad moderada (subíndice "i'" entre 5 y 7°C).

Cuadro IV. 2. Temperatura media mensual registrada en la estación climatológica número 00023002 Bacalar

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura Media	23.2	23.2	25.3	27.1	28.1	27.9	27.9	28.2	27.8	27.1	25.1	23.8	26.2

Precipitación

Según los datos de la estación 00023002 Bacalar establecida por el Servicio Meteorológico Nacional, la precipitación media anual es 982.8 mm; en el mes más seco es menor de 30 mm; con lluvias intensas en verano, siendo su porcentaje de lluvia invernal mayor a 10.2 % del total anual. Entre septiembre a noviembre son frecuentes los vientos huracanados. Los siguientes datos son del periodo: 1951-2010.

Cuadro IV. 3. Precipitación media mensual registrada en la estación climatológica número 00023002 Bacalar.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago.	Sep.	Oct	Nov	Dic	Anual
Precipitación Media	43.6	54.9	29.9	40.8	62.8	115	137	113.1	138.8	107.8	63.5	75.6	982.8

Fenómenos Meteorológicos

La cuenca del Caribe en la que se encuentra inserto el Estado de Quintana Roo, puede imaginarse como una región semicerrada con grandes cantidades de agua relativamente cálida que se acumulan en ella. Esta acumulación resulta de:

- Una pequeña variación en salinidad y densidad del agua resultado de la mayor temperatura de la misma.
- Los vientos Alisios que empujan el agua sobre la costa Oriental del continente (efecto atmosférico).
- La resistencia inercial que presentan las masas de agua al movimiento de rotación del planeta.

En la Península de Yucatán, Quintana Roo es el estado más expuesto a fenómenos meteorológicos como son las tormentas tropicales, huracanes y "nortes", particularmente la zona norte del litoral que se encuentra comprendida entre Cabo Catoche, y la costa a la altura de la población de Carrillo Puerto.

Podemos clasificar los fenómenos meteorológicos que se presentan en esta zona del mundo de acuerdo con la intensidad de los mismos de acuerdo a la escala Safir-Simpson como sigue:

- *Depresión Tropical.* - Es un sistema organizado de nubes de tormenta con circulación cerrada y vientos máximos sostenidos de 33 nudos o menos.
- Tormenta Tropical. - Es un sistema organizado de fuertes tormentas con circulación cerrada y vientos máximos sostenidos de entre 34 y 63 nudos.
- Huracán. - Es un sistema meteorológico tropical muy intenso con circulación cerrada bien definida y vientos máximos sostenidos que superan los 64 nudos.

A su vez, los huracanes se clasifican de acuerdo con la misma escala según su intensidad estimada por los daños que ocasionan a la vegetación, y las construcciones, y según la velocidad media de los vientos que los caracterizan.

A continuación, en el Cuadro IV.4, se presentan el listado de ciclones tropicales que se han presentado en el Estado, durante el período de 1970 – 2011.

Cuadro IV. 4. Ciclones Tropicales de 1970 a 2011 que han Afectado a Quintana Roo (FUENTE: CNA-SMN, 2011).

Año	Origen	Nombre	Categoría (*)	Lugar de entrada a tierra	Periodo	Vientos (Km/h)
2011	Atlántico	Rina	TT	30 km al O de Cozumel	23-28 octubre	95
2010	Atlántico	Richard	DT	Sur de Quintana Roo	20-26 octubre	55
2010	Atlántico	Karl	TT	15 km., al NE de Chetumal	14-18 septiembre	100
2010	Atlántico	Alex	TT	90m Km al SW de Chetumal	25 junio-1º Julio	65
2009	Atlántico	Ida	I	80 km al E de Cancún	4-10 noviembre	150
2008	Atlántico	Dolly	TT	Cancún	20-25 Julio	85
2008	Atlántico	Arthur	TT	SW de Chetumal	31 mayo-2 junio	65
2007	Atlántico	Dean	V	Mahahual	13-23 agosto	260
2005	Atlántico	Wilma	IV	Cozumel, Playa del C.	15-25 octubre	230
2005	Atlántico	Stan	TT	Felipe Carrillo Puerto	1º-5 octubre	75
2005	Atlántico	Emily	IV	20 km al N de -Tulum	10-21 Julio	215
2005	Atlántico	Cindy	DT	10 km W de FCP	3-6 Julio	55
2003	Atlántico	Claudette	TT	SSW de Cancún	8-15 Julio	90
2002	Atlántico	Isidore	III	N de Quintana Roo	14-26 septiembre	205
2001	Atlántico	Chantal	TT	Chetumal	15-22 agosto	85
2000	Atlántico	Keith	TT	Chetumal	28 Sep-6 octubre	75

Año	Origen	Nombre	Categoría (*)	Lugar de entrada a tierra	Periodo	Vientos (Km/h)
2000	Atlántico	Gordon	DT	Tulum	14-18 septiembre	55
1999	Atlántico	Katrina	DT	Chetumal	28 oct-1 nov.	45
1996	Atlántico	Dolly	I	Felipe C. Puerto	19-24 agosto	110
1995	Atlántico	Roxanne	III	Tulum	8-20 octubre	185
1995	Atlántico	Opal	DT	Bahía del Espíritu Sto.	27 Sep-2 oct.	55
1993	Atlántico	Gert	TT	Chetumal	14-21 septiembre	65
1990	Atlántico	Diana	TT	Chetumal	4-8 agosto	110
1988	Atlántico	Keith	TT	Cancún	17-24 noviembre	110
1988	Atlántico	Gilbert	V	Puerto Morelos	8-20 septiembre	287
1982	Atlántico	Alberto	DT	20 km al N de Holbox	2-6 junio	37
1980	Atlántico	Hermine	TT	Sacxán	20-26 septiembre	100
1979	Atlántico	Henriette	DT	Puerto Morelos	15-24 septiembre	45
1975	Atlántico	Eloise	TT	Puerto Morelos	13-24 septiembre	85
1974	Atlántico	Carmen	IV	Punta Herradura	29 Ago-10 Sep.	222
1973	Atlántico	Brenda	DT	Cancún	18-22 agosto	148
1971	Atlántico	Chloe	DT	Chetumal	18-25 agosto	45
1971	Atlántico	Edirh	TT	Chetumal	5-18 septiembre	110
1970	Atlántico	Ella	DT	Akumal	10-12 septiembre	55

(*) TT: Tormenta Tropical; DT: Depresión Tropical

Estos fenómenos juegan un papel importante en la economía debido a la actividad turística que se desarrolla en el estado. Si la presencia de estos fenómenos meteorológicos no es considerada en el proceso de planeación pueden tener un fuerte impacto; su presencia no se puede evitar, sin embargo, una actitud de previsión activa que combine la protección ante el peligro de estos fenómenos, y la conservación de los recursos naturales, simplifica los procesos de manejo y permite establecer un balance en la toma de decisiones sobre el tipo y la ubicación de las construcciones.

A pesar de los desastres que pueden ocasionar, no son fenómenos completamente destructores. El abastecimiento de agua en muchas regiones de México, y en especial en la Península de Yucatán (carente de ríos superficiales), depende en gran medida de la visita de estos sistemas atmosféricos.

Las tormentas tropicales y los huracanes se presentan en las costas de Quintana Roo en los meses de julio a octubre, los daños que ocasionan se deben a tres fuerzas destructoras: las marejadas, las inundaciones y los vientos.

Los huracanes reducen o ensanchan las playas, forman bajos arenosos y en ocasiones abren o cierran bocas de comunicación entre el mar y los humedales. El huracán Gilberto en 1988 casi hizo desaparecer las playas de Isla Mujeres y Cancún, modificó la topografía de los fondos arenosos en el área y cortó en varios puntos las playas de barrera presentes en las costas de Yucatán formando canales a través de ellas. En Cancún de acuerdo con los reportes de FONATUR, resultaron perjudicados 3,977 cuartos de hotel y 1,362 en Cozumel además de otras construcciones no hoteleras. El impacto del Huracán "Wilma" tuvo severas consecuencias en la zona norte de Quintana Roo.

Los "nortes" no guardan parentesco alguno con los huracanes. Son fenómenos meteorológicos totalmente distintos en su origen y su formación. Mientras los huracanes son de carácter marítimo, tropical y veraniego, los "nortes" son de naturaleza continental, extra tropical e invernal, se presentan de octubre a enero. A pesar de las diferencias en su origen causan efectos similares a los de los huracanes.

Debido a que los huracanes y los "nortes" son eventos consecutivos que modifican el litoral, en algunos lugares se complica la restauración de las playas. Los procesos naturales de transporte, y deposición de la arena se ven contrarrestados por los efectos de los nortes que comienzan poco después de la temporada de huracanes y que cada año hacen retroceder temporalmente la línea de costa.

b) Geología y geomorfología

De acuerdo al INEGI, la roca más abundante en la entidad es la sedimentaria, tanto del Terciario (89.5%) como del Cuaternario (10.1%), ambos Periodos pertenecientes a la Era del Cenozoico (63 millones de años); la roca sedimentaria del Terciario se localiza en todo el Estado excepto en la vertiente Oriental, que es ocupada por la roca sedimentaria del Cuaternario, paralela a la costa; incluso la Isla de Cozumel, es del mismo tipo de roca; el suelo abarca 0.4% de la superficie estatal, se ubica al Noreste, aledaño a la Laguna Yalahán.

La Península de Yucatán es un bloque tectónico único, sin plegamiento. Se ubica donde confluyen las placas Oceánica del Caribe y la Continental de Norte América, que data del Paleozoico, cuyo límite es la falla denominada Motagua. Este basamento metamórfico de origen pangeico continental se separó del Bloque Louisiana -Texas durante apertura del

Golfo de México; su posición actual viene desde finales del Triásico (~200 millones de años).

Como ha sido indicado anteriormente la mayor parte del Estado de Quintana Roo, se encuentra conformado en su mayoría por roca sedimentario del Terciario Superior, y de acuerdo a lo descrito por el INEGI, la zona del Sistema Ambiental delimitada para el proyecto, presenta esta misma característica (Fig. IV.5).

Quintana Roo forma parte de una masa compacta muy poco fracturada denominada Losa de Yucatán, con escasas corrientes superficiales, pero abundantes ríos subterráneos y ojos de agua.

Desde el punto de vista geomorfológico, se considera que la Península de Yucatán en su mayoría, es de carácter plataformico desde el Paleozoico; es decir, se trata de una formación básicamente sedimentaria de gran espesor en la cual la roca volcánica original que formara la placa de Yucatán se encuentra a gran profundidad y cubierta en toda su extensión por calizas de distinta naturaleza y antigüedad.

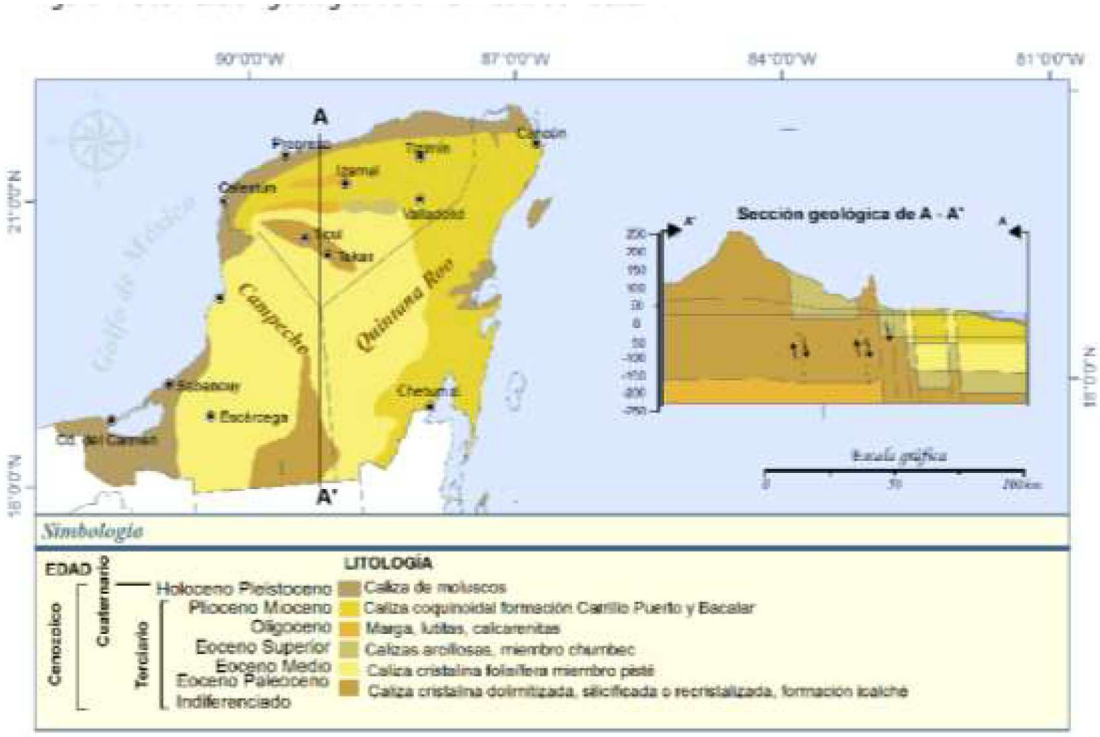


Figura IV. 5. Clasificación geológica de la Península de Yucatán

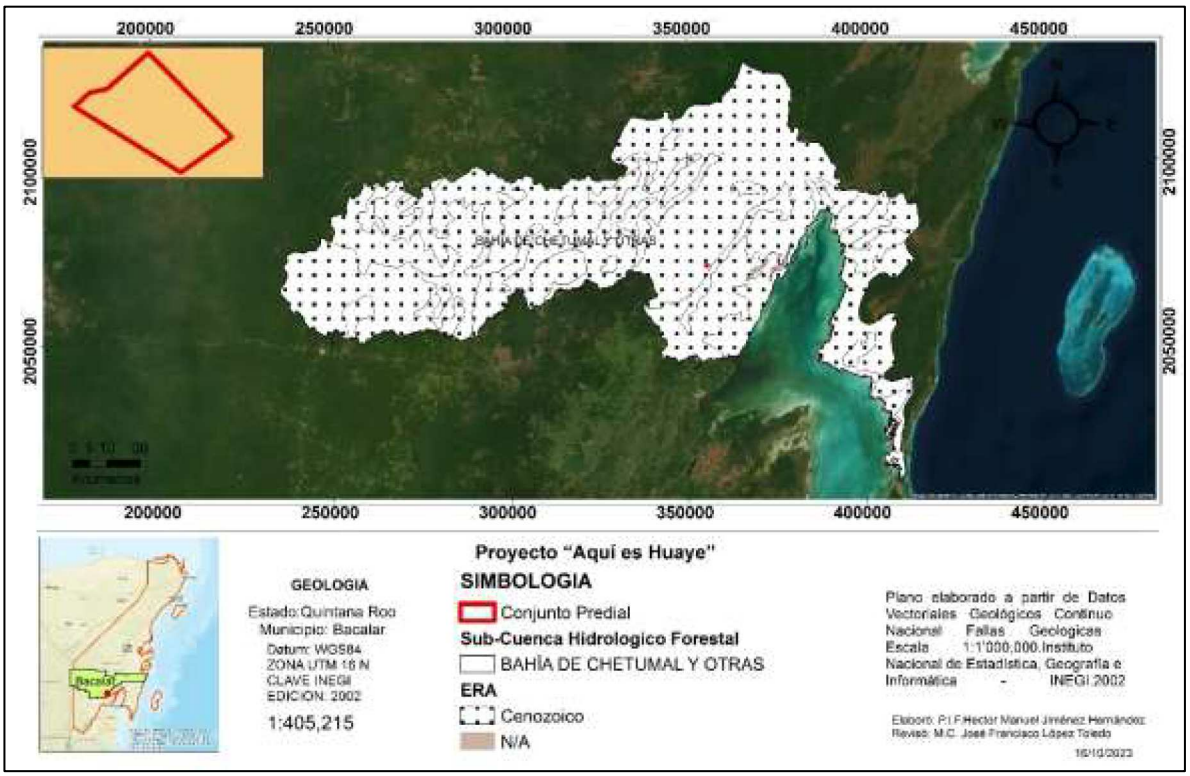


Figura IV. 6. Geología del sistema ambiental del proyecto

Esta gran placa estuvo sumergida hasta el Triásico-Jurásico, periodo en el cual la deposición de carbonatos se debió fundamentalmente a la deposición química natural de los océanos y a la actividad bacteriana y micro-orgánica de los mismos. Al inicio del Cretáceo se inicia la deposición de sales evaporativas, que dan lugar a la formación de grandes masas salinas.

A partir del Terciario y hasta el Plioceno-Cuaternario, la Península emerge y toma su forma actual, donde la plataforma sigue desarrollándose por acreción gracias a los crecimientos de los arrecifes coralinos y las formaciones de tipo biostromal.

Cuando el agua se filtra por el suelo se enriquece con dióxido de carbono y se vuelve ligeramente ácida, actúa entonces como agente erosivo de la roca caliza, la cual se debilita en extremo y se producen hundimientos que dejan al descubierto las aguas subterráneas. De este modo se forman los característicos cenotes del estado. Las principales formas cársticas que se presentan en el estado son geomorfologías que aparecen en cavidades subterráneas.

Las sales disueltas por el agua pueden volver a cristalizarse en determinadas circunstancias; por ejemplo, al gotear desde el techo de un cenote o cueva se forman estalactitas y estalagmitas, o si el agua se estanca en una cavidad se pueden producir geodas.

Sin embargo, la geomorfología fina de la Península dista mucho de ser monótona y refleja la gran cantidad y diversidad de eventos geológicos por los cuales ha pasado la formación triásica original para constituirse en lo que hoy es la parte emergida de la Península. En este conjunto de procesos se incluyen los eventos tectónicos recientes que dieran origen a las formaciones de fractura de la porción Suroriental del Estado y que hoy se reconocen como el sistema de fracturas de la región Bacalar.

Se observan las siguientes unidades geomorfológicas para el área comprendida por el Estado de Quintana Roo:

- Mesas cársticas con diversos grados de disección fluvial
- Planicies inter montañas
- Planicies estructurales
- Valles cársticos
- Valles fluviales
- Superficies de acumulación temporal
- Superficies de acumulación permanente
- Superficies de acumulación marina
- Residuos de erosión diferencial

Las mesas cársticas se elevan sobre las planicies por una unidad de ladera con procesos fluviales. En el área dominan las mesas de desarrollo cárstico con distintos grados de disección fluvial. La formación de un Paisaje Cárstico, es aquella en donde dominan los procesos de disolución de las rocas calizas al contacto con las aguas pluviales. Las mesas están limitadas por contacto litológico, mismo que es evidenciado por fallas de orientación Noreste-Suroeste con rocas calizas del Mioceno y del Terciario Superior Plioceno-Mioceno. Las rocas calizas del Paleoceno constituyen el relieve con mayor energía y se desarrollan procesos cársticos, fluviales y fluvio-cársticos; sobre estas unidades litológicas, se denominan en general Formas de Desarrollo Cárstico.

Las Mesas de intensa disección fluvial se encuentran al Poniente, se caracterizan por presentar colinas simétricas de cimas redondeadas de por lo menos 50 metros de altura y laderas de pendientes fuertes donde predominan los procesos fluviales.

Mesas de desarrollo fluvio-cárstico, están formadas por un relieve menos pronunciado que las anteriores, también están constituidas por colinas y microvalles. Las colinas pueden alcanzar hasta 30 metros de altura y son evidentes las formas de evolución cárstica (dolinas y uvalas).

Las Mesas de desarrollo cárstico fluvial están presentes principalmente en el Centro y Oriente hacia la Zona Maya, José María Morelos y Felipe Carrillo Puerto; se caracterizan por presentar poco relieve, además, se observan colinas aisladas menores a los 20 metros de altura y laderas con poca pendiente.

Las mesas niveladas, son más extensas en la sección Sur, son mesas en las que la disección fluvial es prácticamente nula y se caracterizan como superficies que reciben los aportes hídricos superficiales en donde se infiltran debido al poco relieve y a la permeabilidad del terreno; en estas superficies se encuentran las áreas de inundación temporal y permanente.

*Las planicies estructurales***,** son superficies cuya altitud se encuentra entre los 0 y los 100 msnm y se localizan en el Norte del Estado. Las zonas deprimidas en el área contienen depósitos aluviales cuaternarios producto de la disolución y el transporte de las rocas calizas, corresponden a materiales poco consolidados formados por gravas, arenas, limos y arcillas; pueden contener importantes escurrimientos epigeos sobre líneas de debilidad tectónica; en la formación subyacente, también presentan áreas de inundación prolongada, así como cuerpos lacustres de régimen permanente.

Los valles fluvio cársticos se presentan entre las mesetas de desarrollo cárstico y se caracterizan por presentar una topografía plana y estar surcadas por canales de escurrimiento superficial de régimen intermitente. También presentan superficies sujetas a inundación prolongada; su dinámica se caracteriza por el aporte de materiales provenientes de los talwegs (relieve erosivo producto de la disección fluvial), que se desarrollan sobre laderas y mesetas contiguas.

Los valles fluviales se ubican entre las mesetas cársticas. Se caracterizan por tener un canal superficial principal con algunos tributarios que drenan el área. Es probable que estos pequeños valles se desarrollen sobre líneas de debilidad tectónica que están siendo modeladas por la actividad fluvial, particularmente por el tipo de materiales que constituyen la base geológica de la estructura. El tipo de rocas corresponde a depósitos cuaternarios, al Sureste de esta unidad se aprecian algunos cuerpos de agua perennes y pertenecen a formas de disolución cársticas denominadas uvalas.

La karsticidad que se observa en Quintana Roo, es la misma que podemos apreciar en general en toda la Península de Yucatán; sin embargo, debido al escaso desarrollo agrícola que tiene el Estado, es posible a diferencia de lo visto en Yucatán, apreciar claramente las formaciones de tipo espumoso que tiene el karst hacia la zona Sur, aspecto que nos da información relevante respecto a su edad y confirmando la apreciación evolutiva mostrada por las estructuras geológicas mayores y la información petrográfica disponible.

Geomorfología

La geomorfología del sistema ambiental corresponde a una llanura rocosa de piso rocoso o cementado e inundable (Fig. IV.7).

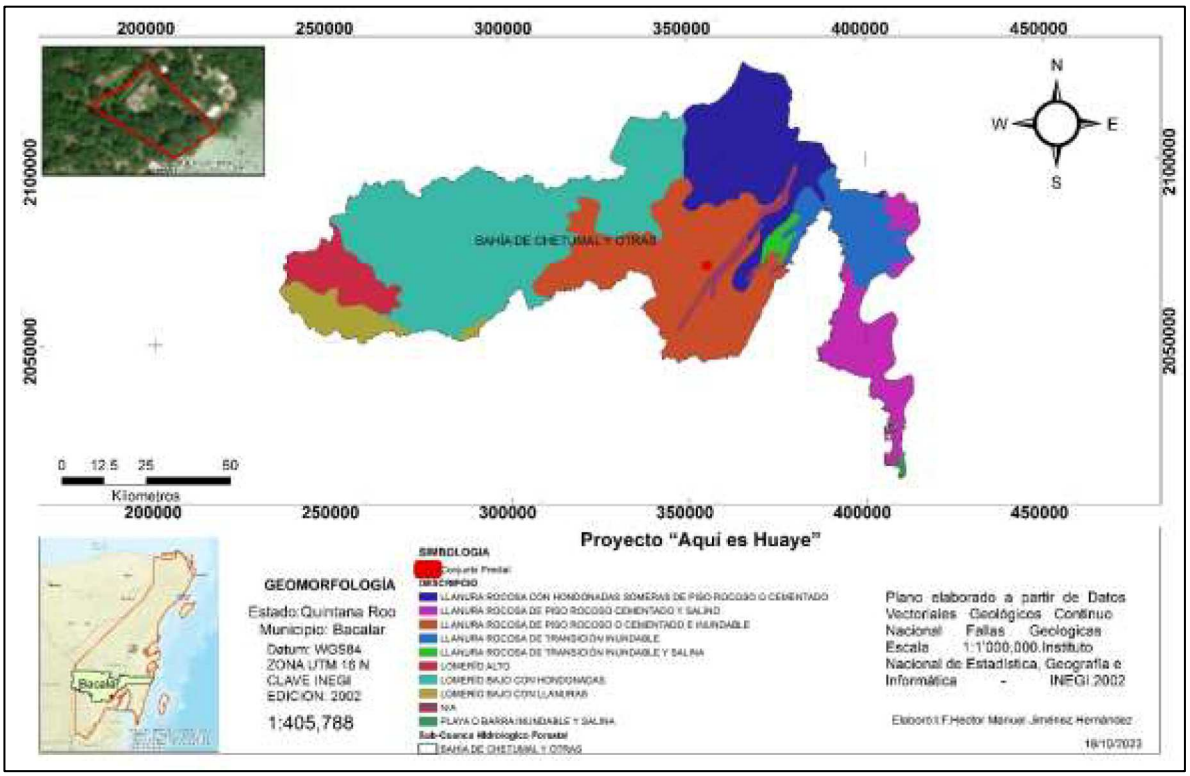


Figura IV. 7. Geomorfología del sistema ambiental del proyecto.

Fisiografía del Sistema Ambiental

El Estado de Quintana Roo está comprendido en la provincia fisiográfica de Yucatán, la cual, a su vez, se divide en tres subprovincias nombradas: "Llanuras con Dolinas", "Plataforma de Yucatán" y "Costa Baja".

En la subprovincia *"Plataforma de Yucatán"* se extiende la porción suroccidental del Estado, cuyo paisaje está configurado por lomeríos alternados con pequeñas llanuras. En su porción sur, la altitud del terreno decrece de poniente a oriente, en forma escalonada desde unos 300 msnm en el borde occidental del Estado hasta unos cuantos metros en el límite oriental de esta subprovincia; en la porción norte de la misma la altitud varía entre 10 y 150 msnm; la única corriente superficial notable es el río Azul, que nace en Guatemala y es afluente del río Hondo; por lo demás, la red de drenaje superficial sólo consta de algunos arroyos efímeros de corto recorrido que fluye hacia las depresiones topográficas.

La Subprovincia "Costa Baja de Quintana Roo", se extiende a lo largo del borde centro-oriental del Estado, la cual se caracteriza por su relieve escalonado, descendente de

poniente a oriente, con reducida elevación sobre el nivel del mar. A lo largo de su borde Sur y Suroriental transita el Río Hondo, única corriente superficial permanente de la entidad.

De acuerdo al Estudio Hidrológico (INEGI, 2002), el área del sistema ambiental del proyecto, se localiza en la Provincia denominada "Península de Yucatán", particularmente en la Subprovincia "Costa Baja de Quintana Roo y Costa Baja de Quintana Roo", las cuales ocupan parte de la porción Sureste del Estado de Quintana Roo (Figura. IV.8).

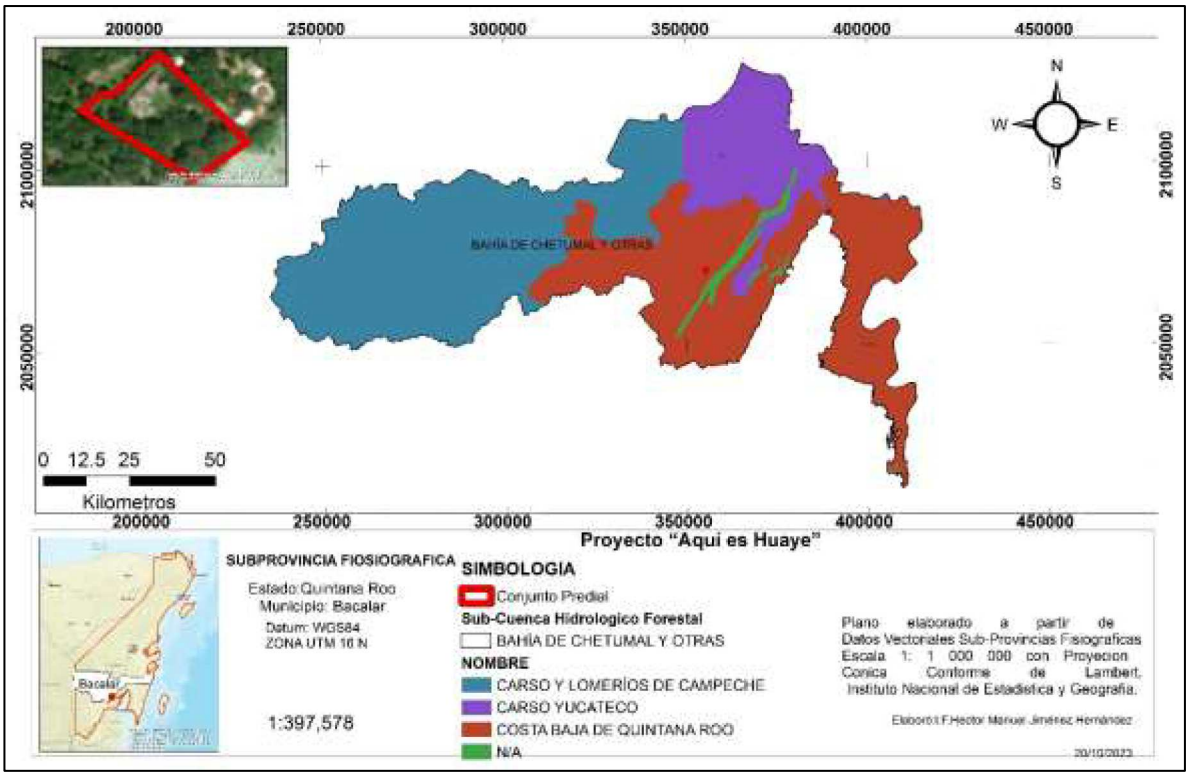


Figura IV. 8. Fisiografía del sistema ambiental del proyecto.

Relieve del sistema ambiental

El sistema ambiental presenta elevaciones entre el mínimo de 0 y máximo de 200 msnm. Las curvas de nivel de la figura IV.9, proyectadas en el programa ArcMap 10.4.con curvas de nivel del INEGI, 2016.

Porción noroccidental: Predomina la planicie con menos de 10 m de altitud, presenta pocas evidencias de un relieve cárstico, el cual está reducido a tipo tinajas y algunos cenotes de boca ancha con nivel somero del agua. Hay cuevas pequeñas de origen freático

que culminan en sifones a unos 10 m de profundidad. En apariencia, el desarrollo cárstico escaso se debe a cuatro factores: a) poca precipitación, b) relieve muy joven (Cuaternario), c) débil contraste, y d) una estructura geológica que consiste en calizas dispuestas en estratos delgados.

Planicie nororiental: Altitud de 10 a 50 m, relieve cárstico con desarrollo amplio, representado sobre todo por cenotes, hoyas y aguadas. Se hace referencia con estos términos a dolinas formadas por disolución de las rocas, las cuales llegan a alcanzar hasta 100 m de diámetro y 30 m de profundidad, se caracterizan por un fondo plano debido al relleno de suelos; a las que tienen agua en el fondo se les denomina aguadas. Presenta cuevas que se encuentran por debajo del nivel freático, es decir, totalmente inundadas. Esto se explica por la litología homogénea de calizas en estratos gruesos, una mayor energía del relieve, inclinación de las capas, mayor precipitación, movimientos tectónicos posiblemente más intensos durante el Cuaternario y una mayor antigüedad.

Porción oriental: Desde el nivel del mar hasta los 50 m, tiene varios pisos de altitud diferente, controlados por fallas. Esto se puede explicar por la margen activa de Quintana Roo, donde la plataforma y el talud continentales describen una morfología de terrazas escalonadas muy estrechas; así mismo aproximadamente a 4,000 m bajo el nivel del mar de la cuenca de Yucatán se encuentra la planicie abisal.

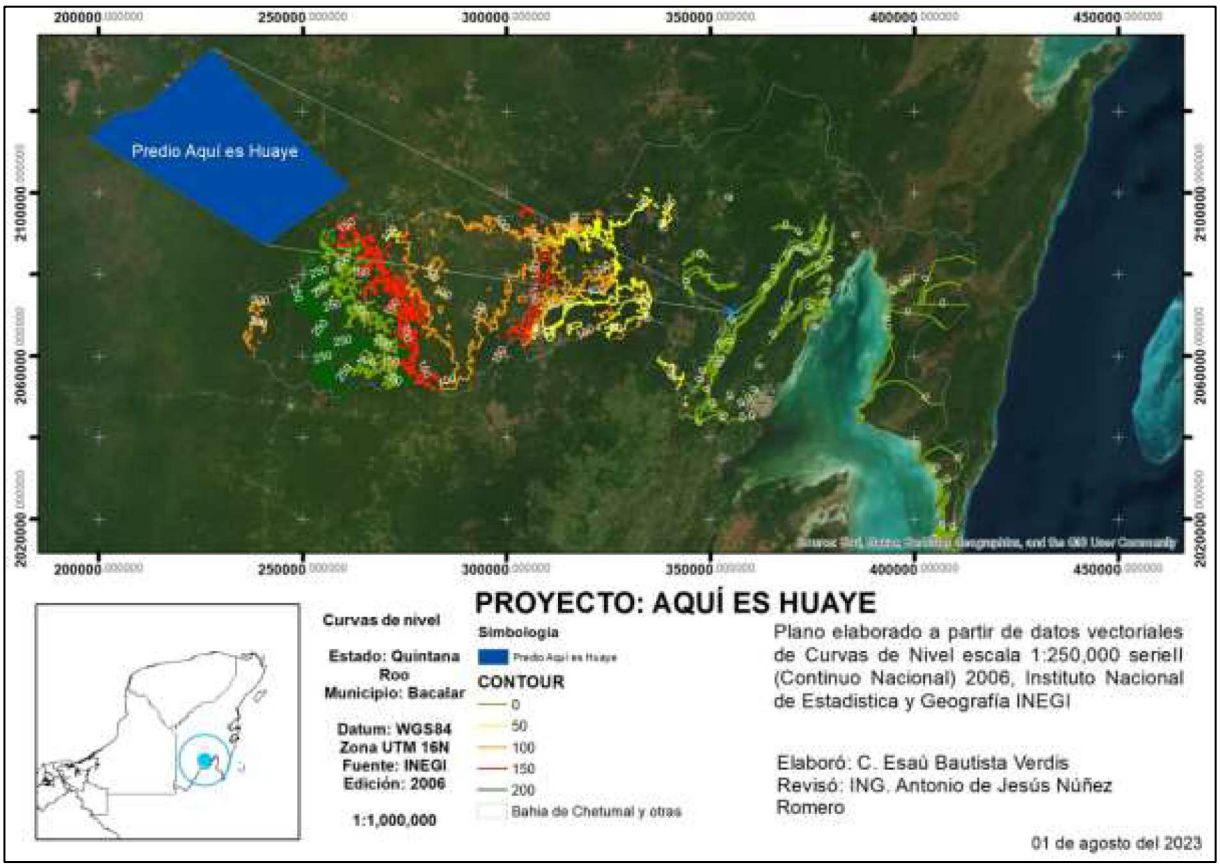


Figura IV. 9. Relieve en el sistema ambiental

Los únicos cerros que se encuentran en el Estado de Quintana Roo son el Charro, Nuevo Bécar y el Pavo (Figura IV.10). El paisaje está formado por lomeríos y pequeñas llanuras. La altitud desciende de poniente a oriente, en forma escalonada, desde 300 msnm en el borde occidental del estado hasta unos cuantos metros en el límite oriental. Es asiento de la única corriente superficial, el Río Hondo, que se origina en la unión del río Azul y el Bravo, este último hace su recorrido en territorio guatemalteco; al oeste, a poco más de un kilómetro, el Azul, que proviene de Guatemala, recibe el aporte del río Ixnoha que a su vez recibe aportaciones de arroyos menores, aunque su desarrollo es completamente del lado mexicano. La red de drenaje superficial sólo consta de algunos arroyos efímeros de corto recorrido que fluyen hacia las lagunas.

Porción noroccidental: Predomina la planicie con menos de 10 m de altitud, presenta pocas evidencias de un relieve cárstico, el cual está reducido a tipo tinajas y algunos cenotes de boca ancha con nivel somero del agua. Hay cuevas pequeñas de origen freático que

culminan en sifones a unos 10 m de profundidad. En apariencia, el desarrollo cárstico escaso se debe a cuatro factores: a) poca precipitación, b) relieve muy joven (Cuaternario), c) débil contraste, y d) una estructura geológica que consiste en calizas dispuestas en estratos delgados.

Planicie nororiental: Altitud de 10 a 50 m, relieve cárstico con desarrollo amplio, representado sobre todo por cenotes, hoyas y aguadas. Se hace referencia con estos términos a dolinas formadas por disolución de las rocas, las cuales llegan a alcanzar hasta 100 m de diámetro y 30 m de profundidad, se caracterizan por un fondo plano debido al relleno de suelos; a las que tienen agua en el fondo se les denomina aguadas. Presenta cuevas que se encuentran por debajo del nivel freático, es decir, totalmente inundadas. Esto se explica por la litología homogénea de calizas en estratos gruesos, una mayor energía del relieve, inclinación de las capas, mayor precipitación, movimientos tectónicos posiblemente más intensos durante el Cuaternario y una mayor antigüedad.

Porción oriental: Desde el nivel del mar hasta los 50 m, tiene varios pisos de altitud diferente, controlados por fallas. Esto se puede explicar por la margen activa de Quintana Roo, donde la plataforma y el talud continentales describen una morfología de terrazas escalonadas muy estrechas; así mismo aproximadamente a 4,000 m bajo el nivel del mar de la cuenca de Yucatán se encuentra la planicie abisal.

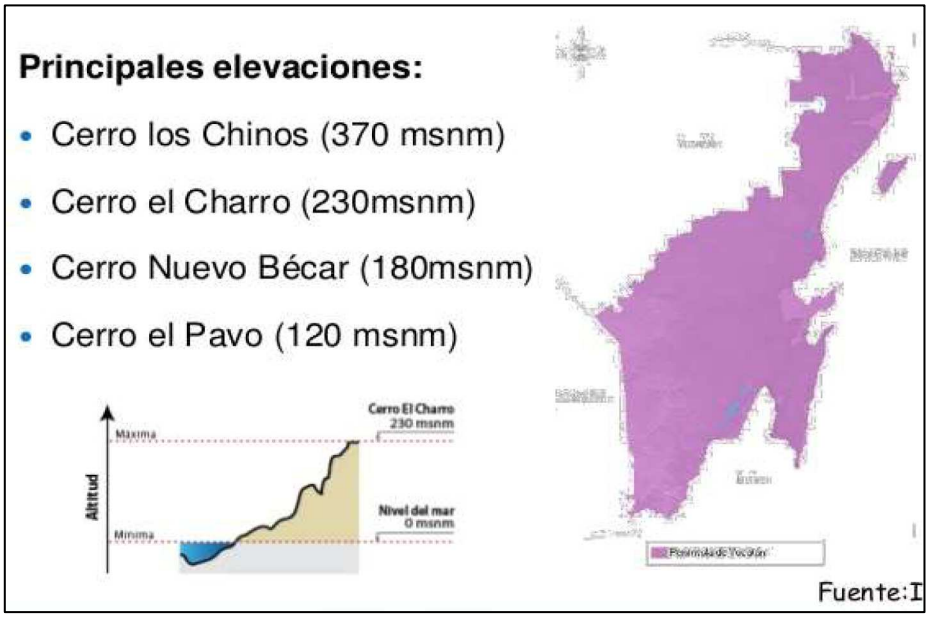


Figura IV.10. Principales elevaciones existentes en el Estado de Quintana Roo

Presencia de fallas y fracturas

Los rasgos estructurales más notables se exhiben en dos direcciones: una que corresponde principalmente a fracturas pero que presenta la falla de mayor extensión, que se alinea de noreste a suroeste, muestra claramente fracturas de dimensiones diversas y fallas normales como la evidenciada por la alineación del río Hondo y la laguna de Bacalar, además que por regla general los cenotes se encuentran en estos accidentes o en su intersección. Como se observa, en el sistema ambiental delimitado se encuentra una fractura la cual influye por la zona lagunar (laguna de Bacalar).

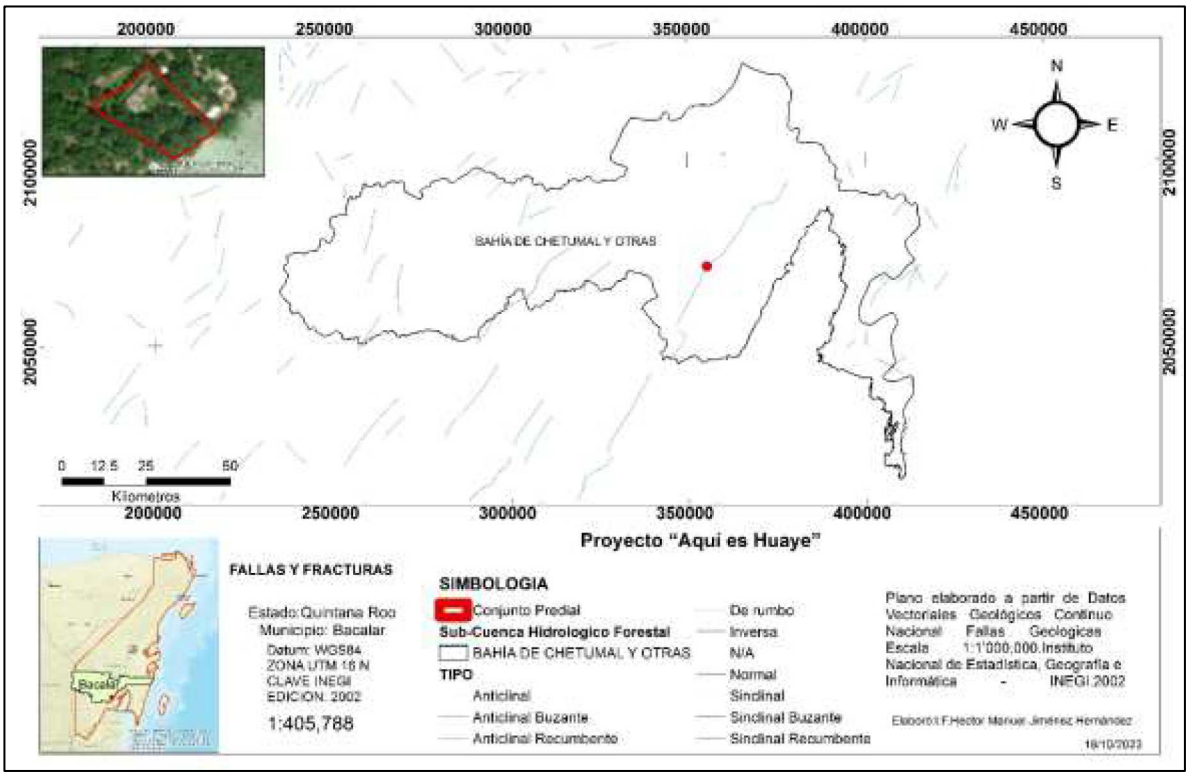


Figura IV.11. Fallas y fracturas presentes en el sistema ambiental

Susceptibilidad

Sismicidad

De manera general, toda la Península de Yucatán se encuentra clasificada como perteneciente a la Zona A, la cual corresponde a la más baja de las zonas sísmicas de la República Mexicana. No obstante que para esta área se han registrado temblores con

intensidades de 4 a 7 grados según la escala de Mercalli y, de acuerdo a los registros, se presenta una recurrencia poco significativa de 108 años.

Por la razón anterior, se considera que en la zona no se detectan movimientos tectónicos de significancia y que pudieran afectar en alguna medida las actividades del proyecto de interés que se propone implementar.

Figura IV. 12. Mapa de regionalización sísmica de la República Mexicana.

Deslizamientos

Confirmando las características geológicas de la región, el sustrato presente en el predio de interés se caracteriza por presentar grandes formaciones rocosas de carácter sedimentario, por lo que se considera que éstas presentan una consistencia firme y rígida. Además de que la topografía es sensiblemente plana, situación por la cual se descarta la posibilidad de algún fenómeno de deslizamientos de roca o suelo.

Derrumbes

No obstante, la naturaleza cárstica de los mantos rocosos que predominan en las capas profundas del subsuelo del área de interés, en la región no se cuenta con registros recientes

de que este fenómeno se presente como un fenómeno de afectación generalizada y que sean motivo de afectación directa a los ecosistemas o la población asentada en la región.

Inundaciones

La zona donde se ubica el predio de interés presenta una topografía sensiblemente plana, además de que se carece de escurrimientos superficiales de agua. Por ello durante la temporada lluviosa del año, se puede llegar a acumular ciertos volúmenes de agua que forman bajos anegadizos de muy diversas dimensiones. No obstante, estos son absorbidos rápidamente debido a la naturaleza de terreno una vez que la lluvia cesa.

Otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica

En la región del Municipio de Bacalar, y de hecho, en toda la Península de Yucatán, no se manifiesta ninguna actividad volcánica.

c) Suelos

El suelo es la parte superficial de la corteza terrestre, en contacto con la atmósfera y sometida a la acción de la erosión (mecánica y química) de los animales y de las plantas, lo que produce la alteración y disgregación de las rocas (LAROUSSE, 2012).

En el siguiente cuadro se presentan los tipos de suelo con sus claves y la porción de superficie que ocupan dentro de unidad hidrológica forestal.

Cuadro IV. 5. Clasificación de suelos de la Subcuenca Bahía de Chetumal (Sistema Ambiental)

Tipo de suelo	Clave	Textura	Porción Ocupada (%) en el Área Delimitada
Rendzina	E	Fina	59.47%
Vertisol pélico	Vp	Fina	8.98%
Rendzina	E	Media	8.38%
Litosol	I	Media	7.22%
Gleysol mólico	Gm	Media	7.19%
Litosol	I	Fina	4.84%
Agua	H2O		2.09%
Solonchak órtico	Zo	Gruesa	1.52%
Gleysol vertico	Gv	Fina	0.32%
Total, general			100%

La unidad hidrológico-forestal (Subcuenca Bahía de Chetumal y otras) donde se encuentra inmerso el área del proyecto "*Aquí es Huaye*" cuenta con seis tipos de suelos, mismos que se presentan en la Figura IV.13. El más abundante es el suelo Rendzina con textura Fina, ocupando el 67.85% de la superficie de la unidad hidrológico-forestal (Subcuenca Bahía de Chetumal), le sigue Vertisol Pelico y Litosol (Figura. IV.13).

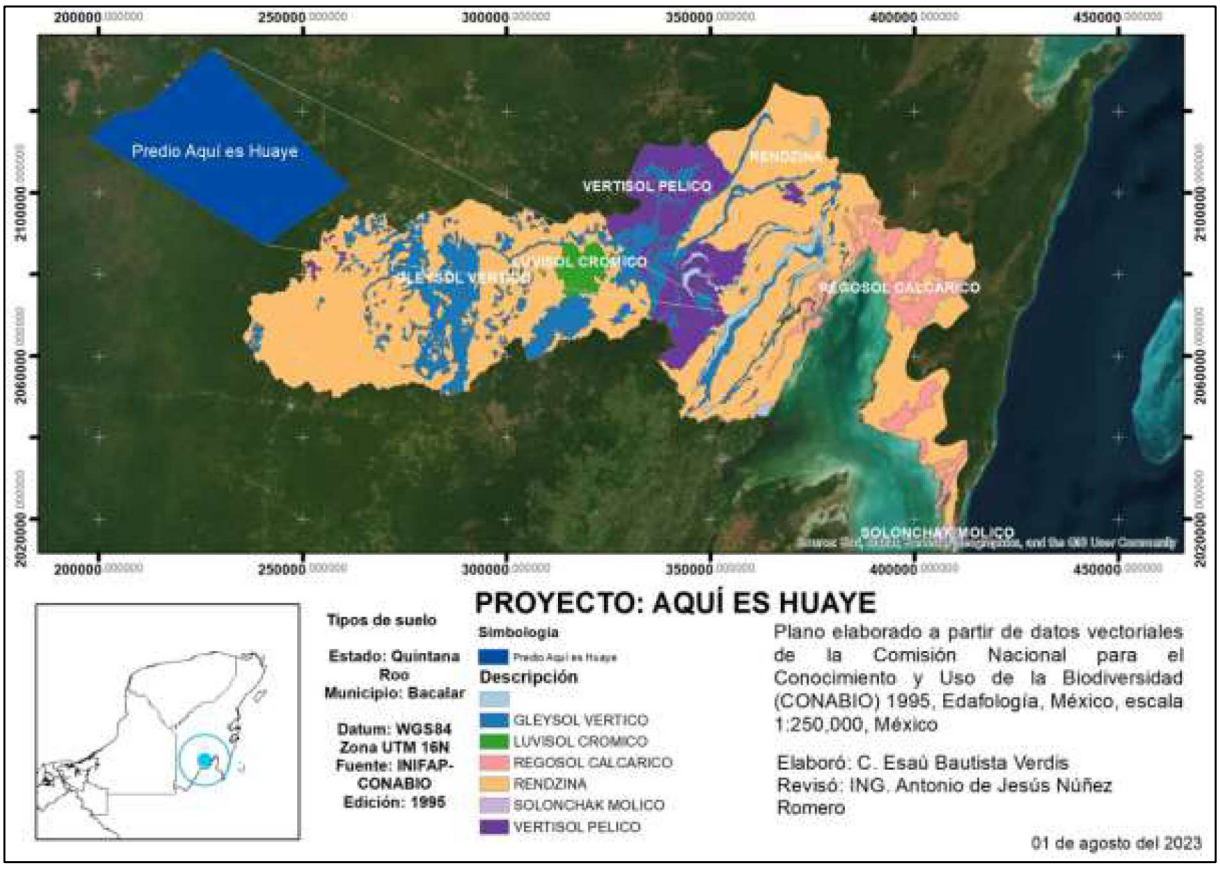


Figura IV. 13. Tipo de suelo presente en el área del sistema ambiental del proyecto

De acuerdo con la Guía para la Interpretación de Cartografía Edafológica del INEGI, se describen las unidades de suelos identificadas dentro del Área Delimitada.

Rendzina

Las Rendzinas son suelos pedregosos, poco profundos, con roca calcárea en la parte baja. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal.

Vertisol

En el estado de Quintana Roo, el Vertisol es conocido con el nombre maya de ya'ax hom o ya'ax hom - ak'alché, términos que se pueden considerar como una referencia a los lugares bajos que mantienen una vegetación verde, gracias a la humedad que se conserva en el perfil del suelo por el lento drenaje del terreno. El Vertisol es identificado genéricamente como suelos de sabana (chak'an), por ser este uno de los principales tipos de vegetación que se desarrollan sobre dicho suelo; en este caso, el nivel de humedad durante la época lluviosa es elevado, aunque en la temporada seca es crítico, lo que se traduce en la alternancia de condiciones de compactación en la primera y la formación de grietas en el perfil del suelo de 5 cm o más de grosor en la segunda. Como rasgo recurrente en la entidad, se ha observado que el vertisol rara vez yace sobre la coraza calcárea (chaltún), sino que, por el contrario, es común que su matriz mineral descanse directamente sobre sedimentos calcáreos no consolidados (sahcab).

Litosol

Del griego *lithos:* piedra. Literalmente, suelo de piedra. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lamerías y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión son muy variable dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre.

En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua. No tiene subunidades y su símbolo es (l).

Gleysol

Del ruso *gley:* pantano. Literalmente, suelo pantanoso. Suelos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de

profundidad, como las llanuras costeras de Veracruz y Campeche, así como en las llanuras y pantanos tabasqueños donde son los suelos más importantes por su extensión.

Se caracterizan por presentar, en la parte donde se saturan con agua, colores grises, azulosos o verdosos, que muchas veces al secarse y exponerse al aire se manchan de rojo

La vegetación natural que presenta generalmente es de pastizal y en algunas zonas costeras, de cañaveral o manglar. Son muy variables en su textura, pero en México predominan más los arcillosos, esto trae como consecuencia que presenten serios problemas de inundación durante épocas de intensa precipitación.

Regularmente estos suelos presentan acumulaciones de salitre. Se usan en el sureste de México para la ganadería de bovinos con resultados moderados a altos. En algunos casos se pueden destinar a la agricultura con buenos resultados en cultivos como el arroz y la caña que requieren o toleran la inundación. Su símbolo es (G) (INEGI, 2008).

Gleysol mólico: Del latín *mollis:* suave. Suelos con una capa superficial suave, obscura, fértil y rica en materia orgánica (INEGI, 2008).

Gleysol vertico: Del latín yerto: voltear. Suelos que cuando están secos presentan grietas notables en alguna parte del subsuelo (INEGI, 2008).

Solonchak

Del ruso sol: sal. Literalmente 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 de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas). Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal, pero con rendimientos bajos. Su símbolo es (Z) (INEGI, 2008).

Solonchak órtico: Del griego orthos: recto, derecho. Suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo. Unidades de suelo: Acrisol, Luvisol, Solonchak y Solonetz (INEGI, 2008).

Estado de conservación del suelo

Se considera que en la zona donde se ubica la Subcuenca Bahía de Chetumal (Unidad hidrológico-forestal) **no existen tierras frágiles** que sean sujeto de degradación natural. Además de que las condiciones climáticas favorecen que todos los terrenos que llegan a ser desmontados se cubran rápidamente de vegetación secundaria que surge de manera espontánea.

De este modo, es posible afirmar que en la Subcuenca Bahía de Chetumal (Unidad hidrológico-forestal) **no existe erosión hídrica o eólica y no se presentan pendientes, ni condiciones climáticas extremas (precipitación escasa y variable, temperaturas elevadas o muy bajas), y sus suelos son altamente permeables, por lo cual la Subcuenca Bahía de Chetumal no es catalogada como tierras frágiles.** Sin embargo, de acuerdo con la imagen de la Figura IV.14, se puede observar un alto grado de perturbación del paisaje en la Subcuenca Bahía de Chetumal por actividades antropogénicas, principalmente por la agricultura y la ganadería.

Figura IV. 14. Subcuenca Bahía de Chetumal (Unidad hidrológico-forestal) sobre fondo de imagen de satélite de Google earth ®, donde se observa el estado de conservación del paisaje.

d) Hidrología superficial y subterránea

La Hidrología es la Ciencia que trata de las propiedades mecánicas, físicas y químicas de las aguas marinas (Hidrología Marina u Oceanografía) y continentales (Hidrología Pluvial o Potamología) (LAROUSSE, 2012). En este estudio nos ocuparemos de la Hidrología Pluvial del territorio correspondiente al Área Delimitada, que corresponde a la Subcuenca Bahía de Chetumal (Sistema Ambiental).

La península carece de corrientes superficiales, principalmente en la porción norte; hacia el sur sólo se manifiesta un drenaje incipiente que desaparece en resumideros o en cuerpos de agua superficiales. Así, gran parte de la precipitación pluvial se evapotranspira y el resto se infiltra a través de fracturas, oquedades y conductos kársticos en las calizas. En el subsuelo el agua sigue diferentes trayectorias de flujo, controladas por el desarrollo o evolución del Karst profundo. Es evidente que las regiones de mayor karsticidad se presentan al sur de la península, donde se encuentran los sedimentos más viejos (del Paleoceno-Eoceno). Por consiguiente, deberá existir una diferencia en las características hidráulicas del medio por donde circula el agua.

De esta forma, la ocurrencia del agua subterránea está supeditada a la presencia de dos grandes regiones kársticas: la porción noreste, asociada con las provincias geomórficas II y IV de la Península y la porción sur, formadas por la provincia geomórfica III.

Se plantea así, la existencia de dos acuíferos regionales de carácter kárstico distinto, que se denominaron, en función de la edad de las rocas; Miocénico y Eocénico.

La situación del agua disponible varía entre las Regiones hidrológico-administrativas: la mayor parte del agua disponible en la Península de Yucatán está en fuentes subterráneas, mientras que otras regiones como Golfo Norte y Golfo Centro dependen en un porcentaje alto del escurrimiento superficial, tal como puede verse en el plano los escurrimientos varían del 0% en la mayoría de la península al 20% solo en algunos lugares de la península.

Para el análisis de este elemento físico, se consultaron datos vectoriales (Shapefiles o capas de información) disponibles en INEGI, así como la capa de información topográfica disponible en la red, como parte del programa Arc Gis 10.1, e imágenes de satélite tipo Spot, disponibles en línea como parte del programa Google Earth ®. Se elaboró cartografía en el programa Arc Gis 10.1 y posteriormente fue analizada.

El área del proyecto, se ubica dentro de la Región Hidrológica RH-33, de nombre Yucatán Este, (Quintana Roo). Dentro de ésta se ubican dos cuencas, siendo la de nuestro interés la de clave "A", de nombre Bahía de Chetumal y otras. A su vez esta se subdivide nuevamente en 5 subcuencas, por lo que se hace referencia a la que se denomina Bahía de Chetumal.

Hidrología superficial

La principal corriente superficial es el Río Hondo, que nace en Guatemala con el nombre de Río Azul; su curso tiene una longitud total de 125 km y está orientado de noreste a suroeste; constituye el límite sur de Quintana Roo y el límite internacional entre México y Belice, y desemboca en el Mar Caribe en la Bahía de Chetumal. Su cuenca tributaria tiene extensión total de 9,958 km^2, distribuida entre los países que la comparten como sigue: 4,107 km^2 corresponden a México; 2,873 km^2, a Guatemala, y 2,978km^2, a Belice.

El Río Hondo tiene régimen permanente y escurrimiento medio anual de 1,500 millones de metros cúbicos (Mm3), estimándose que un 15% de este volumen es generado en las temporadas de lluvia, durante las cuales conduce caudales de 40 a 60 m^3/seg.; el otro 85% del volumen escurrido procede del subsuelo, que le aporta un caudal base de 20 a 30 m^3/seg. El agua del río tiene salinidad del orden de 700 p.p.m. (UQROO, PEOT).

Todas las demás corrientes de la entidad son de régimen transitorio, bajo caudal y muy corto recorrido, y desembocan a depresiones topográficas donde forman lagunas; éstas son efímeras, con excepción de las de Bacalar, Chichancanab y Chunyaxché, que son permanentes debido a que en ellas aflora la superficie freática. El área del proyecto colinda al oeste con la Laguna de Bacalar, siendo un cuerpo de agua perenne.

Escurrimientos

Hidrológicamente esta subregión queda conformada por escurrimientos que se pierden para seguir un cauce subterráneo, de los que prácticamente se pueden mencionar el Escondido y El Tigrito, ambos en la subcuenca "c" de la cuenca A, y dentro del Estado de Quintana Roo. Por otra parte, únicamente las subcuencas "d" y "e" de la misma cuenca A presentan escurrimientos superficiales con cauces bien establecidos, y son estos los que forman parte de la cuenca de aportación del Río Hondo.

Lagunas

Con respecto a estos cuerpos de agua superficial, la entidad cuenta con lagunas de las que se pueden mencionar entre las más importantes la Laguna Bacalar y la Laguna Chichancanab.

Cuerpos de agua en el área del Sistema Ambiental

El proyecto "***Aquí es Huaye***" es colindante a la Laguna de Bacalar, único cuerpo de agua que se encuentra cercano al área del proyecto" (Figura IV.15).

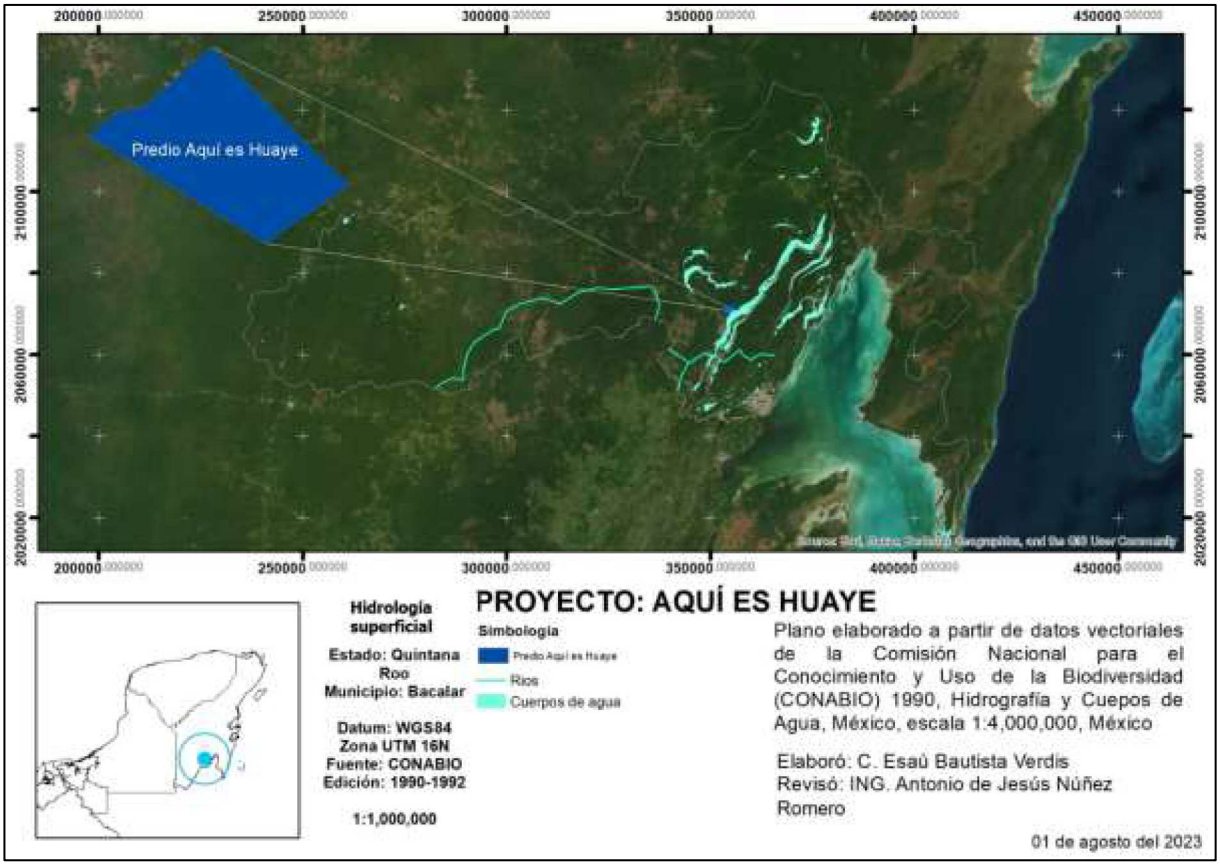


Figura IV. 15. Cuerpos de agua en el área del sistema ambiental del proyecto.

Hidrología subterránea

En el área de estudio se identifican dos regiones de acuíferos: la primera corresponde a un acuífero compuesto por rocas carbonatadas del periodo del Eoceno-Paleoceno, ubicado

hacia las porciones con mayor altitud del sur-suroccidente; la segunda está compuesta por rocas carbonatadas del periodo del Mioceno-Plioceno, distribuida a largo de la costa. De acuerdo con Marín, Perry, Essaid y Steinich (2004), ambas regiones se pueden describir como acuíferos de porosidad triple, donde el flujo del agua subterránea circula a través de la matriz, fracturas y un sistema de cavernas interconectadas con orientación NNO-SSE, casi perpendicular a la costa.

En el subsuelo, el agua sigue diferentes trayectorias de flujo controladas por el desarrollo o evolución del carst profundo (Velázquez, 1986). La dirección del flujo de agua subterránea se presenta de SO-NE en las zonas de mayor altitud y de O-E hacia la costa (Marín, Perry, Essaid, & Steinich, 2001; Gondwe, Hong, Wdowinski, & Bauer-Gottwein, 2010; Charvet, 2009; JICA, 2004; CNA, 2001, 2007, 2009; Perry, Velazquez-Oliman, & Marin, 2002). La tendencia es en relación con la mayor densidad de fracturamiento de las formaciones geológicas que lo conforman (Fig. IV. 15), moviéndose de las zonas de mayor precipitación hacia la costa, constituyendo hacia esta zona su área de descarga, alimentando a su vez al sistema Bacalar-Río Hondo, la bahía de Chetumal y mar Caribe (Velázquez, 1986; CNA, 2007, Álvarez et al. 2016).

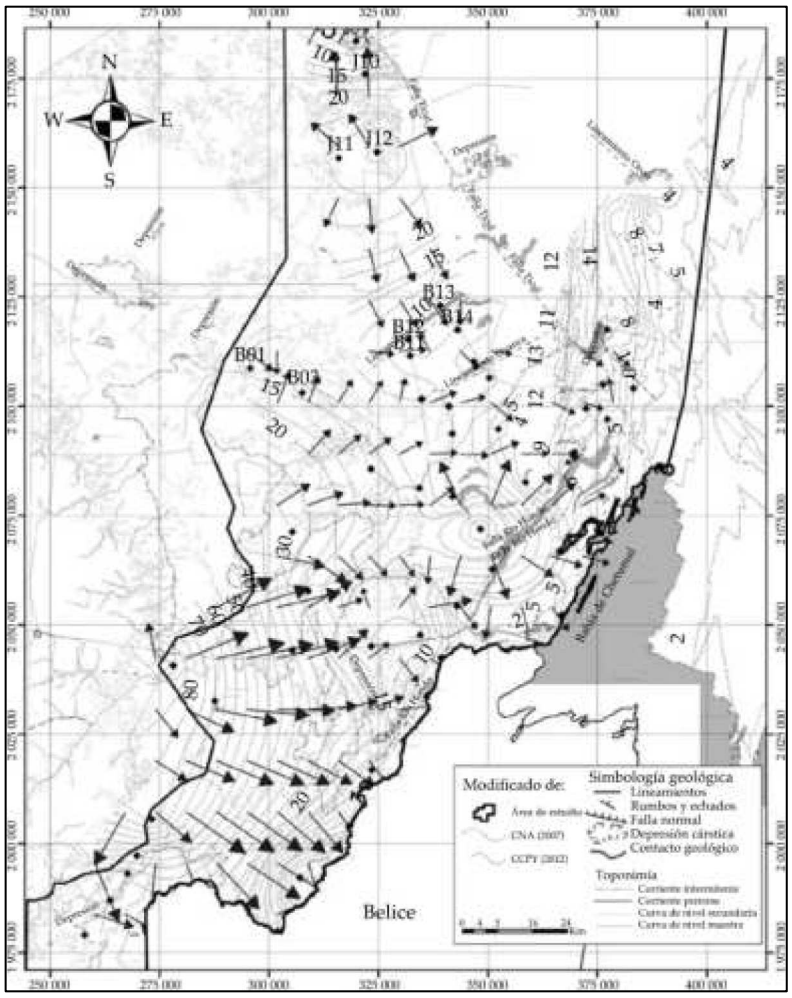


Figura IV.16. Flujo de agua subterránea a escala regional[1]

La hidrología de la Península de Yucatán es muy peculiar debido a las elevadas precipitaciones y a la naturaleza cárstica de un suelo altamente permeable que no hace posible la formación de corrientes superficiales y que, por el contrario, permite la infiltración rápida hacia el subsuelo, generando la presencia de cenotes y dolinas que establecen todo un sistema de redes fluviales subterráneas llegando a lentes profundas y a cavernas de disolución cárstica previamente iniciadas por un tectonismo antiguo muy eficiente.

En el caso del estado de Quintana Roo, aproximadamente el 80 % de la precipitación media anual penetra al subsuelo incorporándose a las aguas subterráneas, siendo la porción Sur-

[1] . Mapa de flujo de agua subterránea a escala regional modificado de Sánchez-Sánchez, Álvarez-Legorreta, Pacheco-Ávila, González-Herrera y Carrillo-Bibriezca (2015). Las flechas indican las direcciones de flujo de agua subterránea según la referencia respectiva. El contorno en negro representa el área de estudio. El sistema de coordenadas se muestra en Universal Transversa de Mercator (UTM). El Datum en WGS84 Zona 16 Norte (*Q*)

Occidental donde se originan sus principales flujos que circulan con dirección Este y Noreste en busca de salida (Figura IV.17).

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.

La circulación natural del agua es controlada por la estructura geológica, por la distribución espacial de la recarga y por la posición del nivel base de descarga. Partiendo de la porción sur-occidental del Estado, 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.

Figura IV.17. Flujo de agua subterránea en la Península de Yucatán.

El acuífero de Quintana Roo es de alta permeabilidad en la mayor parte de la entidad, excepto en su área suroeste, que es de permeabilidad media, así como en una pequeña franja al norte. Se trata de un acuífero de tipo freático, es decir, de poca profundidad, con características hidráulicas heterogéneas. La mayor parte de la superficie estatal es de llanuras con notable desarrollo cárstico, que deja al descubierto los cenotes; en tanto que

en el área de lomeríos la red de drenaje subterráneo está menos desarrollada y no se observa desde la superficie.

Acuífero Miocénico

La unidad hidrogeológica que integra los depósitos carbonatados del Mioceno al Pleistoceno es de tipo hidrológico permeable y constituye un acuífero kárstico regional, cuya distribución superficial es, como se ha mencionado, la asociación de las provincias II y IV. Esta unidad acuífera está limitada al SSO por la Sierrita de Ticul, al oeste, parcialmente, por el afallamiento Bacalar-Rio Hondo y, hacia el N, NO, NE y SE, por las áreas costeras. Al NO integra un acuífero limitado localmente a profundidad por depósitos impermeables del área de Mérida, Yucatán. Al oeste de la provincia geo-mórfica IV-B se comunica parcialmente con el acuífero eocénico, del que es zona de descarga (Rio Hondo, Bacalar; Figura IV.18).

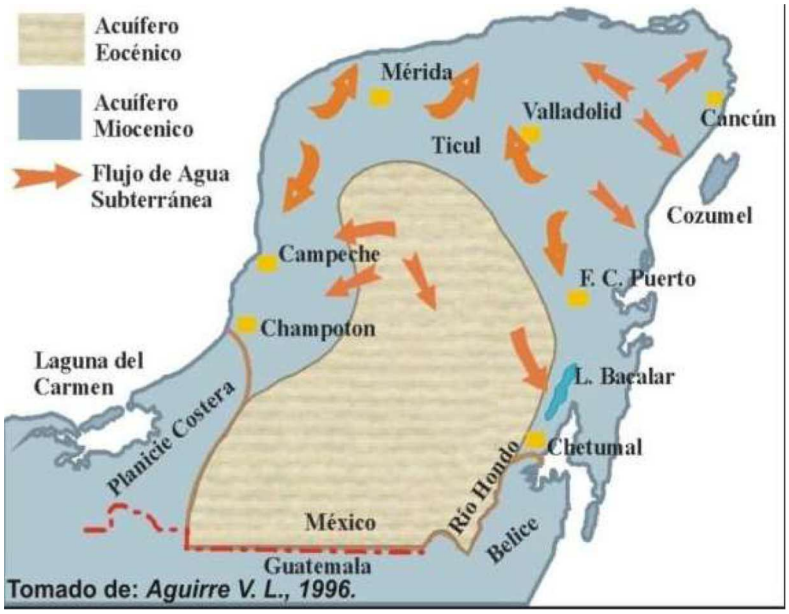


Figura IV.18. Acuíferos subterráneos y flujo de agua subterránea en la Península de Yucatán.

Esta unidad acuífera se caracteriza por alta permeabilidad y transmisividad, poca carga hidráulica, nivel freático estable y dirección de flujo radial desde el área de recarga hacia las costas.

Ésta, al parecer, está supeditada a la distribución del patrón de la precipitación pluvial, y, de acuerdo con el análisis de los datos climáticos (CPNH, 1977), una porción de la misma se encuentra al noroeste de la península –áreas de Cobá y Leona Vicario, Quintana Roo- en donde se forma un máximo de precipitación, lo que establece hacia esa región el área de recarga.

Acuífero Eocénico

Los depósitos calcáreos y evaporíticos de Eoceno-Paleoceno forman una unidad hidrogeológica con alta permeabilidad y un acuífero kárstico regional cuya distribución superficial la constituye la provincia geomórfica III. Esta unidad acuífera está limitada al O y SO por la planicie costera de la península y al NO, entre la ciudad de Campeche y la población de Maxcanú, por un arco afollado; al norte se encuentra separada por el frente estructural de la Sierrita de Ticul. Al oriente su límite es transicional y constituyen los bloques afollados y escalonados del Sistema Bacalar-Río Hondo.

Figura IV.19. Acuíferos subterráneos y flujo de agua subterránea en la Península de Yucatán.

Esta unidad presenta subdivisiones hidrogeológicas, aunque contiene varios acuíferos colgados de carácter local. Su nivel freático es profundo (60 a 100 m) y estable, y en los acuíferos colgados, somero y variable.

En ella existen zonas topográficamente bajas de menor permeabilidad que soportan cuerpos de agua superficial. Al oriente tiene comunicación lateral con el acuífero miocénico, constituyendo hacia esta zona su área de descarga (Río Hondo y L. Bacalar).

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), aproximadamente el 69 % de la superficie del estado está comprendida en la región hidrológica número 33 (Yucatán Este, sub-región Quintana roo); la porción complementaria corresponde al número 32 (Yucatán Norte). La principal corriente superficial es el río Hondo (que nace en Guatemala con el nombre de río Azul), su curso tiene una longitud total de 125 km y está orientado de suroeste a noreste, constituye el límite sur de Quintana Roo y el límite internacional entre México y Belice, y desemboca en el mar Caribe en la bahía de Chetumal.

El río Hondo tiene régimen permanente y escurrimiento medio anual de 1,500 millones de metros cúbicos (Mm^3), llegando a estimarse que un 15% de este volumen es generado en las temporadas de lluvia, durante las cuales conduce caudales de 40 a 60 m3/seg; el restante 85% del volumen escurrido tiene su procedencia en el subsuelo, que le aporta un caudal base de 20 a 30 m^3/seg. En general, este río presenta una salinidad del orden de las 700 ppm.

Todas las demás corrientes de la entidad son de régimen transitorio, bajo caudal y muy corto recorrido, y desembocan a depresiones topográficas donde forman lagunas; Éstas son efímeras, con excepción de las de Bacalar, Chicnancanab, Paiyegua y Chunyaxche, que son permanentes debido a que en ellas aflora la superficie freática. La laguna Bacalar de mayor extensión, posee una longitud de unos 50 km y un ancho de 2 a 3 km.

De acuerdo con Carranza (1985), se ubica en la región G. Costa del Caribe, presentando seis lagunas costeras y bajo relieve de 250 por 450 km de plataforma:

- Laguna Nichupté
- Laguna Campeche
- Laguna Chunyaxche
- Bahía de la Ascensión
- Bahía del Espíritu Santo
- Bahía de Chetumal

Quintana Roo recibe un volumen medio anual de lluvia del orden de 60,000 Mm^3, que en su mayor parte precipitan durante los meses de mayo a octubre. Adicionalmente, a la entidad ingresa, por su borde sur, el escurrimiento superficial que el río Hondo colecta en territorio de Guatemala y de Belice; considerando el área de la cuenca que corresponde a esos países, se estima que esta aportación es del orden de 500 Mm^3/año.

Debido a la gran capacidad de infiltración y a la mínima pendiente topográfica del terreno, alrededor del 80% de la precipitación pluvial se infiltra, el 20% restante se distribuye entre la intercepción de la densa cobertura vegetal, el escurrimiento superficial y la captación directa de los cuerpos de agua (áreas de inundación, lagunas y cenotes).

El agua que recibe la entidad es descargada principalmente por evaporación de agua superficial subterránea en los citados cuerpos de agua, y por la transpiración de la vegetación que extrae del subsuelo la mayor parte del volumen infiltrado.

Acuífero

Generalmente formado por calizas de características variadas y depósitos de litoral, el acuífero de Quintana Roo tiene un espesor máximo del orden de 400 m. La porosidad y la permeabilidad primarias del acuífero dependen de su litología, sus valores son altos en los estratos constituidos por conchas de esqueletos y organismos, mientras que son bajos en los estratos de caliza masiva.

A escala estatal, se trata de un acuífero de tipo libre o freático, con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas. En la llanura, el acuífero presenta un notable desarrollo cárstico al que se debe su gran permeabilidad secundaria, con espectaculares manifestaciones en la superficie (cenotes de gran tamaño); en tanto que, en el área de lomeríos, la red de drenaje subterráneo está menos desarrollada que en la llanura y no tiene manifestaciones importantes en la superficie del terreno.

En algunos lugares no existen límites bien definidos entre el mar y la tierra sino una zona de transición en la que la tierra firme se desvanece gradualmente, transformándose en mar sobre una amplia extensión de fango y aguas de variada salinidad. Este tipo de terreno se encuentra en los bordes de las Bahías de la Ascensión y el Espíritu Santo.

Por las características del flujo de aguas subterráneas, las amenazas de contaminación por aguas residuales podrían repercutir en la fuente principal de agua potable, en la calidad del agua en las zonas inundables, en los arrecifes coralinos y en las pesquerías.

Es fundamental que para el establecimiento de nueva infraestructura se tomen en cuenta las características geológicas e hidrológicas de la región, así como los procesos costeros a fin de evitar los impactos adversos al ambiente.

IV.3.1.2.1 Medio biótico del Sistema ambiental

a) Vegetación

En Quintana Roo, la riqueza de ecosistemas está presente a través de toda su geografía, siendo los de tipo selvático los dominantes. Estos bosques tropicales usualmente presentan una estructura compleja que se manifiesta en la distribución de especies en distintos estratos. Los elementos arbóreos manifiestan amplias copas, mismas que al entremezclarse unas con otras llegan a integrar un paisaje sumamente denso. Esta intrincada relación hace que el aprovechamiento de las especies, o la caída natural de los árboles sean eventos masivamente destructivos.

El valor de la vegetación en el Estado no solamente está representado en las selvas, sino también en los ecosistemas costeros, en los que se manifiesta una vegetación que alcanza una menor altura y que están representados por una serie de ecosistemas en donde se ve claramente la influencia de la línea litoral. De esta manera, se da lugar a la vegetación de duna costera, selva baja y los manglares, que son zonas de exuberante belleza donde se desarrolla el motor económico de la región, y actividades turísticas.

Miranda (1958), señaló que en Quintana Roo se distribuían tres importantes tipos de vegetación. Asimismo, se menciona que estas comunidades vegetales fueron definidas como agrupaciones primarias óptimas; es decir, correspondientes con grandes áreas cubiertas de vegetación natural cuya característica primordial es que no estaban sujetas a la modificación por las actividades humanas. La distribución de la vegetación del Estado fue representada mediante un plano general, en donde se señaló a la *Selva Alta (o Mediana) Subperennifolia* como aquella de más amplia distribución, ya que se extendía en prácticamente el 90 % de la superficie del Estado. Comprende desde la zona muy al Norte

de Puerto Juárez, y se extiende hacia el Sur incursionando dentro del territorio de los países de Guatemala y Belice.

De acuerdo con el Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, escala 1:250 000, Serie VII (Capa Unión), del INEGI, la Subcuenca Bahía de Chetumal o Sistema Ambiental, presenta 23 tipos diferentes de usos de suelo y vegetación (Figura IV.20). En porcentaje de superficie predomina la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, ocupando casi el 50% del territorio, le sigue vegetación secundaria arbórea de selva baja espinosa subperennifolia con 13.8%, el pastizal cultivado con 6.4% y la Selva Mediana Subperennifolia con 5.6% (Cuadro IV.6).

La vegetación conservada como son Selva Baja Espinosa Subperennifolia (1.3%), Selva Baja Subcaducifolia (0.96%), Selva Baja Subperennifolia (1.7%), Selva Mediana Subperennifolia (5.6%) y Manglar (4.2%), que en conjunto ocupan 13.8% del territorio del Sistema Ambiental, es bastante escasa. Por otro lado, las áreas con usos agropecuarios, asentamientos humanos y desprovistas de vegetación suman 10% del territorio, también es un valor bajo. Sin embargo, la vegetación secundaria de selvas, ya sea arbustiva o arbórea, ocupa 70% del territorio.

Las características descritas en los dos párrafos anteriores, para el territorio en análisis, indican una gran influencia antropogénica en la vegetación, que podría interpretarse como que las selvas prístinas han ido desapareciendo, y ahora solo quedan relictos, debido seguramente a la tradicional actividad de la Roza, Tumba y Quema, sin embargo, este proceso significa el rejuvenecimiento de las selvas, dando inicio a la Sucesión Ecológica. Por otro lado, las áreas agropecuarias permanentes ocupan poca superficie y seguramente tiempo atrás había mayor superficie, pero por la baja rentabilidad de las actividades del campo han sido abandonadas, aportando superficie con vegetación secundaria.

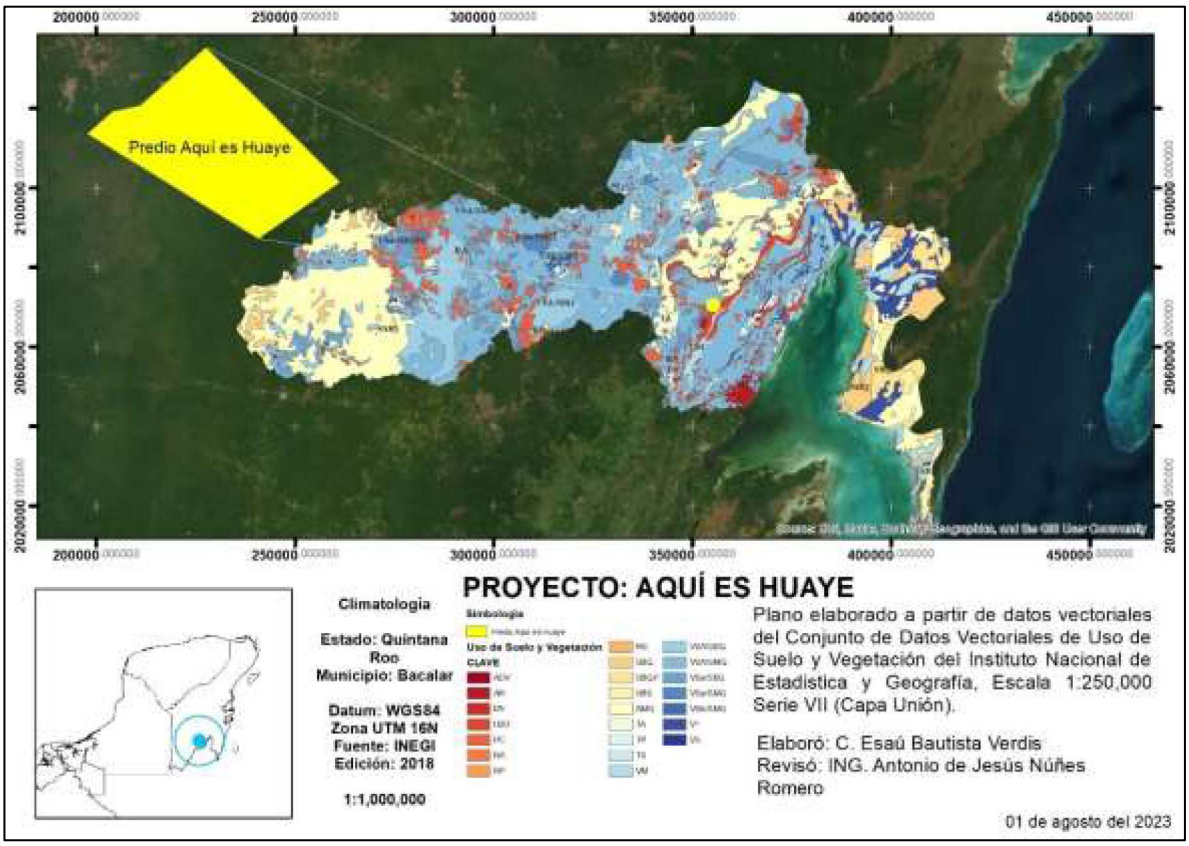


Figura IV.20. Tipo de Vegetación presente en el área del Sistema Ambiental

El siguiente cuadro que se presenta a continuación describe los tipos de vegetación existentes en la Unidad Hidrológica Forestal.

Cuadro IV. 6. Uso de Suelo y Vegetación de la Subcuenca Bahía de Chetumal (Sistema Ambiental).

No.	Descripción	CVE	Superficie (ha)	%
1	Agricultura de Riego Anual	RA	2881.759	0.3820
2	Agricultura de Riego Permanente	RP	728.61	0.0966
3	Agricultura de Riego Semipermanente	RS	376.897	0.0500
4	Agricultura de Temporal Anual	TA	14342.849	1.9013
5	Agricultura de Temporal Permanente	TP	2208.005	0.2927
6	Agricultura de Temporal Semipermanente	TS	106.182	0.0141
7	Asentamientos Humanos	AH	3188.44	0.4227
8	Cuerpo de Agua	H2O	15418.939	2.0440
9	Desprovisto de Vegetación	ADV	29.11	0.0039
10	Manglar	VM	31906.335	4.2296
11	País Extranjero	P/E	75.559	0.0100
12	Pastizal Cultivado	PC	48403.96	6.4166
13	Selva Baja Espinosa Subperennifolia	SBQ	10124.245	1.3421
14	Selva Baja Subcaducifolia	SBS	7237.729	0.9595
15	Selva Baja Subperennifolia	SBQP	12719.407	1.6861

No.	Descripción	CVE	Superficie (ha)	%
16	Selva Mediana Subperennifolia	SMQ	42575.012	5.6439
17	Sin Vegetación Aparente	DV	113.444	0.0150
18	Tular	VT	28537.651	3.7831
19	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Espinosa Subperennifolia	VSa/SBQ	104381.199	13.8372
20	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	VSa/SMQ	371247.755	49.2141
21	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Espinosa Subperennifolia	VSa/SBQ	37591.013	4.9832
22	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	VSa/SMQ	17046.962	2.2598
23	Zona Urbana	ZU	3111.448	0.4125
Suma Total De Superficie			754352.51	100

La Guía para la interpretación de cartografía Uso del suelo y vegetación Escala 1:250 000 Serie V del INEGI (INEGI, 2014), describe los tipos de vegetación encontrados en la unidad hidrológico-forestal como sigue:

Selva Mediana Subperennifolia (SMQ)

Los componentes arbóreos de este tipo vegetación pierden estacionalmente su follaje en un 25 a 50%, se desarrolla en lugares con climas cálido húmedos y subhúmedos, Aw para las porciones más secas, Am para las más húmedas y Cw en menor proporción. Con temperaturas típicas entre 20 y 28 0C. La precipitación total anual del orden de 1 000 a 1 600 mm. Se le puede localizar entre los 0 a 1 300 m de altitud. Ocupa lugares de moderada pendiente, con drenaje superficial más rápido o bien en regiones planas, pero ligeramente más secas y con drenaje rápido, como en la Península de Yucatán. El material geológico que sustenta a esta comunidad vegetal está conformado predominantemente por rocas cársticas.

Los árboles de esta comunidad tienen contrafuertes y por lo general poseen muchas epífitas y lianas. Los árboles tienen una altura media de 25 a 30 m, alcanzan un diámetro a la altura del pecho menor que los de la selva alta perennifolia aun cuando se trata de las mismas especies. Es posible que esto se deba al tipo de suelo y a la profundidad. En este tipo de selva, se distinguen tres estratos arbóreos, de 4 a 12 m, de 12 a 22 m y de 22 hasta 30 m. Dentro de los estratos se encuentran variados tipos de palmas.

Son especies importantes de este tipo de selva: *Lysiloma latisiliquum*, *Brosimum alicastrum* (ox, ramón, capomo), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato, jiote, copal), *Manilkara zapota* (ya'zapote, chicozapote), *Lysiloma* spp. (tsalam, guaje, tepeguaje), *Vitex gaumeri* (yaaxnik), *Bucida buceras* (pukte), *Alseis yucatanensis* (jaasché), *Psidium sartorianum* (pichiche'), *Carpodiptera floribunda*. Las epífitas más comunes son algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas, bromeliáceas y aráceas.

Se distribuye en Yucatán, Quintana Roo (incluyendo la isla de Cozumel), Campeche, Jalisco, Veracruz, Chiapas, Colima, Guerrero y Oaxaca.

Selva Baja Subperennifolia (SBQP)

Comunidad vegetal que se encuentra en las mismas regiones de la Selva Alta perennifolia, alta y mediana subperennifolia, se distribuye prácticamente en la península de Yucatán, en climas Cálidos húmedos y subhumedos con temperaturas de 24 a 36°C y precipitaciones entre los 1300 y 2000 mm. La distribución de esta selva está dada por las características geomorfológicas; esto es, en las zonas bajas y planas que en época de lluvias sufren cierto grado de inundación, pues se desarrollan en terrenos con drenaje deficiente, mismos que se inundan en la época de lluvias, pero se secan totalmente en invierno (temporada seca). La altitud en que se distribuyen es del nivel del mar hasta 150 msnm.

Los individuos que están presentes en este tipo de vegetación cuentan con una altura no mayor a 5 m. Son especies importantes *Byrsonima crassifolia, Byrsonima bucidaefolia* (sakpaj), *Crescentia alata, C. cujete, Curatella americana, Coccoloba* spp., y *Metopium brownei* (chechén), También por lo regular este tipo de selvas se pueden relacionar con las sabanas y la selva mediana subperennifolia.

Selva Baja Subcaducifolia (SBS)

Se distribuye al poniente de Yucatán, al norte de Quintana Roo y en la Costa Maya. Los climas en que se desarrollan son del tipo Semicalido subhumedo y Seco semicalido con temperaturas que oscilan entre los 16°C y los 36°C se desarrollan a una altitud entre los 50 a 100 msnm, sobre suelos poco desarrollados y poco profundos.

Fisonómicamente es semejante a la SBC, excepto en que los árboles dominantes conservan por más tiempo el follaje a causa de una mayor humedad edáfica. Impactan visualmente los elementos de *Beaucarnea pliabilis* y *Pseudophoenix sargentii.*

El estrato superior típico lo componen elementos con 5 a 6 metros de altura como: chechén negro (*Metopium brownei*), tzalam (*Lysiloma bahamensis*),pomolche' (*Jatropha gaumeri*), chaka´ (*B. simaruba),* zapote, ya´axnik (*Vitex gaumeri*), sak-katsim (*Mimosa bahamensis*), kitamche' (*Caesalpinia gaumeri*), akits (*Thevetia gaumeri*), boob (*Coccoloba barbadensis*); en el estrato intermedio contiene a elementos de 2 a 3 metros de altura como: Nance (*Byrsonimia crassifolia*), flor de mayo (*Plumeria rubra*), ts'ipil (*Beaucarnea pliabilis*), palma kuka' (*Pseudophoenix sargentii*), palma de wano, katalox (*Swartzia cubensis*), chi´may (*Pithecellobium dulce y P. albicans*) y *Croton* spp. En el estrato inferior se encuentran especies de 1 a 2 m de altura como: Subin (*Acacia sp.),* pata de vaca (*Bauhinia sp.)* y subinche' (*Platymiscium yucatanum*).

Son especies importantes: *Metopium brownei* (boxchechén), *Lysiloma latisiliqua* (tzalam), *Beaucarnea ameliae* (ts'ipil), *Pseudophoenix sargentii* (kuka'), *Agave angustifolia* (ki, babki'), *Bursera simaruba* (chaka'), *Nopalea gaumeri* (tsakam), *Bromelia pinguin* (ch'om), *Coccoloba sp* (boop), *Thevetia gaumeri* (akits).

Selva Baja Espinosa Subperennifolia (SBQ)

Este tipo de comunidad vegetal se distribuye en los llamados "bajiales" o bajos inundables de la costa norte de Yucatán, centro y sur de Campeche, sur y noreste de Quintana Roo, así como en la parte central-sur del estado de Tabasco, desde Villahermosa hasta los límites con Campeche, incluyendo la parte sur de este estado en zonas con suelos inundables. Los climas en donde se desarrolla son cálidos-húmedo y subhúmedo con temperatura media anual mayor a los 24°C y se desarrollan a altitudes a nivel del mar hasta los 100 msnm. Puede presentarse en condiciones climáticas similares a las de la selva alta perennifolia, la mediana subperenifolia, la mediana subcaducifolia y las sabanas. Se ubican en amplias hondonadas con suelo plano y profundo, con altos contenidos de arcilla, con gran deficiencia de drenaje que provocan que se acumule durante ciertos periodos el agua drenada en las zonas contiguas en la época de lluvias.

Esta selva está caracterizada por árboles bajos con alturas entre los 5 y 11 m, generalmente con los troncos muy torcidos; la densidad de los árboles puede ser bastante grande; acusan una fuerte disminución de plantas trepadoras y epífitas; el estrato herbáceo frecuentemente no existe.

Son especies importantes*: Haematoxylon campechianum* (ek', tinto, palo de tinte), *Talisia floresii, Eugenia lundelli, Bucida buceras* (pukté'), *Metopium brownei* (chechem), *occoloba cozumelensis, Cameraria latifolia, Croton refl exifolius,Hyperbaena winzerlingii, Byrsonima bucidaefolia* (sakpaj), *Pachira acuatica* (zapote bobo, kuche'), *Talisia floresii, Byrsonima crassifolia, Crescentia alata, C. cujete, Curatella americana,* y *Coccoloba* sp. También la constituyen ciperáceas y gramíneas. Miranda (1958) dice que el número de bejucos, algunos de ellos de gran grosor, es frecuentemente elevado, así como el de plantas epífitas. Entre las epífitas están orquídeas como *Rhyncolaelia digbyana* y bromeliáceas como *Tillandsia* sp.

Manglar (VM)

Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas conocidas como mangles, que se distribuye en los litorales del Océano Pacífico, Golfo de California y Océano Atlántico, en zonas con climas cálidos húmedos y subhúmedos y de muy baja altitud.

Se desarrolla en las márgenes de lagunas costeras y esteros y en desembocaduras de ríos y arroyos, pero también en las partes bajas y fangosas de las costas; siempre sobre suelos profundos, en sitios inundados sin fuerte oleaje o con agua estancada. Un rasgo peculiar que presentan los mangles es la presencia de raíces en forma de zancos, o bien de neumatóforos, características de adaptación que les permiten estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófitas.

Los mangles son especies perennifolias y el estrato dominante que forman es generalmente arbóreo, aunque también puede ser subarbóreo o hasta arbustivo; las alturas de los mangles pueden variar, de manera general, desde 1 hasta 30 metros.

En México predominan cuatro especies en los manglares: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle salado (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y

mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*); frecuentemente estas especies se encuentran asociadas entre sí, pero con diferentes grados de dominancia cada una de ellas.

Tular (VT)

Es una comunidad de plantas acuáticas, distribuida principalmente en altiplanicies y llanuras costeras, en sitios con climas desde cálidos hasta templados, con amplios rangos de temperatura, precipitación y altitud. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad, así como en áreas pantanosas, canales y remansos de ríos. Las plantas de esta comunidad viven arraigadas en el fondo y constituyen masas densas con hojas largas y angostas, formando prácticamente un solo estrato herbáceo de 80 cm hasta 2.5 m de altura.

Este tipo de vegetación está constituido básicamente por plantas de tule (*Typha* spp.), y tulillo (*Scirpus* spp.), pero también incluye los llamados carrizales de *Phragmites communis* y *Arundo donax* y los "saibadales" de *Cladium jamaicense* del sureste del país.

Descripción del método de muestreo para la estimación de la diversidad de flora

Con la finalidad de hacer un análisis de Estructura, Composición y Diversidad florística del Sistema Ambiental, se ha tomado la información del conglomerado número 61478 del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) del año 2008, dicho conglomerado es el más cercano al área donde se implementa el proyecto "*Aquí es Huaye*" (Figura IV.21).

Se tomó la información de la vegetación arbórea, arbustiva y herbácea y se calcularon el IVIR e índices de diversidad de Shannon (H') y Alfa de Fisher (α) para cada uno de estos estratos. Los resultados se presentan abajo, en los cuadros IV.8 – IV.13.

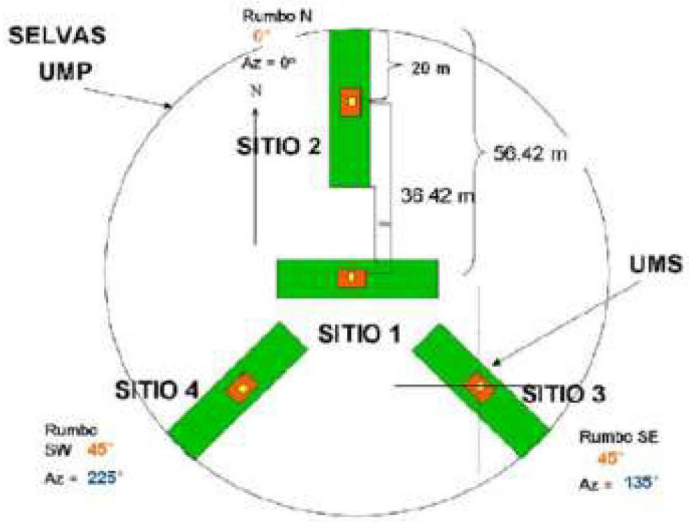
El conglomerado seleccionado fue el número 61478, mismo que contiene los sitios 326180, 326194, 326195 y 326196, cuyas coordenadas geográficas se presentan a continuación.

Cuadro IV. 7. Coordenadas geográficas de los sitios de muestreo del conglomerado 61478 del Inventario Nacional Forestal.

No. Sitio	Long O	Lat N	UTM X	UTM Y
326180	-88.400556	18.7175	352333	2070157
326194	-88.400556	18.717806	352333	2070183
326195	-88.400306	18.717306	352359	2070128
326196	-88.400806	18.71725	352306	2070122

Figura IV.21. Ubicación de Conglomerado (color verde) número 61478 del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, seleccionado para representar la Flora del Sistema Ambiental.

La metodología de muestreo del Inventario Nacional Forestal, consiste en conglomerados que constan de 4 subparcelas rectangulares de 10x40 metros. La distribución de los conglomerados fue cada 5 x 5 km en selvas. El diseño de los conglomerados es como se ejemplifica en la siguiente figura.



	Sitio de 400m² (40 x 10m). Para medir árboles con diámetro mayor de 7.5cm.
	Subsitio de 12.56m² (3.54 x 3.54m). Para registrar renuevo: elementos con DN < 7.5cm y altura >= 25cm (No se registra información de suelos).
	Subsitio de 1m² (L = 1m). Para registro de hierbas, helechos, musgos y líquenes.
	Transectos de muestreo de 15 m registro de información de combustibles forestales.

Figura IV.22. Diseño de Muestreo por Conglomerados para el Inventario Nacional Forestal 2008.

Cada conglomerado consta de 4 sitios o subparcelas rectangulares de 10x40 metros con una superficie de 400 m² por sitio y de 1,600 m² de superficie de muestreo acumulada por conglomerado.

Con esta información extraída del Inventario Nacional Forestal, fue analizada la composición, estructura y diversidad de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo del Área Delimitada donde se encuentra inmerso el Proyecto "Aquí es Huaye". Para la composición, que es lo mismo que flora o listado florístico, se presenta la lista de especies encontradas en cada estrato. Para la estructura se calculó el Índice de Valor de Importancia Relativa (IVIR; Curtis y McIntosh, 1951), el cual nos permite jerarquizar la dominancia de cada especie, y se calcula de la siguiente manera:

IVIR = (ABr + Dr + Fr) / 3

Donde:

ABr = área basal relativa

Dr = densidad relativa

Fr = frecuencia relativa

Estos valores relativos o porcentajes se calculan dividiendo el valor absoluto para una especie entre la suma de los valores para todas las especies y luego se multiplican por 100.

El área basal se calculó como sigue:

$AB = \pi/4\ DAP^2$

Para el estrato arbustivo se incluyó la altura en lugar del AB como valor de dominancia.

Para el análisis de la diversidad, se calculó el índice de Shannon (H'), que es un índice de equidad que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de un área muestreada. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una superficie muestreada. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando existe una sola especie, y el logaritmo del número de especies (S), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988; Moreno, 2001). Se calculó como sigue:

$H' = - \Sigma\ pi\ ln\ pi$

Donde:

pi = proporción de individuos de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

ln = logaritmo natural (base e).

El índice alfa de Fisher (α) es un modelo de abundancia que se desprende de una serie logarítmica y emplea sólo el número de especies (S) y el número total de individuos (N). Este índice ha sido ampliamente sugerido ya que depende menos del tamaño del área de estudio que H' y puede utilizarse para comparar con otras áreas muestreadas (Magurran, 1988; Leigh, 1999; Godínez y López, 2002; Zarco, 2007). Su cálculo se realiza mediante iteraciones con la ecuación:

$S = \alpha\ ln[1 + (N / \alpha)]$

S = número de especies en la muestra

N = número de individuos en la muestra

Confiabilidad del muestreo

Los datos de vegetación para la descripción de la subcuenca hidrológico forestal fueron tomados de cuatro sitios de 400 m^2 cada uno de un conglomerado del Inventario Nacional Forestal, el más cercano al predio del proyecto. Las condiciones de la vegetación en dicho conglomerado se consideran que son similares a ligeramente más conservadas que las del predio. Debido a que la superficie de la subcuenca es bastante grande, 757,462 ha, la intensidad de muestreo calculada arroja un resultado de 0.000021123 %. Se usó esta superficie de muestreo en la Subcuenca con la finalidad de que sea compatible al momento de compararlo con el polígono propuesto, el cual también constó de cuatro sitios de muestreo de 400 m^2.

Intensidad de muestreo

La intensidad de muestreo es la relación entre el área muestreada y el área total del predio. La intensidad de muestreo se expresa en porcentaje se define como:

$$I=\frac{\text{Superficie de la muestra}}{\text{Superficie de la población}} \text{x } 100$$

$$I = \frac{0.16}{757{,}462} * 100 = 0.000021123\%$$

Donde:

Superficie de la muestra: 0.16 ha

Superficie de la Subcuenca: 757,462 ha

Justificación del análisis estadístico

Análisis de curvas de acumulación de especies

En el inventariado de la diversidad florística a menudo resulta imposible registrar la totalidad de las especies presentes en un área determinada. Este es un grave problema, dado que la riqueza de especies es la principal variable descriptiva de la biodiversidad. Las curvas de acumulación de especies, en las que se representa el número de especies acumulado en el inventario frente al esfuerzo de muestreo empleado, son una potente metodología para estandarizar las estimas de riqueza obtenidas en distintos trabajos de inventariado.

Además, permiten obtener resultados más fiables en análisis posteriores y comparar inventarios en los que se han empleado distintas metodologías y/o diferentes niveles de esfuerzo. Son también una herramienta muy útil para planificar el esfuerzo de muestreo que se debe invertir en el trabajo de inventariado (*A. Jiménez-Valderde & J. Hortal 2003).*

Ventajas

Las curvas de acumulación permiten: 1) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación, 2) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y 3) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Lamas *et al*., 1991; Soberón & Llorente, 1993; Colwell & Coddington, 1994; Gotelli & Colwell, 2001).

En la Curva de acumulación de especies el eje X muestra el esfuerzo de muestreo efectuado (n; unidades de esfuerzo), mientras que el eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado (Sn). Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas (*A. Jiménez-Valderde & J. Hortal 200).*

Para el caso de este estudio, se utilizaron los datos de riqueza de especies de los cuatro sitios del conglomerado 61478 del inventario nacional forestal y de suelos (INFyS), para la construcción de la curva de acumulación de especies, como medida del esfuerzo de muestreo, mediante el **Programa EstimateSWin910**, se calcularon los estimadores Chao 1, el cual arrojó una eficiencia del 53.30 % y ACE 75%. Se puede ver que la pendiente de la curva es poco pronunciada y está próxima a alcanzar la asíntota (Figura IV.23), lo que sugiere un buen esfuerzo de muestreo.

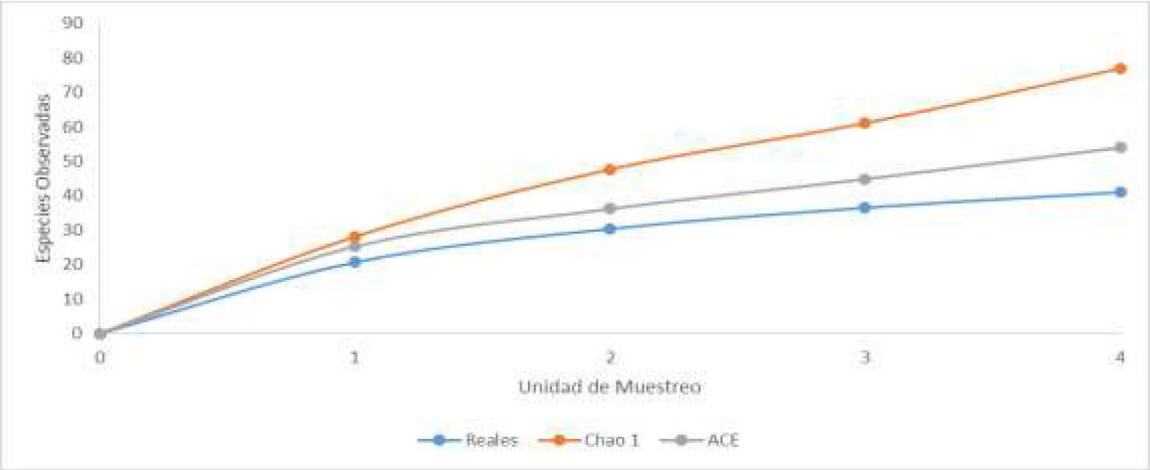


Figura IV.23. Curvas de acumulación de especies del Sistema Ambiental

Por otra parte, la curva de acumulación obtenida de color naranja (Chao 1) se eleva por encima de los datos reales y de ACE, de forma cercana a la asíntota, lo cual también justifica que se realizó un buen esfuerzo de muestreo.

La curva de acumulación de color gris (ACE), con mayor valor de confiabilidad presenta una clara disminución en su incremento, aproximándose a la asíntota, ya que por lo general no se logra llegar a ésta en los inventarios forestales, sin embargo, al aumentar el número de sitios se lograría el aumento de la confiabilidad. Skillen *et al*. (2000) reportó un esfuerzo alrededor del 75% en cinco tipos de bosque, suficiente para poder determinar la validez de un muestreo de flora. Otros estudios han determinado la eficiencia del esfuerzo de muestreo con el 53% (Chay-Hernández *et al.,* 2006).

Los resultados anteriores presentados indican que el esfuerzo real de cuatro sitios de un conglomerado es adecuado representar la variación y la existencia de la vegetación del Sistema Ambiental (Subcuenca Bahía de Chetumal).

Descripción del estimador Chao1

Se ha denominado un estimador de Chao1 basado en la abundancia. Esto quiere decir que los datos que requiere se refieren a la abundancia de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra. Una muestra es cualquier lista de especies en un sitio, localidad, cuadrante, país, unidad de tiempo, trampa, etcétera. Como sabemos, hay muchas especies que sólo están representadas por pocos individuos en una muestra (especies raras), comparadas con las especies comunes, que pueden estar representadas

por numerosos individuos. El estimador de Chao1 se basa en la presencia de las primeras. (Espinosa, 2003).

Con base en el Programa EstimateSWin910 se determinó la validez del muestreo realizado, en donde se obtuvieron valores de los estimadores de Chao 1 similar al número observado de especies (S (obs)), se supone que la acumulación de especies ha alcanzado una asíntota, y el intervalo de confianza incondicional se cierra a cero (alrededor de S (obs)). La figura anterior de la curva de Chao 1 presenta un comportamiento lineal desde la unidad de muestreo numero dos hasta el número cuatro se mantiene, ya que la curva al presentarse de forma lineal indica que el muestreo se proyecta en alcanzar la asíntota, al presentar esta característica la confiabilidad aumenta. Cabe mencionar que al agregar mayor número de áreas de muestreo se aproximaría más a la asíntota de la curva, por lo tanto, con los cuatro sitios de muestreo del conglomerado 61478 se logró obtener una curva con niveles de confianza válidos para representar la subcuenca Bahía de Chetumal. Según *Alberto Jiménez-Valderde & Joaquín Hortal* en el 2003 las líneas de puntos son las sucesivas rectas tangentes a esta función según aumenta el esfuerzo de muestreo efectuado, es decir, la pendiente de la curva en cada nivel de esfuerzo mayor será la confiabilidad. A continuación, se presentan los resultados:

Cuadro IV. 8. Eficiencia de muestreo analizado

Samples	Reales	Chao 1	ACE
0	0	0	0
1	20.69	28.15	25.23
2	30.37	47.64	36.17
3	36.5	61.07	44.83
4	41	76.91	53.96

La curva con proyección lineal se relaciona con el hecho de que en los sitios del conglomerado en mención hubo un mayor porcentaje de diversidad de especies, seguido del tamaño de muestreo de 1600 m^2.

Los valores de los niveles de confianza obtenidos por el Programa EstimateSWin910 presentan los valores de la riqueza estimada S (est) 20.75-41 representado por la curva color azul al centro, con sus intervalos de confianza inferior de color naranja y superior de color gris. Como se observa, la riqueza estimada en los cuatro sitios del conglomerado se mantiene con una proyección tendencial con sus intervalos de confianza entre 35.22 Inferior

y 46.78 Superior. Por lo tanto, se aprecia en la figura IV.24, que al aumentar el número de sitios aumentara los valores de la confiabilidad.

En la siguiente figura se observa el comportamiento de los valores graficados intervalos de confianza inferior y superior.

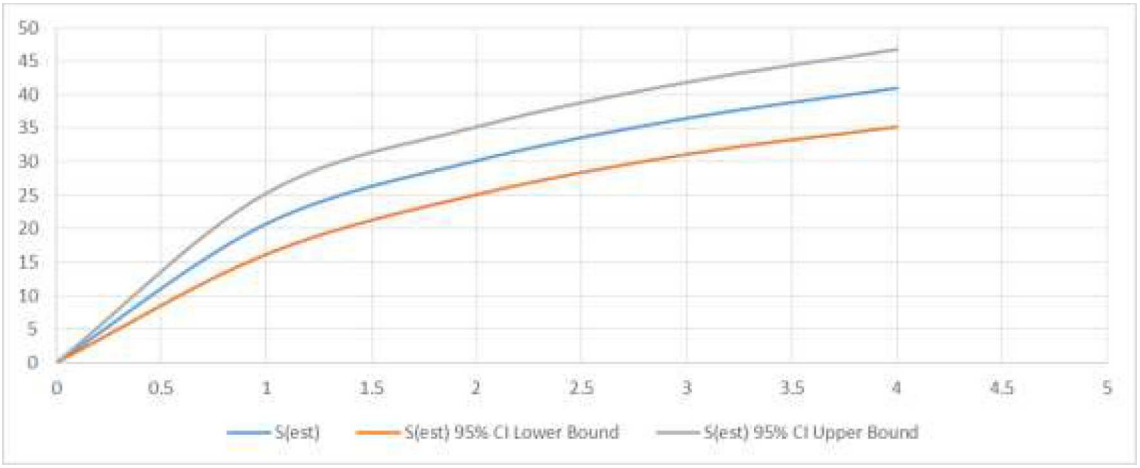


Figura IV.24 intervalo de confianza

En el siguiente cuadro se concentran los valores con los cuales se generó la figura anterior, con datos de riqueza estimada y los intervalos de confianza inferior y superior de cada sitio analizado del conglomerado 61478.

Cuadro IV. 9. Valores de los intervalos de confianza

Samples	S(est)	S(est) 95% CI Lower Bound	S(est) 95% CI Upper Bound
0	0	0	0
1	20.75	16.19	25.31
2	30.17	25.11	35.22
3	36.5	31.12	41.88
4	41	35.22	46.78

En conclusión, las curvas de acumulación de especie se obtuvieron por medio de los valores graficados, donde se representa la confiablidad de los datos del conglomerado 61478 y según las estimaciones contiene una alta representatividad para el Sistema Ambiental (Subcuenca Bahía de Chetumal) ya que los cuatro sitios analizados concentran una amplia diversidad de flora. Para el Estrato Arbóreo se estiman densidades de 1,293.75 árboles por hectárea, Estrato Arbustivo densidades de 33,638.535 árboles por hectárea y densidades para el estrato Herbáceo de 70,000 individuos por hectárea.

En las Figuras IV.23 y IV.24 podemos ver que los datos del conglomerado 61478 muestreado son aceptables, aunque no hemos capturado toda la riqueza del área, los estimadores que utilizamos indican que la intensidad de la muestra es aceptable. Es posible que en este caso la riqueza de ACE sea el mejor estimador.

Listado de flora por estrato

La flora encontrada en el conglomerado número 61478 representa bastante bien la Unidad hidrológico-forestal estudiada, ya que la mayor superficie corresponde a Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

Estrato arbóreo

En el siguiente cuadró se enlistan las 36 especies encontradas en el estrato arbóreo.

Cuadro IV. 10. Lista de especies del estrato arbóreo

Especie	Nombre Científico	Nombre Común
1	*Piscidia piscipula (L.) Sarg*	Jabin
2	*Coccoloba cozumelensis*	Ch'iich' boob
3	*Nectandra salicifolia*	Laurelillo, xoxoc
4	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimito
5	*Bursera simaruba*	chaca rojo
6	*Lonchocarpus rugosus*	kanasin
7	*Croton reflexifolius*	Perezcutz, ko'ok che'
8	*Guettarda elliptica*	lu'um che
9	*Jatropha gaumeri*	Pomolche
10	*Vitex gaumeri*	Yaxnik, Xiaxnik
11	*Zuelania guidonia*	Tamay, sabak che' (
12	*Annona primigenia*	Anonilla
13	*Diospyros cuneata*	Silil
14	*Metopium brownei*	Chechem
15	*Coccoloba spicata*	Boob
16	*Pouteria campechiana*	Kaniste
17	Pseudobombax ellipticum (H.B. & K.) Dugand	Amapola
18	*Dipholis salicifolia*	zapote faisan
19	*Pseudolmedia oxyphyllaria*	Cherry, mamba. Cheri
20	*Casimiroa tetrameria*	Yuuy, mata avejas
21	*Acacia farnesiana*	Zubinche
22	*Dendropanax arboreus*	sacchaca
23	*Simaruoba glauca*	Paasak, Negrito
24	*Lonchocarpus castilloi*	Machiche
25	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam
26	*Thevetia ahouai*	Bola de venado
27	*Licaria peckii*	Laurel hoja roñosa, trompillo
28	*Swartzia cubensis*	katalox

Especie	Nombre Científico	Nombre Común
29	*Eugenia capuli*	capulincillo
30	*Hippocratea excelsa*	Oknom
31	*Allophylus cominia*	Ik-bach
32	*Eugenia axillaris*	Escobillo
33	*Castilla elastica*	Hule cimarron
34	*Hippocratea celastroides*	ta'ats'i'
35	*Coccoloba acapulcensis*	Tojyub
36	*Hampea trilobata*	Jool, Majahua

Estrato arbustivo

A continuación, se presenta el listado de las especies del estrato arbustivo.

Cuadro IV. 11. Lista de especies del estrato arbustivo

Núm.	Nombre Científico	Nombre Común
1	*Nectandra salicifolia*	Laurelillo, xoxoc
2	*Coccoloba spicata*	Boob
3	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimito
4	*Eugenia capuli*	Capulincillo
5	*Croton reflexifolius*	Perezcutz, ko'ok che'
6	*Hampea trilobata*	Jool, Majahua
7	*Acacia farnesiana*	Zubinche
8	*Lonchocarpus rugosus*	Kanasin
9	*Thevetia ahouai*	Bola de venado
10	*Guettarda elliptica*	Lu'um che
11	*Ardisia revoluta*	Desconocido
12	*Pseudolmedia oxyphyllaria*	Cherry, mamba. Cheri
13	*Jatropha gaumeri*	Pomolche
14	*Metopium brownei*	Chechem
15	*Annona primigenia*	Anonilla
16	*Eugenia axillaris*	Escobillo
17	*Diospyros cuneata*	Silil
18	*Bursera simaruba*	Chaca rojo
19	*Dipholis salicifolia*	Zapote faisan
20	*Malmea depressa*	Elemuy

Estrato herbáceo

La flora encontrada en estrato herbáceo representada con 11 especies, indicando bastante bien a la unidad hidrológica forestal estudiada.

Cuadro IV. 12. Lista de especies del estrato herbáceo

Núm.	Nombre Científico	Nombre Común
1	*Coccoloba spicata*	Boob
2	*Cydista diversifolia*	anilkab
3	*Eugenia capuli*	capulincillo
4	*Metopium brownei*	Chechem
5	*Arrabidaea pubescens*	bilin ko'ok
6	*Coccoloba cozumelensis*	Ch'iich' boob
7	*Hampea trilobata*	Jool, Majahua
8	*Oeceoclades maculata*	Desconocido
9	*Acacia farnesiana*	Zubinche
10	*Nectandra salicifolia*	Laurelillo, xoxoc
11	*Pouteria campechiana*	Kaniste

De acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, para el estado de Quintana Roo se reportan 22 especies que presentan alguna categoría de protección. De estas especies algunos géneros son poco conocidos; por ejemplo, el pino tropical ***Pinus caribea***, aun dentro de la península de Yucatán, el único sitio donde se localiza es en un sitio llamado El Jaguactal, al sureste del ejido Caobas en el municipio de Othón P. Blanco; otra especie importante es la cactácea ***Aporocactus flageliformis***, referida en los listados florísticos, y que sin embargo es difícil su ubicación dentro del estado. En la siguiente lista se mencionan aquellas especies que están dentro de la NOM- 059-SEMARNAT-2010 y endemismo.

Cuadro IV. 13. Listado de las especies de la flora de Quintana Roo que presentan alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010

Familia	Nombre Científico	Categoría
Anacardiaceae	*1. Astronium graveolens Jacq*	A
Agavaceae	*2. Beucarnea pliabilis*	A
Bignoniaceae	*3. Tabebuia chrysantha Jacq*	A
Bromeliaceae	*4. Tillandsia elongata var. subimbricata (Baker)*	A
	5. Tillandsia festucoides Brongniart ex Mez T	Pr
Cactaceae	*6. Aporocactus flagelliformis (L.) Lemaire*	P*
	7. Mammillaria gaumeri Orcutt	P*
Combretaceae	*8. Conocarpus erectus L. C.*	A
	9. Laguncularia racemosa (L.)	A
Palmae O Verbenaceae	*10. Bactris balanoidea (Oersted)*	Pr
	11. Coccothrinax readii Quero	A*
	12. Crysophila argentea H. Bartlett Q.	A
	13. Gaussia maya (Opsiandra maya)	A

Familia	Nombre Científico	Categoría
	14. Pseudophoenix sargentii H. W. ex Sargent Q.	A
	15. Roystonea dunlapiana Allen Q.	Pr
	16. Thrinax radiata Lodd. ex H. A.&H. H. Schult. D. A	A
	17. Avicennia germinans (L.)	A
Pinaceae	*18. Pinus caribaea hondurensis*	P
Rhizophoraceae	*19. Rhizophora mangle L. C.*	A*
Zamiaceae	*20. Dioon spinulosum*	P*
	21. Zamia loddigesii	A
Zygophyllaceae	*22. Guaiacum sanctum L. C*	Ar
En peligro de extinción (P), Amenazadas (A) Sujetas a protección especial (Pr), Especies endémicas (*)		

Dentro del muestreo del conglomerado número 61478 del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) del año 2008, no se encontraron especies con algún estatus señalada por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estado de conservación

La Unidad Hidrológico-Forestal Bahía de Chetumal con base en las estimaciones realizadas se determina con un alto grado de perturbación de la vegetación, esto debido a actividades antropogénicas, principalmente por agricultura y ganadería (Figura IV.25). Las depresiones tropicales y ciclones son factores que influyen en los cambios de las estructuras de la vegetación, el Estado de Quintana Roo ocupa el tercer lugar en incidencia de huracanes los cuales impactan con mayor fuerza y poder destructivo. Los huracanes de mayor magnitud fueron Janet (1955), Hallie (1966), Dorothy (1970), Carmen (1974), Eloise (1975), Gilberto (1988), Wilma en 2005 y Dean en 2007, reportaron los daños materiales más cuantiosos de los que se tenga memoria. La riqueza florística del estado es relativamente baja tomando en cuenta su tamaño (50,350 km^2). Se presentan 130 familias, 25 de ellas contienen un 70.06 % de las 1,257 especies reportadas. Esto puede ser resultante de la poca diversidad en el ambiente físico del estado, tanto climático, geológico-edáfico, como del poco relieve orográfico. Además de considerarse la reciente emersión de la Península que debe actuar como un factor determinante de la baja diversidad.

Figura IV.25. Cuenca Bahía de Chetumal (Unidad hidrológico-forestal) sobre fondo de imagen de satélite de Google earth ®, donde se observa el estado de conservación del paisaje.

Los siguientes valores que se presentan a continuación se estimaron con los valores del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) del año 2008. El índice de Shannon-Weaver 1949 comprende valores en un rango de 0 a 5, así, cuanto mayor sea este valor habrá una mayor diversidad en la zona. Valores por encima de 3 son interpretados como "diversos", menores de 3 son interpretados con poca diversidad.

a) El Estrato arbóreo según las estimaciones realizadas del índice de Shannon (H´= 2.99), indican la existencia de diversidad media.
b) Los índices de Shannon (H'= 1.96) para el estrato arbustivo, indican una baja diversidad. Esta situación es común en los estratos bajos de las selvas, ya que no todas las especies pueden regenerarse bajo dosel, sin embargo, hay especies de talla pequeña que solo ocupan el estrato bajo (o arbustivo), tales como *Eugenia capulí, E. axilaris, Jatropha gaumeri* y *Hampea trilobata*, dichas especies no llegan a ocupar el dosel superior de la selva.
c) El estrato herbáceo presenta una diversidad media ya que presenta H´= 2.25, según las estimaciones de los Índices de Shannon-Wiener.

En conclusión, las características descritas en los dos párrafos anteriores, para el territorio en análisis, indican una gran influencia antropogénica en la vegetación, que podría

interpretarse como que las selvas prístinas han ido desapareciendo, y ahora solo quedan relictos, debido seguramente a la tradicional actividad de la Roza, Tumba y Quema, sin embargo, este proceso significa el rejuvenecimiento de las selvas, dando inicio a la Sucesión Ecológica. Por otro lado, las áreas agropecuarias permanentes ocupan poca superficie y seguramente tiempo atrás había mayor superficie, pero por la baja rentabilidad de las actividades del campo han sido abandonadas, aportando superficie con vegetación secundaria

Análisis de Diversidad de la Vegetación

Estrato arbóreo

En el análisis de los datos del conglomerado número 61478, se encontraron 36 especies y 207 individuos arbóreos, en una superficie de muestreo de 1600 m^2, lo cual corresponde a una densidad de 1294 árboles por hectárea con un diámetro normal mínimo de 7.5 cm. Presentó un área basal de 16.4 metros cuadrados por hectárea. De acuerdo con el Cuadro IV.14, las especies con mayor Valor de Importancia Relativa fueron *Coccoloba cozumelensis* (13.52%) *Piscidia piscipula* (IVIR= 12.59%)*, y Nectandra salicifolia* (12.43%), mismas que corresponden a vegetación secundaria de selvas medianas y bajas subperennifolias, lo cual concuerda con la descripción general de los usos de suelo y vegetación del Sistema Ambiental. El diámetro medio del estrato arbóreo fue de 12 cm, y solo se encontraron 9 árboles con DN mayor a 20 cm.

La flora encontrada en el conglomerado número 61478 representa bastante bien al Sistema Ambiental estudiado, ya que la mayor superficie corresponde a Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.

Cuadro IV.14. Valor de Importancia Relativa para el estrato Arbóreo del Sistema Ambiental (un conglomerado compuesto por cuatro sitios)

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
1	*Coccoloba cozumelensis*	Ch'iich' boob	14.01	14.01	12.55	13.52
2	*Piscidia piscipula (L.) Sarg*	Jabin	10.14	10.14	17.49	12.59
3	*Nectandra salicifolia*	Laurelillo, xoxoc	12.56	12.56	12.17	12.43

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
4	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimito	7.73	7.73	5.32	6.93
5	*Lonchocarpus rugosus*	kanasin	7.25	7.25	3.80	6.10
6	*Croton reflexifolius*	Perezcutz, ko'ok che'	5.80	5.80	3.80	5.13
7	*Guettarda elliptica*	lu'um che	5.31	5.31	3.42	4.68
8	*Bursera simaruba*	chaca rojo	3.38	3.38	6.84	4.54
9	*Jatropha gaumeri*	Pomolche	3.86	3.86	1.90	3.21
10	*Vitex gaumeri*	Yaxnik, Xiaxnik	2.42	2.42	4.18	3.00
11	*Annona primigenia*	Anonilla	2.90	2.90	1.90	2.57
12	*Zuelania guidonia*	Tamay, sabak che'	1.93	1.93	2.66	2.18
13	*Diospyros cuneata*	Silil	2.42	2.42	1.52	2.12
14	*Metopium brownei*	Chechem	1.93	1.93	1.90	1.92
15	*Coccoloba spicata*	Boob	1.93	1.93	1.90	1.92
16	*Pouteria campechiana*	Kaniste	1.93	1.93	1.52	1.80
17	Pseudobombax ellipticum (H.B. & K.) Dugand	Amapola	1.45	1.45	2.28	1.73
18	*Acacia farnesiana*	Zubinche	1.93	1.93	1.14	1.67
19	*Casimiroa tetrameria*	Yuuy, mata avejas	1.45	1.45	1.90	1.60
20	*Pseudolmedia oxyphyllaria*	Cherry, mamba. Cheri	1.45	1.45	0.76	1.22
21	*Dendropanax arboreus*	sacchaca	0.48	0.48	2.66	1.21
22	*Dipholis salicifolia*	zapote faisan	0.97	0.97	1.14	1.02
23	*Simaruoba glauca*	Paasak, Negrito	0.48	0.48	1.14	0.70
24	*Lonchocarpus castilloi*	Machiche	0.48	0.48	1.14	0.70
25	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	0.48	0.48	1.14	0.70
26	*Thevetia ahouai*	Bola de venado	0.48	0.48	0.76	0.58
27	*Licaria peckii*	Laurel hoja roñosa, trompillo	0.48	0.48	0.76	0.58
28	*Swartzia cubensis*	katalox	0.48	0.48	0.38	0.45
29	*Eugenia capuli*	capulincillo	0.48	0.48	0.38	0.45
30	*Hippocratea excelsa*	Oknom	0.48	0.48	0.38	0.45

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
31	*Allophylus cominia*	Ik-bach	0.48	0.48	0.38	0.45
32	*Eugenia axillaris*	Escobillo	0.48	0.48	0.38	0.45
33	*Castilla elastica*	Hule cimarron	0.48	0.48	0.38	0.45
34	*Hippocratea celastroides*	ta'ats'i'	0.48	0.48	0.00	0.32
35	*Coccoloba acapulcensis*	Tojyub	0.48	0.48	0.00	0.32
36	*Hampea trilobata*	Jool, Majahua	0.48	0.48	0.00	0.32
Suma total			100	100	100	100

Índice de diversidad del estrato arbóreo

La diversidad del estrato arbóreo en el Sistema Ambiental, de acuerdo con los índices de Shannon (H') es mediana, ya que presenta (H´= 2.99). En el siguiente cuadro se presenta el índice de diversidad para el estrato arbóreo.

Cuadro IV. 15. Índices de Diversidad del estrato Arbóreo, para los cuatro sitios de un conglomerado del INFyS dentro del Sistema Ambiental

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Absoluta (Ind/hectárea)	Abundancia relativa Pi=ni/N	Ln (Pi)	Pi* Ln (Pi)
1	*Coccoloba cozumelensis*	Ch'iich' boob	181.25	0.14	1.97	0.28
2	*Nectandra salicifolia*	Laurelillo, xoxoc	162.5	0.13	2.07	0.26
3	*Piscidia piscipula (L.) Sarg*	Jabin	131.25	0.10	2.29	0.23
4	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimito	100	0.08	2.56	0.20
5	*Lonchocarpus rugosus*	kanasin	93.75	0.07	2.62	0.19
6	*Croton reflexifolius*	Perezcutz, ko'ok che'	75	0.06	2.85	0.17
7	*Guettarda elliptica*	lu'um che	68.75	0.05	2.93	0.16
8	*Jatropha gaumeri*	Pomolche	50	0.04	3.25	0.13
9	*Bursera simaruba*	chaca rojo	43.75	0.03	3.39	0.11
10	*Annona primigenia*	Anonilla	37.5	0.03	3.54	0.10
11	*Vitex gaumeri*	Yaxnik, Xiaxnik	31.25	0.02	3.72	0.09
12	*Diospyros cuneata*	Silil	31.25	0.02	3.72	0.09
13	*Zuelania guidonia*	Tamay, sabak che'	25	0.02	3.95	0.08

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Absoluta (Ind/hectárea)	Abundancia relativa Pi=ni/N	Ln (Pi)	Pi* Ln (Pi)
14	*Metopium brownei*	Chechem	25	0.02	3.95	0.08
15	*Coccoloba spicata*	Boob	25	0.02	3.95	0.08
16	*Pouteria campechiana*	Kaniste	25	0.02	3.95	0.08
17	*Acacia farnesiana*	Zubinche	25	0.02	3.95	0.08
18	Pseudobombax ellipticum (H.B. & K.) Dugand	Amapola	18.75	0.01	4.23	0.06
19	*Pseudolmedia oxyphyllaria*	Cherry, mamba. Cheri	18.75	0.01	4.23	0.06
20	*Casimiroa tetrameria*	Yuuy, mata avejas	18.75	0.01	4.23	0.06
21	*Dipholis salicifolia*	zapote faisan	12.5	0.01	4.64	0.04
22	*Dendropanax arboreus*	sacchaca	6.25	0.00	5.33	0.03
23	*Simaruoba glauca*	Paasak, Negrito	6.25	0.00	5.33	0.03
24	*Lonchocarpus castilloi*	Machiche	6.25	0.00	5.33	0.03
25	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	6.25	0.00	5.33	0.03
26	*Thevetia ahouai*	Bola de venado	6.25	0.00	5.33	0.03
27	*Licaria peckii*	Laurel hoja roñosa, trompillo	6.25	0.00	5.33	0.03
28	*Swartzia cubensis*	katalox	6.25	0.00	5.33	0.03
29	*Eugenia capuli*	capulincillo	6.25	0.00	5.33	0.03
30	*Hippocratea excelsa*	Oknom	6.25	0.00	5.33	0.03
31	*Allophylus cominia*	Ik-bach	6.25	0.00	5.33	0.03
32	*Eugenia axillaris*	Escobillo	6.25	0.00	5.33	0.03
33	*Castilla elastica*	Hule cimarron	6.25	0.00	5.33	0.03
34	*Hippocratea celastroides*	ta'ats'i'	6.25	0.00	5.33	0.03
35	*Coccoloba acapulcensis*	Tojyub	6.25	0.00	5.33	0.03
36	*Hampea trilobata*	Jool, Majahua	6.25	0.00	5.33	0.03
Suma			1294	Riqueza (S)	36	
				H Calculada	2.997	
				H max = Ln S	3.584	
				Equidad = H/Hmax	0.836	

La diversidad del estrato arbóreo en el Sistema Ambiental, de acuerdo con los índices de Shannon (H') y alfa de Fisher (α) calculados para los datos del conglomerado número 61478

del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, es mediana (H'= 2.31 – 2.79; α= 4.8 – 12.4; Cuadro IV.16).

Cuadro IV. 16. Índice de diversidad de los sitios del estrato arbóreo del sistema ambiental.

Sitio	H'	α Fisher
1	2.56	8.2
2	2.70	12.4
3	2.31	4.8
4	2.79	11.7

Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo, se consideró el arbolado con diámetro normal menor a 7.5 cm, muestreados en una superficie de 50.24 m^2, se encontraron 20 especies y 169 individuos arbustivos con una densidad de 33,638 árboles por hectárea. Las especies con mayor valor de importancia fueron *Nectandra salicifolia* (IVIR= 43.11%)*, Coccoloba spicata* (14.81%) *y Chrysophyllum mexicanum* (8.98%), mismas que corresponden a la regeneración natural de algunas de las especies del estrato arbóreo. *Piscidia piscipula* ya no se encuentra es este estrato, ya que por tratarse de una especie heliófita, no le es posible regenerarse bajo dosel. En general las especies del estrato arbustivo corresponden a especies tolerantes o parcialmente tolerantes que se caracterizan por ocupar el dosel intermedio de la selva mediana (Cuadro IV.17).

Cuadro IV. 17. Valor de Importancia Relativa para el estrato Arbustivo del Sistema Ambiental (un conglomerado compuesto por cuatro sitios)

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
1	*Nectandra salicifolia*	Laurelillo, xoxoc	48.52	48.52	32.30	43.11
2	*Coccoloba spicata*	Boob	11.24	11.24	21.94	14.81
3	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimito	10.06	10.06	6.82	8.98
4	*Croton reflexifolius*	Perezcutz, ko'ok che'	5.33	5.33	8.76	6.47
5	*Eugenia capuli*	capulincillo	5.33	5.33	3.25	4.63
6	*Acacia farnesiana*	Zubinche	1.78	1.78	4.54	2.70
7	*Ardisia revoluta*	Desconocido	2.37	2.37	2.60	2.44
8	*Guettarda elliptica*	lu'um che	1.78	1.78	3.41	2.32
9	*Hampea trilobata*	Jool, Majahua	1.78	1.78	2.43	1.99

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Dominancia Relativa	Índice de Valor de Importancia
10	*Pseudolmedia oxyphyllaria*	Cherry, mamba. Cheri	1.18	1.18	3.57	1.98
11	*Lonchocarpus rugosus*	kanasin	1.78	1.78	0.97	1.51
12	*Thevetia ahouai*	Bola de venado	1.78	1.78	0.97	1.51
13	*Metopium brownei*	Chechem	1.78	1.78	0.97	1.51
14	*Jatropha gaumeri*	Pomolche	1.18	1.18	2.11	1.49
15	*Diospyros cuneata*	Silil	1.18	1.18	0.98	1.11
16	*Annona primigenia*	Anonilla	0.59	0.59	1.78	0.99
17	*Eugenia axillaris*	Escobillo	0.59	0.59	1.63	0.94
18	*Bursera simaruba*	chaca rojo	0.59	0.59	0.32	0.50
19	*Dipholis salicifolia*	zapote faisan	0.59	0.59	0.32	0.50
20	*Malmea depressa*	Elemuy	0.59	0.59	0.32	0.50
Suma Total			100	100	100	100

Índice de diversidad del estrato arbustivo

El índice de Índice de Shannon-Wiener obtenido indica una baja diversidad ya que presenta (H´= 1.9).

Cuadro IV. 18. Índices de Diversidad del estrato Arbustivo, para los cuatro sitios de un conglomerado del INFyS dentro del Sistema Ambiental

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Absoluta (Ind/hectárea)	Abundancia relativa Pi=ni/N	Ln (Pi)	Pi* Ln (Pi)
1	*Nectandra salicifolia*	Laurelillo, xoxoc	16321.66	0.49	0.72	0.35
2	*Coccoloba spicata*	Boob	3781.85	0.11	2.19	0.25
3	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimito	3383.76	0.10	2.30	0.23
4	*Croton reflexifolius*	Perezcutz, ko'ok che'	1791.40	0.05	2.93	0.16
5	*Eugenia capuli*	capulincillo	1791.40	0.05	2.93	0.16
11	*Lonchocarpus rugosus*	Kanasin	796.18	0.02	3.74	0.09
6	*Acacia farnesiana*	Zubinche	597.13	0.02	4.03	0.07
7	*Ardisia revoluta*	Desconocido	597.13	0.02	4.03	0.07
8	*Guettarda elliptica*	Lu'um che	597.13	0.02	4.03	0.07
9	*Hampea trilobata*	Jool, Majahua	597.13	0.02	4.03	0.07
10	*Pseudolmedia oxyphyllaria*	Cherry, mamba. Cheri	597.13	0.02	4.03	0.07
14	*Jatropha gaumeri*	Pomolche	597.13	0.02	4.03	0.07
12	*Thevetia ahouai*	Bola de venado	398.09	0.01	4.44	0.05
13	*Metopium brownei*	Chechen	398.09	0.01	4.44	0.05

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Absoluta (Ind/hectárea)	Abundancia relativa Pi=ni/N	Ln (Pi)	Pi* Ln (Pi)
17	*Eugenia axillaris*	Escobillo	398.09	0.01	4.44	0.05
15	*Diospyros cuneata*	Silil	199.04	0.01	5.13	0.03
16	*Annona primigenia*	Anonilla	199.04	0.01	5.13	0.03
18	*Bursera simaruba*	Chaca rojo	199.04	0.01	5.13	0.03
19	*Dipholis salicifolia*	Zapote faisan	199.04	0.01	5.13	0.03
20	*Malmea depressa*	Elemuy	199.04	0.01	5.13	0.03
Suma			33638.54	Riqueza (S)	20	
				H Calculada	1.967	
				H max = Ln S	2.996	
				Equidad = H/Hmax	0.657	

La diversidad del estrato arbustivo en el Sistema Ambiental, de acuerdo con los índices de Shannon (H') y alfa de Fisher (α) calculados para los datos del conglomerado número 61478 del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, es baja (H'= 1.5 – 1.58; α= 2.7 – 3.3; Cuadro IV.19). Esta situación es común en los estratos bajos de las selvas, ya que no todas las especies pueden regenerarse bajo dosel, sin embargo, hay especies de talla pequeña que solo ocupan el estrato bajo (o arbustivo), tales como *Eugenia capulí, E. axilaris, Jatropha gaumeri* y *Hampea trilobata*, dichas especies no llegan a ocupar el dosel superior de la selva.

Cuadro IV. 19. Índices de Diversidad del estrato Arbustivo, para los cuatro sitios de un conglomerado del INFyS dentro del Sistema Ambiental

Sitio	H'	α Fisher
1	1.54	2.9
2	1.50	3.3
3	1.58	3.3
4	1.52	2.7

Estrato herbáceo

En el estrato herbáceo se encontraron 11 especies, con una densidad de siete individuos por metro cuadrado, o 70,000 individuos por hectárea. Las especies con mayor valor de importancia fueron *Coccoloba spicata* (IVIR= 14.3%), *Cydista diversifolia* (12.5%) y *Eugenia capulí* (10.7%) (Cuadro IV.20).

Cuadro IV.20. Valor de Importancia Relativa para el estrato Herbáceo del Sistema Ambiental (un conglomerado compuesto por cuatro sitios)

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Relativa	Frecuencia Relativa	Índice de Valor de Importancia
1	*Coccoloba spicata*	Boob	17.86	14.29	16.07
2	*Cydista diversifolia*	Anilkab	17.86	7.14	12.50
3	*Eugenia capuli*	Capulincillo	7.14	14.29	10.72
4	*Metopium brownei*	Chechen	7.14	14.29	10.72
5	*Arrabidaea pubescens*	Bilin ko'ok	10.71	7.14	8.93
6	*Coccoloba cozumelensis*	Ch'iich' boob	10.71	7.14	8.93
7	*Hampea trilobata*	Jool, Majahua	10.71	7.14	8.93
8	*Oeceoclades maculata*	Desconocido	7.14	7.14	7.14
9	*Acacia farnesiana*	Zubinche	3.57	7.14	5.36
10	*Nectandra salicifolia*	Laurelillo, xoxoc	3.57	7.14	5.36
11	*Pouteria campechiana*	Kaniste	3.57	7.14	5.36
Suma Total			100	100	100

Índice de diversidad del estrato herbáceo

El índice de Índice de Shannon-Wiener obtenido indica una diversidad media ya que presenta (H´= 2.25).

Cuadro IV. 21. Índices de Diversidad del estrato Herbáceo, para los cuatro sitios de un conglomerado del INFyS dentro del Sistema Ambiental

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Absoluta (Ind/hectárea)	Abundancia relativa Pi=ni/N	Ln (Pi)	Pi* Ln (Pi)
1	*Coccoloba spicata*	Boob	12500	0.179	1.72	0.308
2	*Cydista diversifolia*	anilkab	12500	0.179	1.72	0.308
3	*Eugenia capuli*	capulincillo	5000	0.071	2.64	0.189
4	*Metopium brownei*	Chechem	5000	0.071	2.64	0.189
5	*Arrabidaea pubescens*	bilin ko'ok	7500	0.107	2.23	0.239
6	*Coccoloba cozumelensis*	Ch'iich' boob	7500	0.107	2.23	0.239
7	*Hampea trilobata*	Jool, Majahua	7500	0.107	2.23	0.239
8	*Oeceoclades maculata*	Desconocido	5000	0.071	2.64	0.189

No.	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Absoluta (Ind/hectárea)	Abundancia relativa Pi=ni/N	Ln (Pi)	Pi* Ln (Pi)
9	*Acacia farnesiana*	Zubinche	2500	0.036	3.33	0.119
10	*Nectandra salicifolia*	Laurelillo, xoxoc	2500	0.036	3.33	0.119
11	*Pouteria campechiana*	Kaniste	2500	0.036	3.33	0.119
Suma			70000	Riqueza (S)	11	
				H Calculada	2.256	
				H max = Ln S	2.398	
				Equidad = H/Hmax	0.941	

La diversidad del estrato herbáceo en el Sistema Ambiental, de acuerdo con los índices de Shannon (H') y alfa de Fisher (α) calculados para los datos del conglomerado número 61478 del Inventario Nacional Forestal y de Suelos, es baja (H'= 0.95 – 1.28; α= 2 – 4; Cuadro IV.22).

Cuadro IV. 22. Índices de Diversidad del estrato Herbáceo, para los cuatro sitios de un conglomerado del INFyS dentro del Sistema Ambiental.

Sitio	H'	α Fisher
1	1.28	4
2	1.15	2.9
3	1.00	2
4	0.95	3.2

Plantas Nativas

Las especies nativas son aquellas que crecen de manera natural en una región, sin la intervención ni ayuda del hombre. Son las especies que se desarrollan de forma silvestre. Las especies de plantas nativas no se distribuyen de manera homogénea a lo largo de todo el territorio, sino que se desarrollan de forma diferencial entre los distintos ambientes o ecosistemas. Tampoco son igualmente abundantes, ya que algunas especies son muy comunes, numerosas y las vemos por todas partes, en tanto que otras son muy raras y sólo se les encuentra en un determinado sitio o ambiente y en ocasiones con muy pocos individuos.

De acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, para el Estado de Quintana Roo se reportan 22 especies que presentan alguna categoría de protección. De estas especies algunos géneros son poco conocidos; por ejemplo, el pino tropical ***Pinus caribea***, aun dentro de la península de Yucatán, el único sitio donde se localiza es en un sitio llamado El Jaguactal, al sureste del ejido Caobas en el municipio de Othón P. Blanco; otra especie importante es la cactácea ***Aporocactus fageliformis***, referida en los listados florísticos, y que sin embargo es difícil su ubicación dentro del estado. En la siguiente lista se mencionan aquellas especies que están dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y si son endémicas.

Cuadro IV. 23. Listado de las especies de la flora de Quintana Roo que presentan alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010

Familia	Nombre Científico	Categoría
Anacardiaceae	*1. Astronium graveolens Jacq*	A
Agavaceae	*2. Beucarnea pliabilis*	A
Bignoniaceae	*3. Tabebuia chrysantha Jacq*	A
Bromeliaceae	*4. Tillandsia elongata var. subimbricata (Baker)*	A
	5. Tillandsia festucoides Brongniart ex Mez T	Pr
Cactaceae	*6. Aporocactus flagelliformis (L.) Lemaire*	P*
	7. Mammillaria gaumeri Orcutt	P*
Combretaceae	*8. Conocarpus erectus L. C.*	A
	9. Laguncularia racemosa (L.)	A
Palmae o Verbenaceae	*10. Bactris balanoidea (Oersted)*	Pr
	11. Coccothrinax readii Quero	A*
	12. Crysophila argentea H. Bartlett Q.	A
	13. Gaussia maya (Opsiandra maya)	A
	14. Pseudophoenix sargentii H. W. ex Sargent Q.	A
	15. Roystonea dunlapiana Allen Q.	Pr
	16. Thrinax radiata Lodd. ex H. A.&H. H. Schult. D. A	A
	17. Avicennia germinans (L.)	A
Pinaceae	*18. Pinus caribaea hondurensis*	P
Rhizophoraceae	*19. Rhizophora mangle L. C.*	A*
Zamiaceae	*20. Dioon spinulosum*	P*
	21. Zamia loddigesii	A
Zygophyllaceae	*22. Guaiacum sanctum L. C*	Ar

En peligro de extinción (P), Amenazadas (A) Sujetas a protección especial (Pr), Especies endémicas (*)

Fauna

El análisis de la fauna de la Subcuenca hidrológica forestal Bahía de Chetumal se realizó con la siguiente información obtenida del Programa de Manejo Forestal nivel avanzado del Ejido Noh Bec (Tropicarural, 2015). Los datos que se presentan fueron muestreados en la superficie de Área Forestal Permanente (AFP).

En la siguiente figura se observa el muestreo de fauna a nivel de la Subcuenca Hidrológico-Forestal Bahía de Chetumal.

Figura IV.26. Ubicación del área de muestreo de fauna a nivel de la Subcuenca Hidrológico Forestal Bahía de Chetumal.

En la siguiente figura se presenta el área donde se levantaron los datos del muestreo en el Ejido Noh-Bec de forma directa, este se realizó en caminos los cuales se representan en color rojo en el polígono del ejido Noh-Bec.

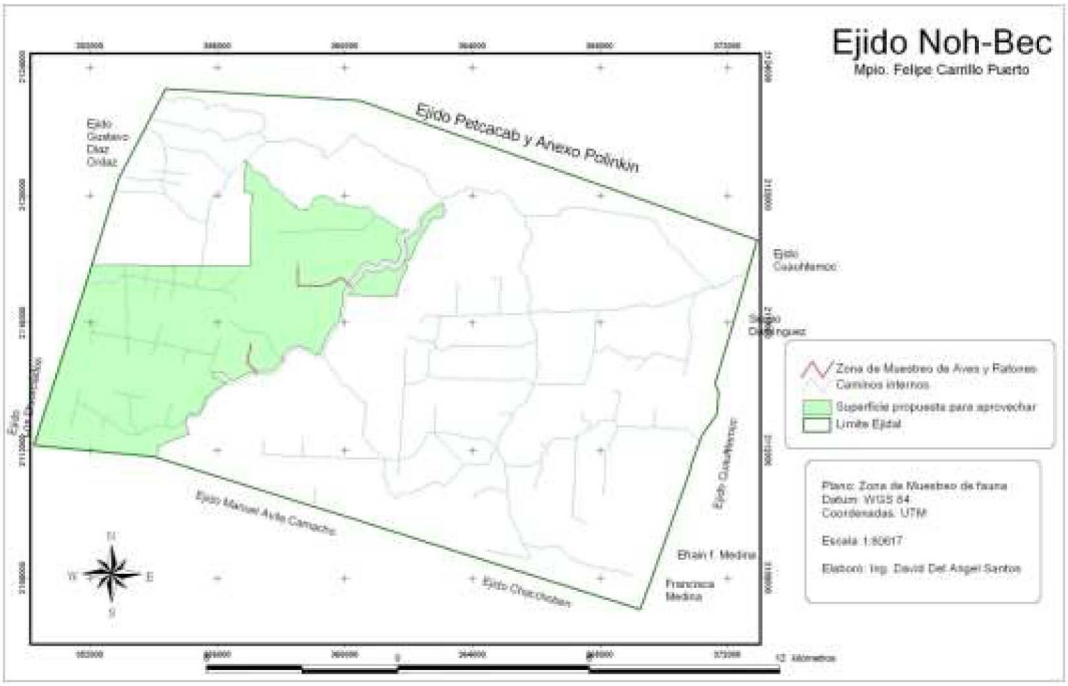


Figura IV. 27. Zona de muestreo dentro del AFP del Ejido Noh-Bec.

En la siguiente figura se presenta la siguiente zona de muestreo con cámaras trampas dispersas en el área de aprovechamiento 2015-2024.

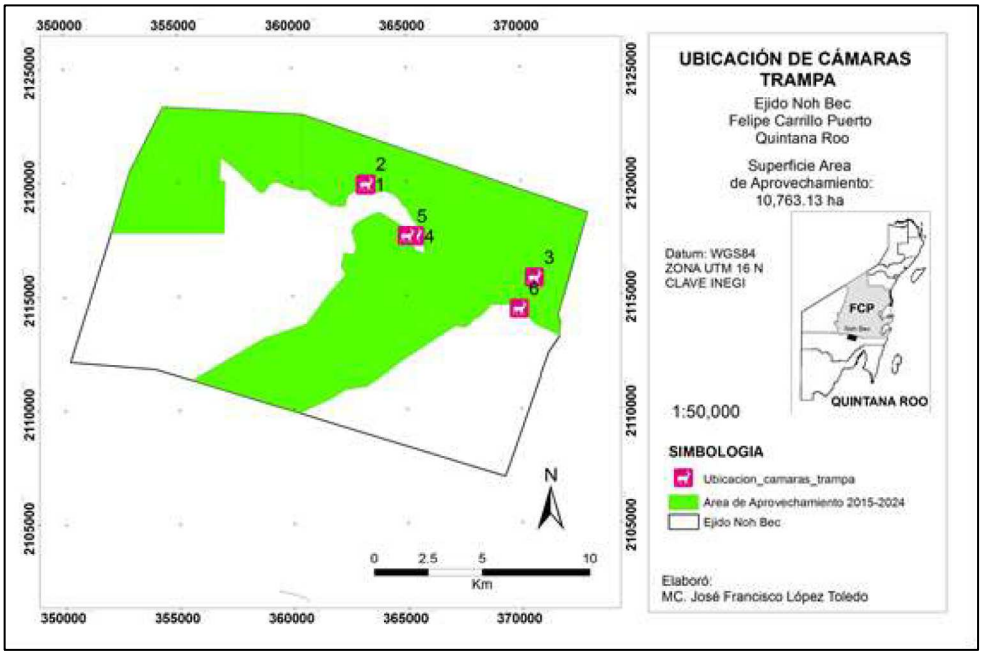


Figura IV. 28. Muestreo con cámaras –trampa

En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas donde se ubicaron las cámaras trampas, para el muestreo de foto-trampeo.

Cuadro IV. 24 Coordenadas de ubicación de las cámaras trampas

No. Cámara	Coord. X	Coord. Y
1	363214	2119831
2	363259	2119883
3	370605	2115742
4	365374	2117594
5	365041	2117601
6	369928	2114383

Método de muestreo

Muestreo de roedores

El trabajo de campo consistió en la colocación de 200 trampas Sherman en dos brechas identificadas (100 trampas en cada brecha) que se ubican dentro del Área Forestal Permanente del ejido. Las trampas fueron colocadas a una distancia una de otra de 30 metros aproximadamente con el fin de capturar roedores (ratones) para los análisis ecológicos (*Método Directo*). Para que los roedores queden atrapados en dichas trampas, éstas fueron cebadas con maíz quebrado más vainilla por el olor como atractivo y fueron colocaron al atardecer y al día siguiente por la mañana muy temprano fueron revisadas y levantadas.

Al atrapar a los roedores en las Trampas Sherman, se procedió a pasarlos a bolsas de algodón y con el empleo de guantes de carnaza fueron inmovilizados por la parte dorsal para su identificación, marcaje y muestra fotográfica. Para este caso, todos los ejemplares atrapados se marcaron con tintura de uñas en la pata delantera derecha y fueron liberados en el sitio de su captura.

Figura IV.29. Trampas tipo Sherman para la captura de roedores en el Área Forestal Permanente

Aves

Para el caso de las Aves, se empleó el método de captura por medio de redes de niebla de 15 m de longitud y de 36 mm de luz de malla. Las redes se colocaron entre dos postes verticales de 3-4 m y se aseguraron en cada extremo con cuerdas, limpiando alrededor de ellas para evitar que la misma se enrede con la vegetación (Ver imagen IV.30).

Las redes de niebla ornitológicas fueron colocadas dentro del Ejido en el Área Forestal Permanente en las Áreas de trabajo identificados como Huasteco 1 y Huasteco 2; las redes después de armadas por la tarde estuvieron cerradas toda la noche, para que muy temprano al día siguiente fueran abiertas.

Figura IV. 30. Brechas antiguas dentro del AFP del Ejido Noh-Bec, donde se instalaron las redes de niebla ornitológicas.

El horario de apertura de las redes ornitológicas para el muestreo de Aves fue de 6:00 a 12:00 horas; las revisiones se efectuaron cada 30 minutos, con el objeto de que se evite la mortandad en los ejemplares atrapados por exposición prolongada al sol, asfixia o en su caso de cualquier depredador. Las aves fueron liberadas tomándolas suavemente de las

patas del mismo lado por el cual el individuo entró a la red; después de desenredar al ejemplar, se efectuó su determinación taxonómica apoyándose en la literatura apropiada (Guía de Campo de las Aves de México, Peterson y Chaliff, 1989), posteriormente se fotografiaron y se marcaron las patas con tintura de uñas y se liberaron en el mismo sitio de la captura.

Cámaras trampa

Se establecieron seis cámaras trampa en sitios estratégicos, tales como abrevaderos, áreas conservadas, áreas de paso de fauna, entre otras. De acuerdo con Díaz y Payán (2012), las cámaras trampa son la mejor herramienta para evaluar presencia o ausencia de animales crípticos y para hacer inventarios de vertebrados en zonas desconocidas.

Estacionalidad de la especie

Esta se entiende como el período en que se encuentran presentes las especies en una determinada área, definida en cuatro categorías: residentes, visitantes invernales, migratorias o transitorias. A continuación, se presentan los tipos de especies muestreadas y el tipo de categoría según la estacionalidad de dicha especie.

Cuadro IV. 25. Lista de especies y estacionalidad

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Estacionalidad de la Especie
		Roedores	
1	Yax-Cho'	*Peromyscus mayensis*	Residente
2	Tzuchó	*Heteromys gaumeri*	Residente
		Aves	
1	Chipe Piquigrueso	*Icteria virens*	Residente
2	Luís Gregario	*Myiozetetes similis*	Residente
3	Colorín Azul	*Passerina cyanea* (♂)	Residente
4	Mímido Gris (Observado)	*Dumetella carolinensis*	Residente
5	Semillerito Oliváceo	*Tiaris olivacea* (♂)	Residente
6	Colorín Negro	*Cyanocompsa parellina* (♀)	Residente
7	Papamoscas Alazán Mayor	*Lipaugus unirufus*	visitantes
8	Colibrí Latirrostro	*Cynanthus latirostris*	visitantes
9	Papamoscas Alazán Bobo	*Rhytipterna holerythra*	Migratoria
10	Amazilia Cándida	*Amazilia Candida*	Residente
11	Tangara Roja Migratoria	*Piranga rubra* (♂)	Migratoria
12	Tangara Rojisucia Fuscicauda	*Habia fuscicauda (♂)*	Residente
13	Hocofaisán	*Crax rubra (♂)*	Residente
14	Cojolite	*enelope purpurascens*	Residente

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Estacionalidad de la Especie
15	Zopilote rey	*Sarcoramphus papa*	Residente
16	Desconocido	*Patagioenas fasciata*	Residente
17	Rascón de cuello gris	*Aramides cajanea*	Residente
18	Pavo ocelado	*Meleagris ocellata*	Residente
Mamifero			
1	Tapir	*Tapirus bairdii*	Residente
2	Jaguar	*Panthera onca*	Residente
3	Venado cola blanca	*Odocoileus virginianus*	Residente
4	Jabali	*Tayassu tajacu*	Residente
5	Sereque	*Dasyprocta punctata*	Residente
6	Zorra gris	*Urocyon cinereoargenteus*	Residente

Abundancia

La mayor abundancia según los cálculos realizados para el estudio de la fauna corresponde al grupo de las aves ya que presentan 21 individuos por hectárea con una diversidad de 18 especies existentes. Las áreas donde se realizaron los estudios han sido destinadas a conservación por el Ejido Noh-Bec, cabe resaltar que esta área representa el sistema delimitado para la Subcuenca Hidrológico-Forestal.

Sociabilidad

Las aves en su mayoría se agrupan para viajar o estacionase en lugares donde abunda la alimentación, para el caso del zopilote rey siempre se encuentra por grupos.

Para los mamíferos en el caso de la *Panthera onca* como la mayoría de las otras panteras, es un animal que se mantiene solo. Las madres permanecen con sus cachorros por cierto tiempo, los cachorros cuando se independizan es posible que se mantengan juntos por unos meses y durante el celo las parejas están juntas por unos días, el resto del tiempo hacen una vida solitaria.

El venado cola blanca a diferencia de las especies del género Cervus, generalmente no forma grandes agrupaciones y la unidad social básica está compuesta por una hembra adulta, su hija y las dos crías de la temporada más reciente. Varias hembras pueden llegar a formar grupos más o menos permanentes dentro de un área determinada. Los machos adultos generalmente son solitarios o forman grupos pequeños, en los que se establece una jerarquía de dominancia, mantenida por despliegues conductuales. Los machos marcan su territorio con sus glándulas faciales y con orina, durante la época de

apareamiento. Los machos no tratan de establecer un territorio o dominar a un grupo de hembras. Durante el invierno, pueden agregarse varios animales en áreas favorables. Se han reportado densidades poblacionales de 25 a 50 individuos/km^2 y ámbitos hogareños individuales de 24.3 a 356.1 ha, siendo mayores los de los machos (Nowak, 1991).

Para las especies de jabalí y tapir, se caracterizan por establecer grupos para viajar y un líder al frente para dirigir las rutas seguras.

Los sereques forman parejas estables de por vida que delimitan y defienden un territorio de aproximadamente 1.2 hectáreas, con suficientes recursos para su alimentación y una fuente de agua. Se reproducen durante todo el año, pero la mayoría de las crías nacen en marzo y julio, cuando el alimento es más abundante.

El zorro gris no se caracteriza por vivir en grupos; por lo contrario, vive de forma solitaria durante gran parte del año y aun así es un poco más social que el zorro rojo. Se han observado pequeñas unidades sociales que consisten en un macho, una hembra y cachorros.

Alimentación

México es uno de los países que cuenta con una megadiversidad de especies de flora y fauna, identificándolo en el cuarto lugar con más de 1,080 especies de aves, con 20 de las 27 órdenes de aves del mundo (Llamosa N.E., 2008).

Mencionan que un aspecto relevante, es que un 30% de estas especies son migratorias, desplazándose estacionalmente entre el Norte del continente (Canadá y los Estados Unidos) y México, o bien, realizando movimientos desde Norteamérica y México hasta Centro y Sudamérica (Semarnap-Conabio 1997).

Todas las aves desempeñan diversos y complejos papeles en la dinámica natural de los ecosistemas. Algunas se alimentan del néctar de las flores y son sus polinizadores (Colibríes), y con diversos grados de especialización; otras son dispersoras de semillas (trogones, primaveras, pericos), otras más se alimentan de insectos o de pequeños roedores y peces (gaviotas, gavilanes, lechuzas) e incluso consumidores de carroña (Zopilotes, Caracaras) (Semarnap-Conabio 1997).

Los roedores en su mayoría de las especies son herbívoros, y su alimentación se basa en semillas, corteza, frutos, hojas, bulbos y follaje. Sin embargo, generalmente complementan

su dieta con insectos, otros invertebrados e inclusive pequeños vertebrados. Por sus hábitos de alimentación juegan un importante papel en las comunidades como dispersores de semillas y depredadores de plántulas, por lo que inciden en la estructura y función de las comunidades vegetales (Ceballos y Galindo, 1984; Eisenberg, 1981).

Para el grupo de los mamíferos entre ellos el tapir (*Tapirus bairdii*) los tapires son esencialmente ramoneadores con fuerte tendencia a la frugivoría, destinando hasta un 90% de sus horas de actividad a la búsqueda y consumo selectivo de una amplia variedad de frutos, hojas, tallos, corteza y flores (Terwilliger, 1978; Janzen, 1982a; Williams, 1984; Fragoso, 1987; Naranjo, 1995b;).

La alimentación de jaguar (*Panthera onca*) se basa de animales grandes (incluyendo tapires, ganado vacuno, caimanes, venado) y de otros animales no tan grandes como tortugas.

La alimentación de la especie de *Odocoileus virginianus* se basa en rebrotes, pastos, hongos, nueces, líquenes o ramonear el follaje y ramas tiernas de arbustos (Nowak, 1991).

La especie *Tayassu tajacu*, se alimenta de raíces, frutas de chicozapote, kaniste, ramón. La dieta consiste principalmente en semillas y frutas, y en menor proporción, otros vegetales y hongos. Forman parejas estables de por vida que delimitan y defienden un territorio de aproximadamente 1.2 hectáreas, con suficientes recursos para su alimentación y una fuente de agua. Se reproducen durante todo el año, pero la mayoría de las crías nacen en marzo y julio, cuando el alimento es más abundante. Cuando se alimentan, se sientan manteniendo el cuerpo en posición vertical. Desde esta posición, que les permite estar atentos a posibles peligros, pueden emprender una rápida carrera en caso de alarma.

La zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) es un omnívoro y por lo tanto se alimenta de materia animal y vegetal. Son Numerosos y ampliamente distribuidos en México. Se alimenta de reptiles, ratas, aves, insectos, raíces y conejos.

Hábitat

Dada la biodiversidad existente en nuestro país, a su topografía existente físicamente, a sus tipos de clima templado y cálido, autores mencionan que en México se encuentran aproximadamente el 12 % de todas las especies de aves del planeta, esto es, unas 1,060 especies de un total de alrededor de 8,500 (Semarnap-Conabio 1997). Esta enorme

diversidad se debe, entre otras razones, a que nuestra avifauna está compuesta por especies con afinidades neárticas y neotropicales (Semarnap-Conabio, 1997; Llamosa N.E., 2008).

Las especies poseen un patrón de distribución que va en función de sus hábitos alimenticios, etolólogicos y reproductivos, que convergen en un mismo punto de área-espacio.

Distribución vertical

Las especies poseen un patrón de distribución que va en función de sus hábitos alimenticios, etolólogicos y reproductivos, que convergen en un mismo punto de área-espacio. La dispersión en una población determina la relación entre la media y la varianza.

Se ha homologado la riqueza de especies para establecer la diversidad de una comunidad natural; pero, la diversidad debe de ser analizada también considerando la importancia de las especies (Ludwing & Reynolds, 1988; Magurran 1988; Peet, 1974), e incluir la función ecológica y genética de las mismas abarcando poblaciones, comunidades, el área dinámica mínima y el contexto del paisaje (Wake, 1989).

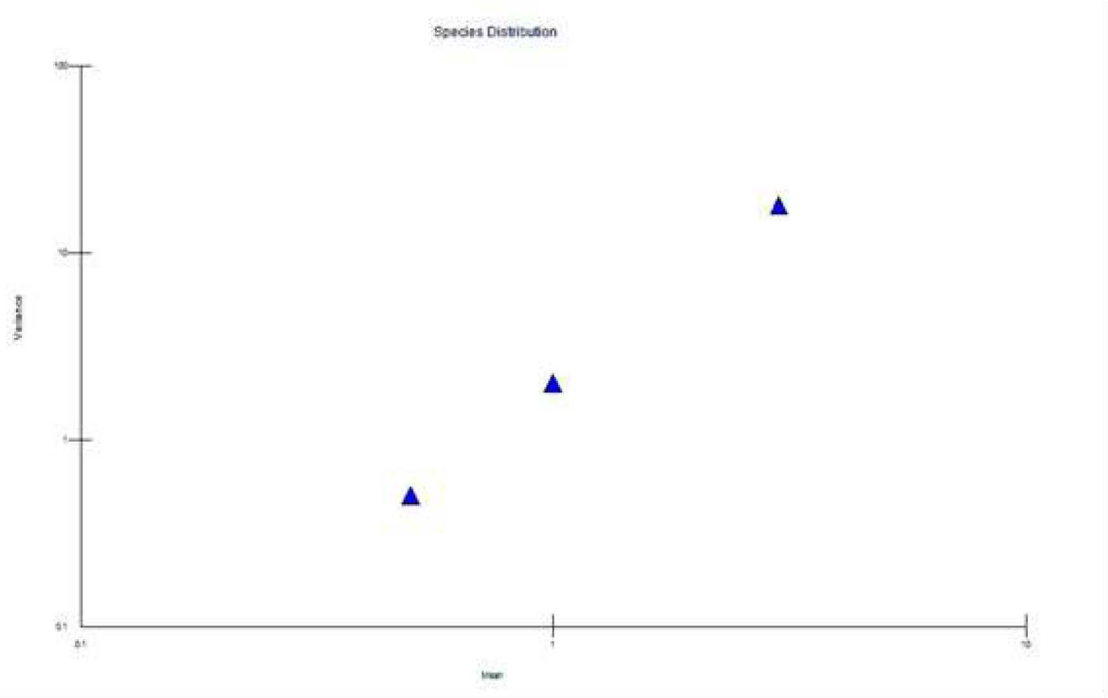


Figura IV. 31. Distribución por especie

En ecología, el término paisaje es utilizado para designar unidades geográficas en las que, a pesar de poseer una cierta heterogeneidad interna, las principales variables ambientales (temperatura, humedad, precipitación) no cambian significativamente dentro del área de la unidad geográfica, lo cual comparte una historia geomorfológica y biogeográfica común (Halffer & Favila, en prensa).

Índices de diversidad

La diversidad de fauna en el Sistema Ambiental, de acuerdo con los índices de Shannon (H') calculados para los roedores, aves y mamíferos, es de baja a media (H'= 0.41, 2.85 y 1.79).

Roedores

Se registraron siete individuos de los cuales seis pertenecen a la especie *Heteromys gaumeri,* y un individuo de *Peromyscus mayensis.* La diversidad de acuerdo con los índices de Shannon (H'), es baja (H'= 0.41). El índice de Shannon-Wienner, 1949, comprende valores en un rango de 0 a 5 así, cuanto mayor sea este valor habrá una mayor diversidad en la zona. Valores por encima de 3 son interpretados como "diversos", menores de 3 son interpretados con poca diversidad.

Cuadro IV. 26 Índice de diversidad del grupo de los roedores

Roedores						
Núm.	**Nombre Científico**	**Nombre Común**	**Abundancia Absoluta (Ind/hectárea)**	**Abundancia relativa Pi=ni/N**	**Ln (Pi)**	**Pi* Ln (Pi)**
1	*Heteromys gaumeri*	Tzuchó	1	0.142857143	1.95	0.28
2	*Peromyscus mayensis*	Yax-Cho'	6	0.857142857	0.15	0.13
Suma Total			7.00	Riqueza (S)	2	
				H Calculada	0.41	
				H max = Ln S	0.69	
				Equidad = H/Hmax	0.59	

Aves

Según las estimaciones realizadas para la Subcuenca hidrológico-forestal Bahía de Chetumal, 21 aves por hectárea. De acuerdo con los índices de Shannon (H') calculados para las aves, presenta diversidad media (H'= 2.85).

Cuadro IV. 27 índice de diversidad del grupo de las aves

Aves						
No.	**Nombre Común**	**Nombre científico**	**Abundancia Absoluta (Ind/hectárea)**	**Abundancia relativa Pi=ni/N**	**Ln (Pi)**	**Pi* Ln (Pi)**
1	Chipe Piquigrueso	*Icteria virens*	2	0.0952	2.35	0.22
2	Luís Gregario	*Myiozetetes similis*	1	0.0476	3.04	0.14
3	Colorín Azul	*Passerina cyanea* (♂)	2	0.0952	2.35	0.22
4	Mímido Gris (Observado)	*Dumetella carolinensis*	1	0.0476	3.04	0.14
5	Semillerito oliváceo	*Tiaris olivacea* (♂)	1	0.0476	3.04	0.14
6	Colorín negro	*Cyanocompsa parellina* (♀)	1	0.0476	3.04	0.14
7	Papamoscas alazán mayor	*Lipaugus unirufus*	1	0.0476	3.04	0.14
8	Colibrí latirrostro	*Cynanthus latirostris*	1	0.0476	3.04	0.14
9	Papamoscas alazán bobo	*Rhytipterna holerythra*	1	0.0476	3.04	0.14
10	Amazilia Cándida	*Amazilia Candida*	1	0.0476	3.04	0.14
11	Tangara Roja Migratoria	*Piranga rubra* (♂)	1	0.0476	3.04	0.14
12	Tangara Rojisucia Fuscicauda	*Habia fuscicauda (♂)*	1	0.0476	3.04	0.14
13	Hocofaisán	*Crax rubra (♂)*	2	0.0952	2.35	0.22
14	Cojolita	*Penelope purpurascens*	1	0.0476	3.04	0.14
15	Zopilote rey	*Sarcoramphus papa*	1	0.0476	3.04	0.14
16	Paloma de collar	*Patagioenas fasciata*	1	0.0476	3.04	0.14
17	Rascón de cuello gris	*Aramides cajanea*	1	0.0476	3.04	0.14
18	Pavo ocelado	*Meleagris ocellata*	1	0.0476	3.04	0.14
Suma Total			21	Riqueza (S)	18	
				H Calculada	2.85	
				H max = Ln S	2.89	
				Equidad = H/Hmax	0.98	

Mamíferos

Para el grupo de los mamíferos según las estimaciones se tiene una abundancia de seis individuos por hectárea. El índice (H'= 1.79) indica baja diversidad. Las agrandes deforestaciones ocasionadas por la agricultura y la ganadería incrementan la perdida de diversidad de la fauna.

Cuadro IV. 28. Índice de diversidad del grupo de los mamíferos

Núm.	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Absoluta (Ind/hectárea)	Abundancia relativa Pi=ni/N	Ln (Pi)	Pi* Ln (Pi)
1	*Tapirus bairdii*	Tapir	1	0.16666667	1.79	0.30
2	*Panthera onca*	Jaguar	1	0.16666667	1.79	0.30
3	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	1	0.16666667	1.79	0.30
4	*Tayassu tajacu*	Jabali	1	0.16666667	1.79	0.30
5	*Dasyprocta punctata*	Sereque	1	0.16666667	1.79	0.30
6	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	1	0.16666667	1.79	0.30
Suma Total			6	Riqueza (S)	6	
				H Calculada	1.79	
				H max = Ln S	1.79	
				Equidad = H/Hmax	1.00	

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

A continuación, se presentan las especies registradas en el área muestreada y que se encuentran en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cuadro IV. 29 Listado de especies en el ejido de Noh-Bec que se encuentran en el listado de la NOM-059-SEMARNAT-2010

No.	Nombre científico	Nombre Común	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010
AVES			
1	*Crax rubra*	Hocofaisán	Amenazada (A)
2	*Penelope purpurascens*	Cojolita	Amenazada (A)
3	*Sarcoramphus papa*	Zopilote rey	Peligro de extinción (P)
4	*Meleagris ocellata*	Pavo ocelado	Amenazada (A)
MAMÍFEROS			
1	*Tapirus bairdii*	Tapir	Protección especial (Pr)
1	*Panthera onca*	Jaguar	Protección especial (Pr)

Se enlista a continuación en el cuadro IV.30 las especies de fauna silvestre consideradas y no consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el cual, aunque no se registraron

capturas de todos estos organismos enlistados, se considera que estas especies pueden estar ocasionalmente distribuidas en toda esta zona, ya que por las condiciones de hábitat que la vegetación existente ofrece a la fauna silvestre (cobertura, agua, refugio y alimento), les permite co-existir y reproducir su especie.

Cuadro IV. 30. Listado de especies ocasionales y distribuidas en el ejido de Noh-Bec (literatura y NOM-059-SEMARNAT-2010)

No.	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010
REPTILES				
1	Crotalideae	*Bothrops sp.*	Barba Amarilla	
2	Crotalideae	*Crotalus sp*	Serpiente de Cascabel	
3	Crocodylideae	*Crocodilus moreleti*	Cocodrilo	
4	Emidae	*Chrysemys scripta*	Tortuga jicotea	
MAMÍFEROS				
5	Sciurideae	*Sciurus deppei vivax*	Ardilla	
6	Geomydeae	*Orthogeomys hispidus*	Armadillo	
7	Tayassuideae	*Tayassu tajacu*	Jabalí	
8	Felideae	*Panthera onca*	Jaguar	Protegida, No endémica
9	Felideae	*Felis pardalis pardalis*	Ocelote	
10	Dasyproctideae	*Dasyprocta punctata*	Sereque	
11	Tapirideae	*Tapirus bairdii*	Tapir	Protegida, No endémica
12	Procyonideae	*Nasua nasua*	Tejón	Amenazada, Endémica
13	Cervideae	*Mazama Americana*	Temazate	
14	Dasyproctideae	*Agouti paca*	Tepezcuintle	
15	Cervideae	*Odocoileus virginianus*	Venado Cola Blanca	
AVES				
16	Cracideae	*Penelope purpurascens*	Cojolite	Amenazada, No endémica
17	Cracideae	*Ortalis vetula*	Chachalaca	
18	Cracideae	*Crax rubra*	Faisan	Amenazada, No endémica
19	Meleagridideae	*Agriocharis ocellata*	Pavo de monte	
20	Ramphastideae	*Ramphastos sulphuratus*	Tucán	Amenazada, No endémica

IV.3.1.2.2. Medio biótico del conjunto predial del proyecto

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, Serie VII del INEGI, la vegetación del área donde se desarrolla el proyecto "Aquí es Huaye", se encuentra clasificada por Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia (VSA/SMQ).

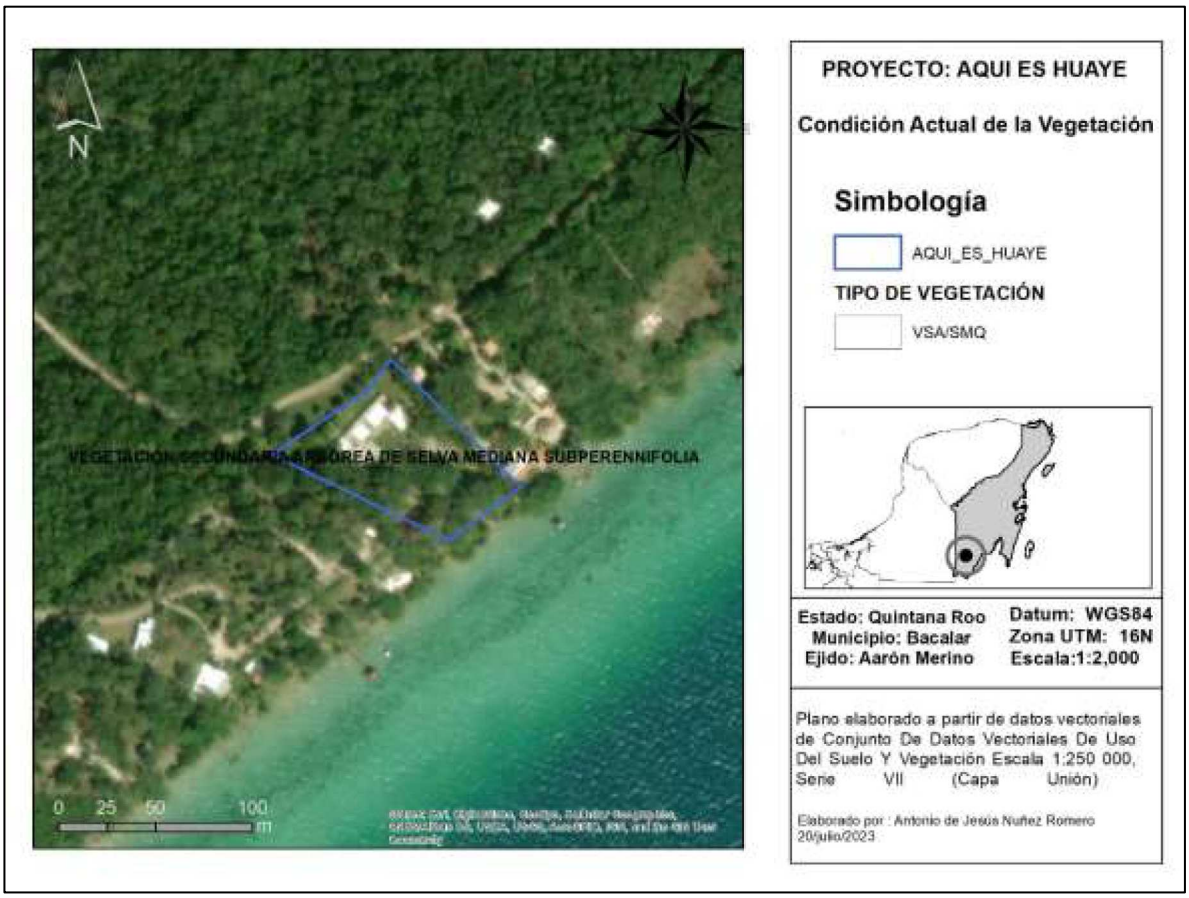


Figura IV.32. Tipos de vegetación en el predio del proyecto.

Es importante resaltar que la vegetación se encuentra removida debido a las actividades ejercidas años atrás y que fueron sancionadas por la PROFEPA. Es por ello que no fue posible realizar el inventario de los estratos arbustivo y herbáceo.

Caracterización de la vegetación

Diseño de muestreo

La evaluación de la vegetación del conjunto predial del Proyecto ***"Aquí es Huaye",*** se llevó a cabo mediante un Inventario Forestal, con el establecimiento de tres sitios dentro del predio, de acuerdo con el Marco de Muestro (Figura IV.33). Se contempló un estrato vertical en la vegetación (Estrato Arbóreo), muestreado en un cuadro de 20 x 20 m (400 m^2), trazado a partir de una baliza central, marcando cuatro radios de 14.15 m de longitud hacia los cuatro puntos cardinales (N, S, E, O) formando una cruz, como se muestra en la figura IV.34, en este cuadro se muestrearon todos los árboles vivos a partir de 7.5 cm de diámetro

normal (DN), midiendo fuste limpio y altura total. En cuadros de 5 x 5 m. (25 m^2) ubicados al centro de cada sitio de muestreo, se muestreo el estrato Arbustivo, es decir, árboles de DN de 2.5-7.49 cm. Para el estrato Herbáceo se midieron los individuos en cuadros de 1 x 1 m, DN < 2.5 cm. Estos dos últimos no se obtuvieron datos dasométricos de especies forestales. Una vez en campo, se localizó mediante GPS el centro de cada sitio de muestreo y se procedió a su establecimiento. La identificación de las especies vegetales se logró con ayuda de Identificadores de campo de la región y guías de campo, aquellas cuya identificación no se concretó en el sitio, fueron colectadas para su posterior reconocimiento, con ayuda de bibliografía especializada.

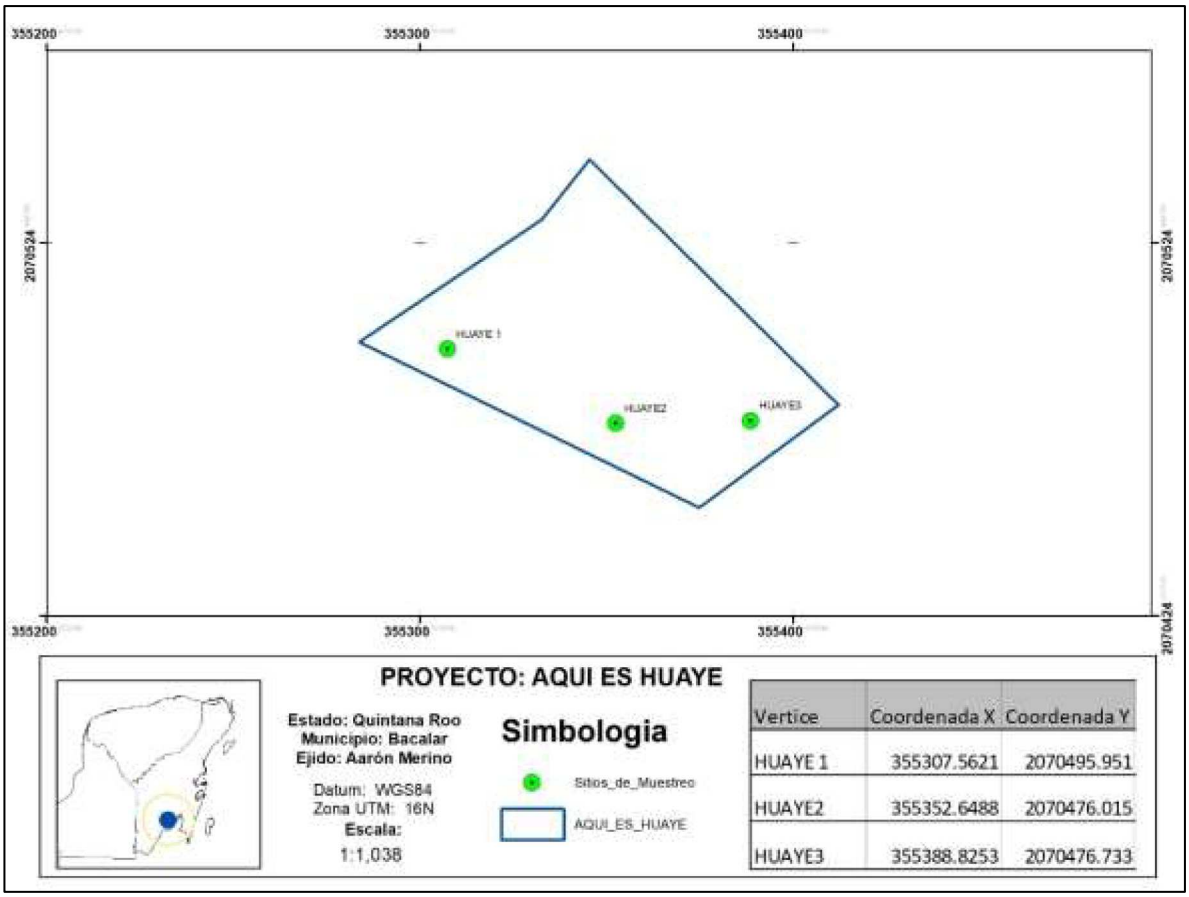


Figura IV. 33. Distribución de los sitios de muestreo.

Medición de campo

Se llevó a cabo un Inventario Forestal en tres sitios en el conjunto predial del proyecto (Figura IV.33.), en donde se tomaron datos del estrato Arbóreo DN > 7.5 cm. A continuación, se presenta el diseño de establecimiento de los sitios de muestreo.

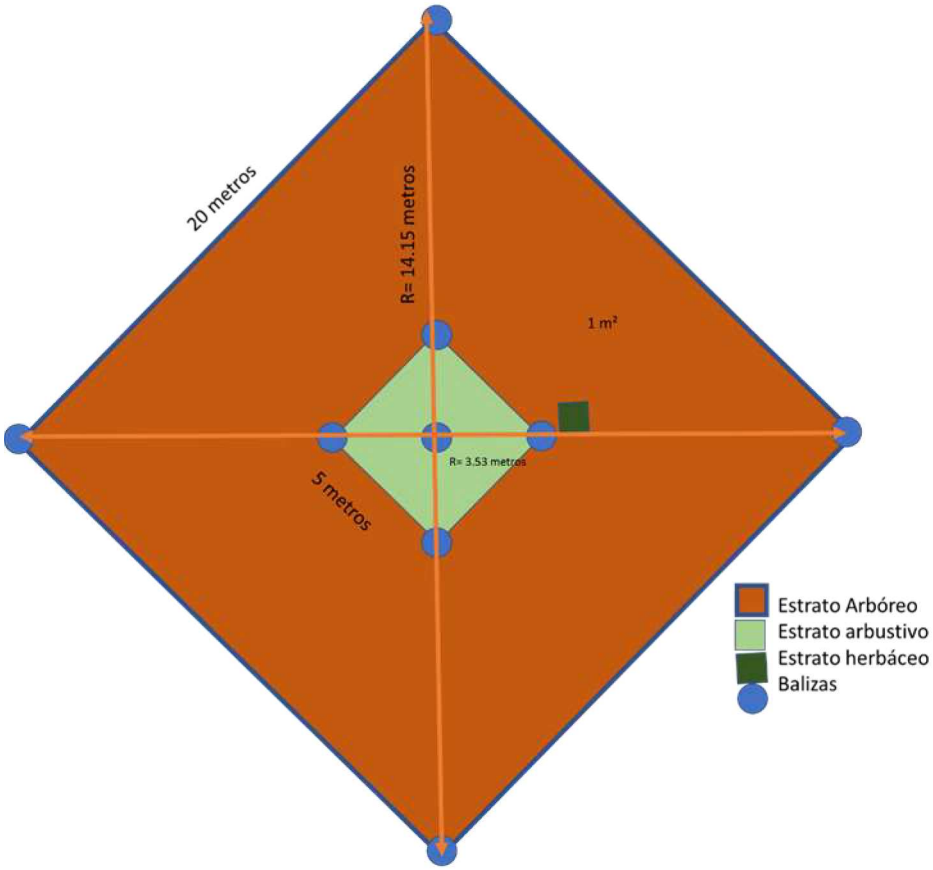


Figura IV.34. Diseño de los sitios muestreo para el inventario forestal en el predio del proyecto. No se encontraron los estrato arbustivo y herbáceo.

Para el levantamiento de los datos se utilizaron cédulas de registro de datos dasométricos en donde se registró Número de Árbol, Especie, Diámetro Normal, Altura de Fuste Limpio, Altura Total y Observaciones relevantes.

Número de árbol. La numeración de los árboles se inició en el cuadrante NE, en el sentido de las manecillas del reloj, de tal manera que fuera visible desde el punto central del sitio; la numeración continuó con el cuadrante SE, SO, concluyendo con el cuadrante NO, y esta misma concuerda con los registros tomados en los formatos de campo.

Especie. Mediante el apoyo de personal de campo se registró el nombre común para cada uno de los árboles vivos. Para los árboles no identificados en campo se colectaron muestras y se tomaron fotografías para su posterior consulta con personal especialista en botánica de selvas de la Península de Yucatán. Los nombres científicos de las especies fueron extraídos de listados de especies de la Península de Yucatán que cuentan con nombres comunes, tales como "Listas para Usarse: Lista de árboles del Mayab, v. 1." (Trejo-Torres y Rodríguez, 2014), Listado de Especies del Jardín Botánico Alfredo Barrera Marín, Listado de especies elaborado por personal de ECOSUR, Listados de especies del DTU del Ejido XHazil Sur y Anexos y Listado de especies de la Reserva de la Biósfera de Río Lagartos. Adicionalmente los nombres científicos fueron corroborados en la Flora Digital de la Península de Yucatán, del Herbario CICY, Unidad de Recursos Naturales, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (en http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/).

Diámetro Normal (DN) se midió el perímetro del estrato Arbóreo a la altura de 1.3 metros sobre el nivel del suelo, utilizando cintas métricas, y posteriormente fue transformado a Diámetro Normal dividiendo el perímetro entre el valor de Pi (3.1416).

Alturas. - Se estimaron la altura total y la altura del fuste limpio.

Procesamiento de la información

El procesamiento de los datos se realizó en las hojas de cálculo del programa de Excel 2016 de la paquetería de Microsoft Office 2016. Se calculó el número de árboles, área basal, Volumen de Fuste Limpio y Volumen Total Árbol, se utilizó la fórmula elaborada por el Sistema Biométrico (SB) Quintana Roo, dirigido para 12 especies del Estado. El cual consiste en asegurar el aprovechamiento de los volúmenes de las especies en valores reales. Dicho sistema delimitó al estado en UMAFORES (Unidades de Manejo Forestal) para establecer parámetros diferentes en cada UMAFOR. El predio del proyecto se encuentra inmerso en la UMAFOR 2301. Para el cálculo de número de árboles se extrapoló a hectáreas con base en la superficie total inventariada: Para el estrato Arbóreo la superficie muestreada fue de 0.12 ha (1,200 m^2).

Para el área basal se utilizó la siguiente formula en la hoja de Excel: área basal (= (DN/200) ^{2}*PI ()), el DN: Diámetro Normal, medido en el tallo a 1.3 m del suelo.

La siguiente formula se aplicó para las especies existentes según la UMAFOR 2302.

$$VFL=\alpha_0*(DN)\ ^{\wedge}\alpha_1*(h)^{\wedge}\alpha_2$$

$$VTA=\alpha_0*(DN)^{\wedge}\alpha_1*(h)^{\wedge}\alpha_2 + \beta_0*DN^2$$

Donde:

VFL: Volumen de Fuste Limpio

VTA=Volumen total árbol de cada uno de los individuos muestreados

DN= Diámetro Normal (a 1.3 m del suelo)

h= altura

α_0= Parámetro de estimación según cuadro IV.31

α_1=Parámetro de estimación según cuadro IV.31

α_2 =Parámetro de estimación según cuadro IV.31

$\beta_{0=}$ Parámetro de estimación según cuadro IV.31

A continuación, se presentan los parámetros para el sistema biométrico (SB):

Cuadro IV. 31. Parámetros de estimación del Sistema Biométrico.

UMAFOR 2301			Parámetros			
No.	**Nombre científico**	**Nombre Común**	**α0**	**α1**	**α2**	**β_0**
1	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	chaca	0.000311	1.577075	0.754993	0.000115
2	*Caesalpinea mollis*	Chacteviga	0	0	0	0
3	*Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planchon*	sakchaca	0.000112	1.578769	1.082913	0.000112
4	*Lysiloma latisiliquum*	tzalam	0.000315	1.565508	0.757434	0.00019
5	*Manilkara zapota (L) Van Royen*	chicozapote	0.00015	1.83611	0.713888	0.00012
6	*Metopium brownei (Jacq.) Urban*	chechém	0.000066	2.394749	0.314818	0.000119
7	*Piscidia piscipula (L.) Sarg*	jabin	0	0	0	0
8	*Swartzia cubensis (Britton & Wills) Standley*	katalox	0.000051	1.188375	1.845372	0.000132
9	*Swietenia macrophylla King.*	caoba	0.004053	1.230987	0.435403	0.000104
10	*Vitex gaumeri Greenm.*	ya´axnik	0.000149	1.329033	1.228743	0.000096
11	*Caesalpinea platylova*	Palo colorado	0.000095	1.512439	1.21242	0.000094
12	*Lonchocarpus castilloi Standley*	machice	0.000151	1.729214	0.84001	0.0002

Para las especies que no se encontraron en el listado de la UMAFOR 2301 se utilizó la formula determinada en el Manual Técnico Forestal elaborado por el Convenio-México Alemania el cual considera que el volumen de fuste total es aquel que se genera del fuste

limpio más el volumen de una rama principal de la copa del árbol y a partir de los resultados del inventario nacional forestal se calculó un factor de conversión del volumen de fuste limpio a volumen de fuste total que han sido utilizados en otros programas de manejo en la región.

Se estimó dicho parámetro sumando el volumen de la rama principal al volumen del fuste limpio, procediendo en forma sucesiva hasta llegar a la copa.

$$VFL= (DN/100)^2 * h*0.5$$

$$VTA= (DN/100)^2 * h*0.5*1.2$$

Dónde:

VTF: Volumen de Fuste Limpio

VTA: Volumen Total Árbol

DN: Diámetro Normal (a 1.3 m del suelo)

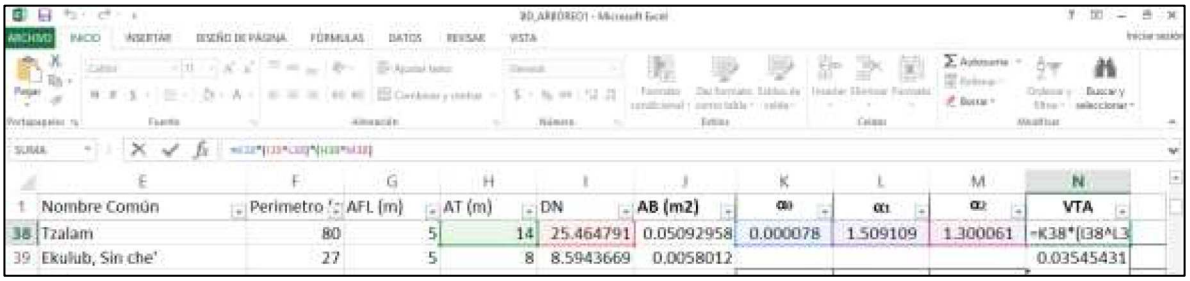
h: altura

0.5: Constante

1.2: Factor de conversión a Volumen Total Árbol

Aplicación de la fórmula del Sistema Biométrico y de la fórmula del Manual Técnico Forestal

Se utilizaron los parámetros del Sistema Biométrico (Cuadro IV.31) para el cálculo del volumen de algunas especies. Los cuales se integraron con base al tipo de especie como se observa en la figura IV.35.



	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Nombre Común	Perimetro	AFL (m)	AT (m)	DN	AB (m2)	α0	α1	α2	VTA
38	Tzalam	80	5	14	25.464791	0.05092958	0.000078	1.509109	1.300061	=K38*(38^L3
39	Ekulub, Sin che'	27	5	8	8.5943669	0.0058012				0.03545431

Figura IV.35. Aplicación de la fórmula para el cálculo de volumen total árbol.

Figura IV.36. Aplicación de la fórmula para el cálculo de Volumen de Fuste Limpio.

En la siguiente figura se presenta un ejemplo de la aplicación de la fórmula del Manual Técnico Forestal en el programa Excel 2016.

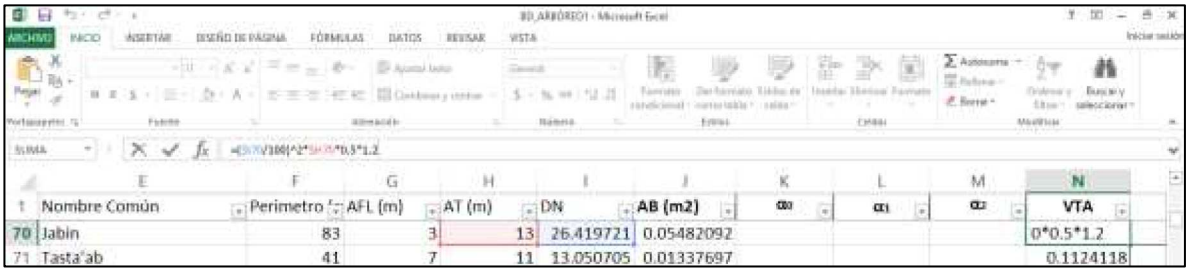


Figura IV.37. Aplicación de la fórmula del Manual Técnico Forestal en Excel.

Los datos para el fuste limpio y altura total árbol fueron determinados al momento de realizar el inventario forestal por medio de estimaciones.

El análisis de los principales parámetros florísticos y dendrométricos se llevaron a cabo tomando en cuenta los resultados del Inventario Forestal. A partir de dicha información se han estimado diversos parámetros y estimadores que describen la condición de la vegetación en su composición y estructura considerando los estratos verticales de la Vegetación, en este caso, el estrato Arbóreo.

Las determinaciones de las características ecológicas de la asociación vegetal se cuantificaron considerando su diversidad e importancia ecológica mediante los siguientes parámetros tanto para la riqueza específica como para la estructura de la asociación vegetal.

Número de sitios de muestreo

Se realizó el levantamiento de tres sitios de muestreo dentro del conjunto predial del proyecto, con la finalidad de caracterizar la vegetación predominante.

Distribución de los sitios de muestreo

Los sitios de muestreo se establecieron sistemáticamente distribuidos en el conjunto predial, las cuales fueron establecidas equidistantemente (Figura IV.33).

Confiabilidad del muestreo

Por medio de curvas de acumulación de especies se presenta el siguiente argumento para la validez del muestreo.

En el inventariado de la diversidad biológica a menudo resulta imposible registrar la totalidad de las especies presentes en un área determinada. Este es un grave problema, dado que la riqueza de especies es la principal variable descriptiva de la biodiversidad. Las curvas de acumulación de especies, en las que se representa el número de especies acumulado en el inventario frente al esfuerzo de muestreo empleado, son una potente metodología para estandarizar las estimas de riqueza obtenidas en distintos trabajos de inventariado. Además, permiten obtener resultados más fiables en análisis posteriores y comparar inventarios en los que se han empleado distintas metodologías y/o diferentes niveles de esfuerzo. Son también una herramienta muy útil para planificar el esfuerzo de muestreo que se debe invertir en el trabajo de inventariado (A. Jiménez-Valverde & J. Hortal 200).

Las curvas de acumulación permiten 1) dar fiabilidad a los inventarios biológicos y posibilitar su comparación, 2) una mejor planificación del trabajo de muestreo, tras estimar el esfuerzo requerido para conseguir inventarios fiables, y 3) extrapolar el número de especies observado en un inventario para estimar el total de especies que estarían presentes en la zona (Lamas et al., 1991; Soberón & Llorente, 1993; Caldwell & Coddington, 1994; Gotelli & Caldwell, 2001).

La asíntota de la curva, es decir, el número total de especies predicho por ella, se calcula como a/b en los modelos exponencial negativo y de Clench. Si los inventarios con los que

trabajamos son relativamente precisos, el valor de la asíntota puede ser empleado en sustitución del número total observado de especies, es decir, el obtenido en el muestreo de campo, mejorando los resultados del estudio en cuestión mediante el uso de datos más exactos y realistas. Hortal et al. (2004) desarrollan un modelo predictivo de la riqueza de especies de mariposas para Portugal usando las estimaciones de la ecuación de Clench como variable dependiente en lugar de la riqueza observada, y producen un modelo más consistente y con menor error en la predicción.

De acuerdo a Escalante (2003), uno de los métodos que se comenzó a utilizar con más frecuencia para conocer la riqueza de especies total de una llegue un momento en el cual por más que se recolecte, el número de especies alcanzará un máximo y se estabilizará en una asíntota (Figura IV.18). Pero incluso en estas curvas podrían obtenerse asíntotas antes de que muchas especies hubieran sido registradas, sobre todo por efecto de la estacionalidad, la diversidad beta (el grado de reemplazo de especies a través de gradientes ambientales) y la abundancia relativa de las especies. Esto último constituyó un hallazgo importante, ya que no todos los individuos tienen la misma probabilidad de pertenecer a una especie determinada, puesto que hay especies comunes y especies muy raras. En general, los métodos para estimar la riqueza de especies y la estructura de una población pueden dividirse en dos grupos: los métodos paramétricos y los no paramétricos. Los métodos paramétricos se llaman así porque parten de supuestos acerca de la población (por ejemplo: que la muestra sea aleatoria, que la probabilidad de cada clase sea la misma, que las medidas sean independientes), y por lo tanto requieren que los datos se distribuyan de cierta forma (por ejemplo, con una distribución normal). Entre los modelos paramétricos usados para estimar la riqueza específica están las funciones de acumulación, como la logarítmica, exponencial y la ecuación de Clench. Los modelos paramétricos que miden la estructura son, entre otros, la serie geométrica, la serie logarítmica, la distribución log-normal y el modelo de vara quebrada. Por otro lado, los modelos no paramétricos han sido llamados también libres de distribución (distribución-free) porque los datos no asumen un tipo de distribución particular ni una serie de supuestos a priori que los ajusten a un modelo determinado. El cálculo de los modelos no paramétricos es más sencillo y rápido, son más fáciles de entender y explicar, y son relativamente efectivos. Los principales modelos no paramétricos que se han empleado para la estimación de la riqueza son Jack nife de 1ro. y 2do. orden, Bootstrap y el desarrollado por Anne Chao, el Chao2. En cuanto a los no paramétricos de estructura, están el Chao1 y el estadístico Q.

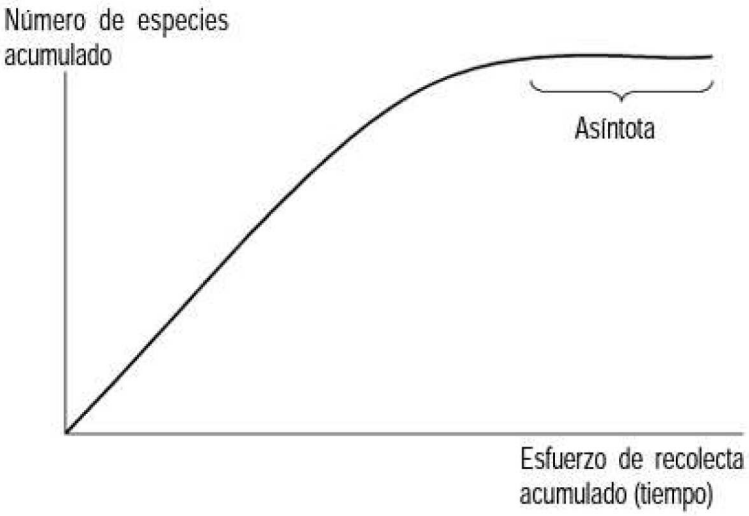


Figura IV.38. Curva de acumulación de especies. El número de especies registradas en una zona aumenta conforme aumenta el trabajo de campo, hasta un máximo donde se piensa que ya se han registrado todas las especies (asíntota).

Para la estimación de la confiabilidad del muestreo realizado con los tres sitios establecidos, se generó un análisis estadístico descriptivo con Microsoft Excel 2016, caracterizado por sus herramientas y utilizado para realizar captura y análisis de datos para crear tablas y gráficas con data compleja. Una de sus bondades es que arroja cálculos más exactos, evitando los redondeos y aproximaciones del cálculo manual.

Para lograr dicho análisis, primero se generó la base de datos del arbolado de DN >7.5 cm. Seguido, por medio de tablas dinámicas de Excel (2016) se agruparon los parámetros; Densidad, Área basaly Volumen Total Árbol (VTA). Seguido de ello, se utilizó únicamente la abundancia de la flora (Densidad), con ayuda de tablas dinámicas se extrajo la cantidad de especies muestreadas en los sitios, con la opción contar. Seguido se concentraron en una matriz, donde por columnas se identifica la abundancia. Continuamos con la exportación de Excel a Texto (delimitado por tabulaciones), siendo esta la extensión que el software puede leer, obteniendo lo anterior, buscamos el software para interpolación y extrapolación de diversidad de especies de nombre iNEXT Online, de acceso gratuito (https://chao.shinyapps.io/iNEXTOnline/). Subimos los datos, previamente preparados al sistema, en donde configuramos el nivel de intervalo de confianza al 95%, configurando Orden de diversidad q: 0, para la riqueza de especies, al final seleccionamos los datos que

se requiere analizar, seguido de la opción correr (Run). El software al analizar arroja un cuadro de información básica donde nos describe SC: estimador de la cobertura muestral de la muestra de referencia, siendo este el valor de nuestro interés, donde podemos conocer nuestro esfuerzo de muestreo y una similitud de la confiabilidad, seguido seleccionamos la opción de gráficos al tener una curva y los valores en la asíntota, aseveramos que nuestro muestreo realizado es suficiente o confiable (ver figura IV.38).

Curva de acumulación de especies. En el eje X se muestra el esfuerzo de muestreo efectuado (n; unidades de esfuerzo). El eje Y representa el número de especies encontradas para cada nivel de muestreo dado (Sn).

El resultado que se obtuvo de este muestreo fue el siguiente:

Por medio de las curvas de acumulación analizadas en el software iNEXT, aseveramos que el muestreo realizado tiene una alta confiabilidad y esfuerzo de muestreo eficiente, ya que los datos arrojan valores de Chao1: 0.8712 (87.12), estos valores determinan que los sitios levantados en campo son suficientes para representar la cobertura vegetal de la superficie del polígono el cual se solicita para su regulación. Si notamos la diversidad de especies es alta y también el número de individuos (ver figura IV.39). Es importante mencionar que la curva representa una proyección repentina de tendencia lineal desde 25 individuos muestreados, lo cual indica que se ha logrado llegar a la asíntota con los individuos muestreados en campo. Reafirmando que dicho proceso es utilizado en la actualidad; Skillen et al. (2000) reportó un esfuerzo alrededor del 75 % en cinco tipos de bosque, suficiente para poder determinar la validez de un muestreo de flora. Otro estudio ha determinado la eficiencia del esfuerzo de muestreo con el 53 % (Chay-Hernández et al., 2006).

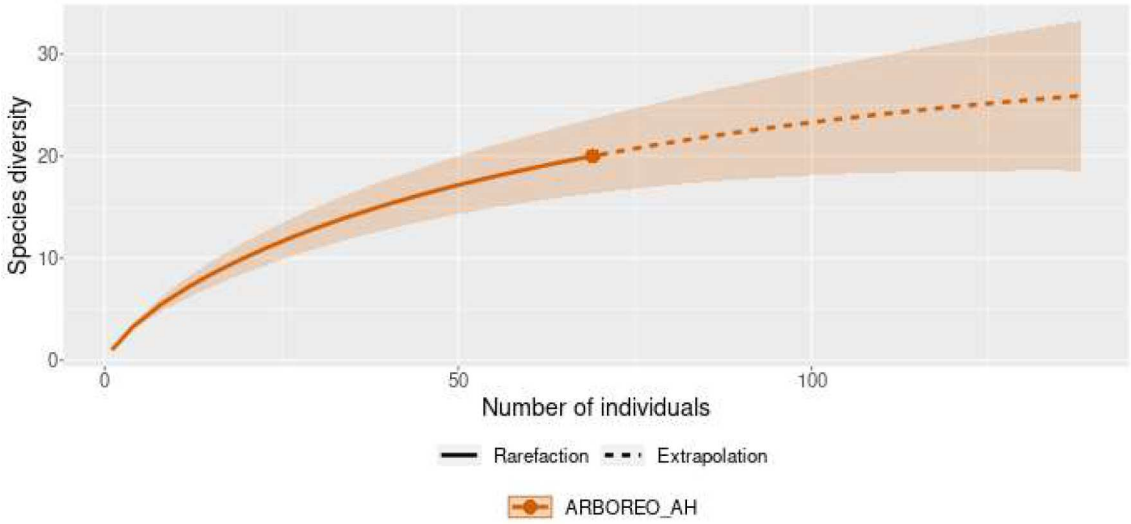


Figura IV.39. Curva de muestreo de rarefacción y extrapolación basada en número de individuos muestreados. Línea continua indica interpolación y línea punteada indica extrapolación a 50 muestras. Estimador de riqueza q = 0.

En la figura IV.40, se presenta la cobertura de muestra en el eje Y, el eje X señala el número de individuos. Observamos que el muestreo realizado, en el eje de la "Y" se encuentra cerca de 1 (valor a 100%) Chao1 0.8712 (87.12%). Este gráfico demuestra que, al aumentar el número de sitios, la probabilidad de encontrar únicamente especies nuevas es alta y por lo tanto el número de individuos aumentaría. Siendo que no llegaría a 1 (100%). También nos predice que el esfuerzo de muestreo es suficiente con lo levantado en campo, ya que se ha alcanzado la asíntota con los valores de la densidad. Por lo tanto, la cobertura del muestreo es altamente confiable por lo valores presentados anteriormente.

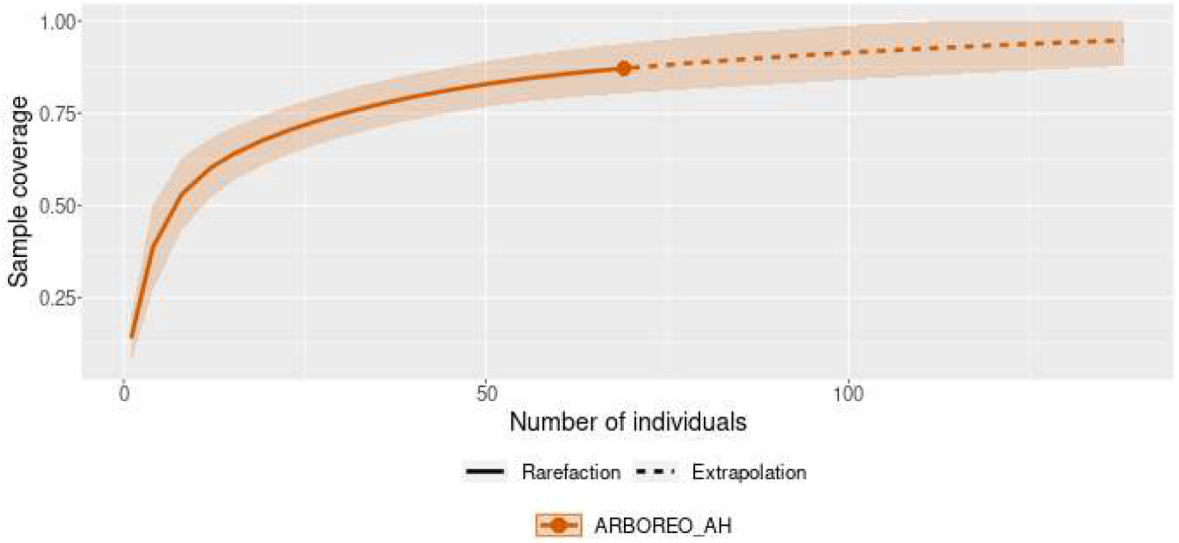


Figura IV.40. Curva de completitud de la muestra.

Ahora la siguiente figura con la representación de los valores de densidad, nótese de una forma más cercana en el gráfico, donde el eje "Y" diversidad de especies y el eje "X" cobertura de muestra, donde aseveramos bajo esta representación del software iNEXT, que el inventario realizado, está muy cercano a cubrir en 100% (1). Lo cual proyecta que se tiene un alto esfuerzo de muestro, lo cual determinamos que los valores analizados y presentados tienen una alta confiabilidad para representar las especies de flora presentes en esta área de la cual se solicita su regularización en materia de impacto ambiental.

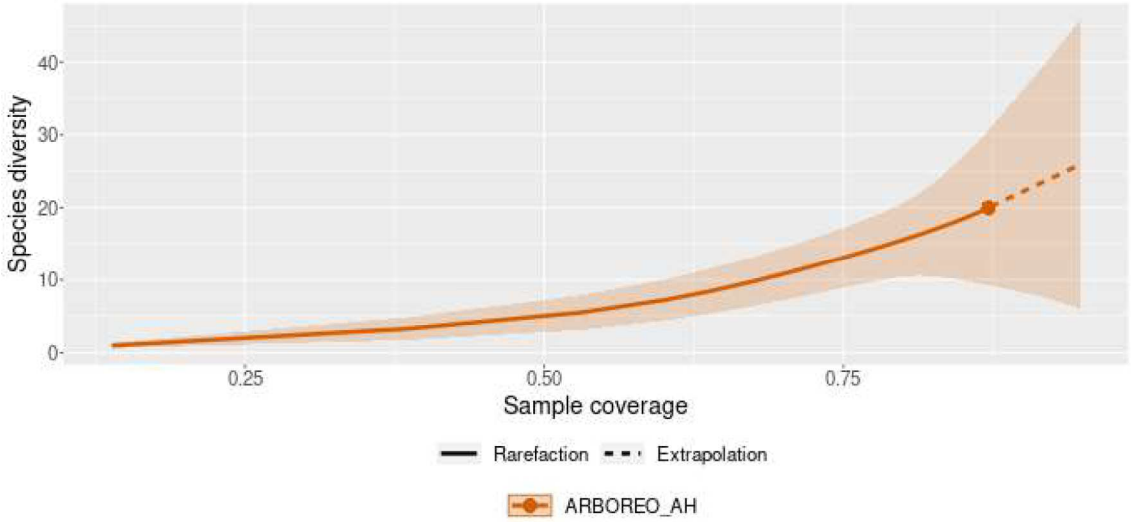


Figura IV.41. Curva de muestreo de extrapolación y rarefacción basada en cobertura.

Cálculo de indicadores de diversidad y estructura Forestal

Para el análisis de la diversidad, se calculó el índice de Shannon (H'), que es un índice de equidad que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de un área muestreada. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una superficie muestreada. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando existe una sola especie, y el logaritmo del número de especies (S), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988; Moreno, 2001). Se calculó con las siguientes fórmulas:

$H' = - \Sigma\ pi\ ln\ pi$Donde:

pi = proporción de individuos de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

ln = logaritmo natural (base e).

El inventario analizado arrojó los siguientes valores:

Arbóreo: S: 20 especies muestreadas N: 69 individuos muestreados.

Se calculó el índice de Valor de Importancia (IVI), el cual fue desarrollado por Curtis y McIntosh (1951) para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados. Se calculó de la siguiente manera:

IVI = (ABr + Dr + Fr)

Dónde:

ABr = área basal relativa

Dr = densidad relativa

Fr = frecuencia relativa

Estos valores relativos o porcentajes se calculan dividiendo el valor absoluto para una especie entre la suma de los valores para todas las especies y luego se multiplican por 100.

El área basal se calculó como sigue:

$AB = \pi/4\ DN^2$

Resultados de los análisis realizados a los datos del muestreo de la vegetación

En los siguientes cuadros se presentan los resultados de los datos levantados en campo para el estrato Arbóreo, aclarando que no se tiene presentes los estratos "Arbustivo y Herbáceo", en el conjunto predial del proyecto.

Estrato Arbóreo

En el predio del proyecto se muestrearon 69 individuos del estrato arbóreo con diámetros mayores a 7.5 cm (DN), pertenecientes a 20 especies y 11 Familias botánicas. La familia Fabaceae agrupó la mayor cantidad de árboles muestreados (46.4%). En el cuadro IV.32 se presenta la lista de Familias que predominan en el estrato arbóreo.

Cuadro IV. 32. Familias encontradas en el estrato arbóreo del predio del proyecto

Núm.	Familia	Numero Individuos	Individuos %
1	Fabaceae	32	46.4%
2	Sapindaceae	13	18.8%
3	Polygonaceae	5	7.2%
4	Arecaceae	4	5.8%
5	Aracaceae	3	4.3%
6	Burseraceae	3	4.3%
7	Euphorbiaceae	3	4.3%
8	Lauraceae	3	4.3%
9	Apocynaceae	1	1.4%
10	Myrtaceae	1	1.4%
11	Sapotaceae	1	1.4%
Suma Total		**69**	100%

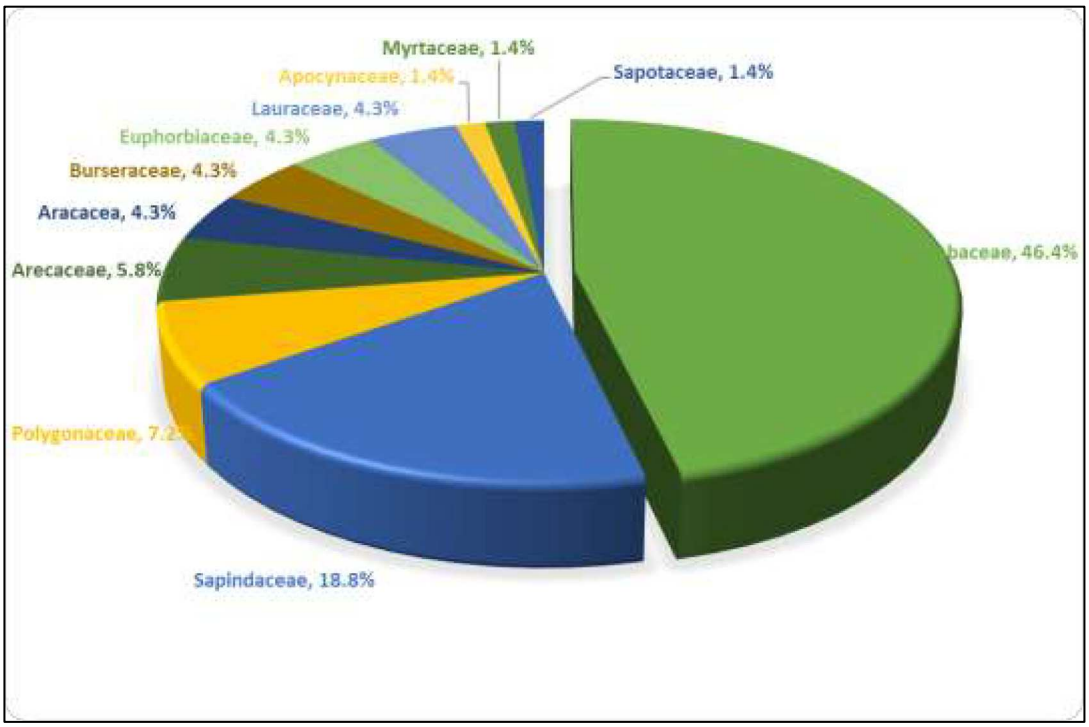


Figura IV.42. Distribución en familias botánicas de los individuos del estrato arbóreo muestreados.

A continuación, se presenta el listado de las 20 especies de flora con sus respectivas familias que dominan el estrato arbóreo del proyecto, mencionando que en este estrato no se encontró ninguna especie en categoría de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la actualización del listado de especies de flora y fauna y el estatus publicado en el 2019.

Cuadro IV. 33. Lista de especies por familias del estrato arbóreo del predio.

Núm.	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus
1	Apocynaceae	*Cascabela gaumeri H.*	Akits	Ninguna
2	Aracaceae	*Cocos nucifera L.*	Coco	Ninguna
3	Arecaceae	*Adonidia merrillii*	Palma Kerpis	Ninguna
4	Arecaceae	*Sabal yapa C. Wrisht ex Becc.*	Guano macho	Ninguna
5	Burseraceae	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	Chaca	Ninguna
6	Euphorbiaceae	*Gymnanthes lucida Swartz*	Yaiti	Ninguna
7	Euphorbiaceae	*Jatropha gaumeri Greenm.*	Pomol che'	Ninguna
8	Fabaceae	*Lonchocarpus xuul Lundell*	Palo Gusano, k'an xu'ul	Ninguna
9	Fabaceae	*Lonchocarpus yucatanensis*	Ya'ax xu'ul, Xu'ul,	Ninguna
10	Fabaceae	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	Ninguna
11	Fabaceae	*Piscidia piscipula (L.) Sarg*	Jabín	Ninguna
12	Lauraceae	*Nectandra salicifolia (H.B. & K.) Nees*	Laurelillo	Ninguna

Núm.	Familia	Nombre Científico	Nombre común	Estatus
13	Lauraceae	*Persea americana*	Aguacate	Ninguna
14	Myrtaceae	*Psidium sartorianum (Berg.) Niedenzu*	Guayabillo	Ninguna
15	Polygonaceae	*Coccoloba cozumelensis Hemsley*	Boob ch'iich'	Ninguna
16	Polygonaceae	*Coccoloba spicata Lundell*	Boob	Ninguna
17	Polygonaceae	*Gymnopodium floribundum Rolfe*	Dzidzilche, ts'iits'ilche'	Ninguna
18	Sapindaceae	*Exothea diphylla (Standley) Lundell*	Wayuum koox	Ninguna
19	Sapindaceae	*Thouinia paucidentata Radlk.*	K'an chuunup	Ninguna
20	Sapotaceae	*Pouteria unilocularis (Donn. Smith) Baehni*	Zapotillo	Ninguna

Análisis de los Índices y parámetros estructurales

El inventario Forestal realizado para la caracterización del proyecto ***"Aquí es Huaye"*** se obtuvo mediante el inventario forestal, con una distribución de tres sitios de muestreo, donde se levantaron datos de información para únicamente el estrato arbóreo. A continuación, se describe dicho estrato con información de Densidades, Dominancia Relativa, Frecuencia e Índice de Valor de Importancia.

Estrato Arbóreo

Para el estrato **Arbóreo** se calculó una densidad de 575 individuos/ha, de los cuales *Piscidia piscipula* (L.) Sarg. *(*183 arb/ha) ocupa 31.88% de la abundancia.

Se estimó que *Piscidia piscipula* (L.) Sarg. aporta 9.90 m^2/ha del Área Basal, con un porcentaje de 36.20 % siendo la especie con mayores diámetros encontrados durante el inventario forestal. En general para este estrato los datos obtenidos de Área Basal son de 27.33 m^2/ha, es un indicador que en el predio se encuentran árboles que se han conservado desde mucho tiempo antes. Cabe resaltar que el área basal es un indicador del estado de la vegetación, en caso particular este predio tiene arbolado con mayor área basal siendo de: *Piscidia piscipula* (L.) Sarg, *Thouinia paucidentata Radlk., Lonchocarpus xuul Lundell*. y *Lysiloma latisiliquum*. Siendo estas especies notorias después de disturbios en la península de Yucatán.

En la figura IV.43, se muestran los valores de Área Basal por sitio de muestreo, extrapolados a hectárea, observando que existe una gran variabilidad en dichos valores, mismos que van

desde 5.95 m^2/ha hasta los 12.32 m^2/ha con una media de 9.11 m^2/ha. Este hecho indica que la vegetación existente, se encuentra compuesta por un mosaico de vegetación en diversos estadios sucesionales.

Figura IV. 43. Área basal en cada sitio de muestreo del estrato arbóreo.

En cuanto a la estructura diamétrica de la selva muestreada, se puede observar que ésta presenta una forma de "J" invertida (Figura IV.44), con la mayor abundancia de individuos en la categoría 15 cm (DN < 7.5 cm) presentando una disminución de individuos gradualmente en las demás categorías. Manteniendo una estructura completa hasta la categoría 75, lo que es muy frecuente en este tipo de vegetación secundaria arbórea.

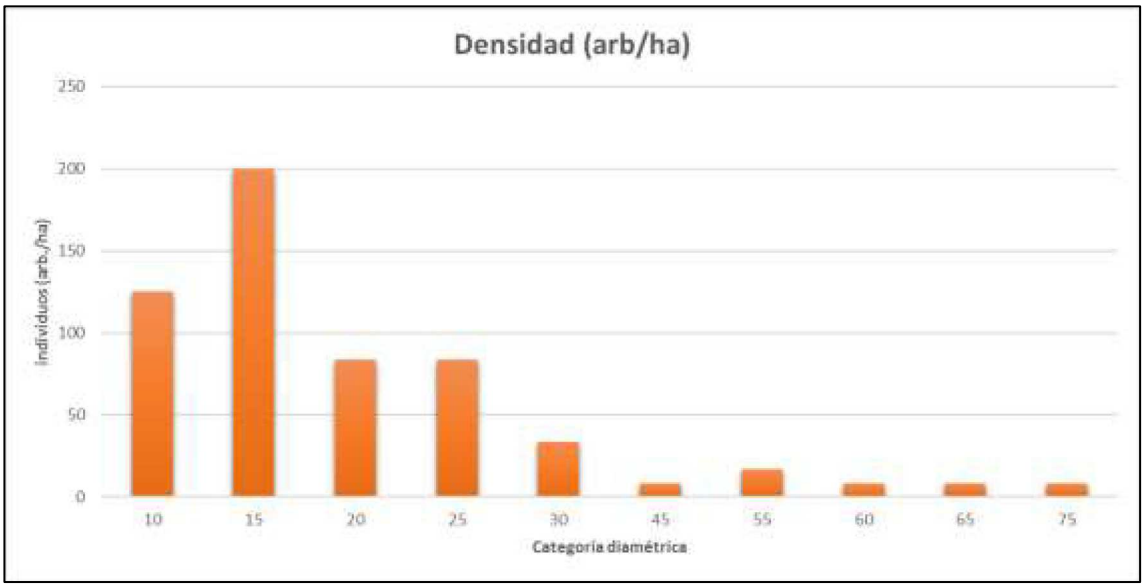


Figura IV. 44. Distribución diamétrica de la vegetación en el conjunto predial del proyecto.

Frecuencia relativa. Es la probabilidad promedio de encontrar por lo menos un individuo de una especie particular en el total de las unidades de muestreo. *Piscidia piscipula (L.) Sarg*., *Sabal yapa* C. Wrisht ex Becc, y *Cocos nucifera* L., presentan el 8.70% de probabilidad de encontrarse presente en la superficie del proyecto. El resto presenta una probabilidad del 4.35% de encontrarse en la superficie muestreada.

Las especies que dominan en el estrato arbóreo son representadas por: *Piscidia piscipula (L.) Sarg. Thouinia paucidentata Radlk., y Lysiloma latisiliquum*., representan 76.78%, 45.81%, y 26.04% respectivamente, y entre las tres acumulan un total de 148.62 % del IVIr total estimado para las 20 especies muestreadas. Lo anterior se debe a la gran dominancia del *Piscidia piscipula* (L.) Sarg (AB= 36.20 %, Dens rel = 31.88%), es decir árboles con diámetros que oscilan en DN 11-59 cm, con densidades de 183 individuos por hectárea.

Cuadro IV. 34. Índice de Valor de Importancia de las especies encontradas en el estrato Arbóreo del conjunto predial

Núm.	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Índice de Valor de Importancia
1	*Piscidia piscipula (L.) Sarg*	Jabín	31.88	8.70	36.20	76.78
2	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	5.80	4.35	35.66	45.81
3	*Thouinia paucidentata Radlk.*	K'an chuunup	17.39	4.35	4.30	26.04
4	*Sabal yapa C. Wrisht ex Becc.*	Guano macho	4.35	8.70	3.97	17.02
5	*Cocos nucifera L.*	Coco	4.35	8.70	2.72	15.77
6	*Lonchocarpus xuul Lundell*	Palo Gusano, k'an xu'ul	7.25	4.35	2.06	13.65
7	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	Chaca	4.35	4.35	4.46	13.16
8	*Coccoloba spicata Lundell*	Boob	2.90	4.35	2.42	9.66
9	*Persea americana*	Aguacate	2.90	4.35	1.55	8.80
10	*Gymnopodium floribundum Rolfe*	Dzidzilche, ts'iits'ilche'	2.90	4.35	1.46	8.71
11	*Jatropha gaumeri Greenm.*	Pomol che'	2.90	4.35	0.53	7.78
12	*Exothea diphylla (Standley) Lundell*	Wayuum koox	1.45	4.35	0.80	6.60
13	*Gymnanthes lucida Swartz*	Yaiti	1.45	4.35	0.78	6.57
14	*Adonidia merrillii*	Palma Kerpis	1.45	4.35	0.61	6.41
15	*Pouteria unilocularis (Donn. Smith) Baehni*	Zapotillo	1.45	4.35	0.61	6.40
16	*Nectandra salicifolia (H.B. & K.) Nees*	Laurelillo	1.45	4.35	0.47	6.27

Núm.	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	Índice de Valor de Importancia
17	*Lonchocarpus yucatanensis*	Ya'ax xu'ul, Xu'ul,	1.45	4.35	0.45	6.25
18	*Coccoloba cozumelensis Hemsley*	Boob ch'iich'	1.45	4.35	0.38	6.18
19	*Psidium sartorianum (Berg.) Niedenzu*	Guayabillo	1.45	4.35	0.31	6.11
20	*Cascabela gaumeri H.*	Akits	1.45	4.35	0.26	6.06
Suma Total			**100**	**100**	**100**	**300**

La curva del IVI se construye con datos obtenidos del cuadro anterior donde se muestra el nivel de importancia ecológica de cada especie. Se observa el comportamiento de las tres especies dominantes, seguidas de un segundo grupo de las especies mencionadas anteriormente.

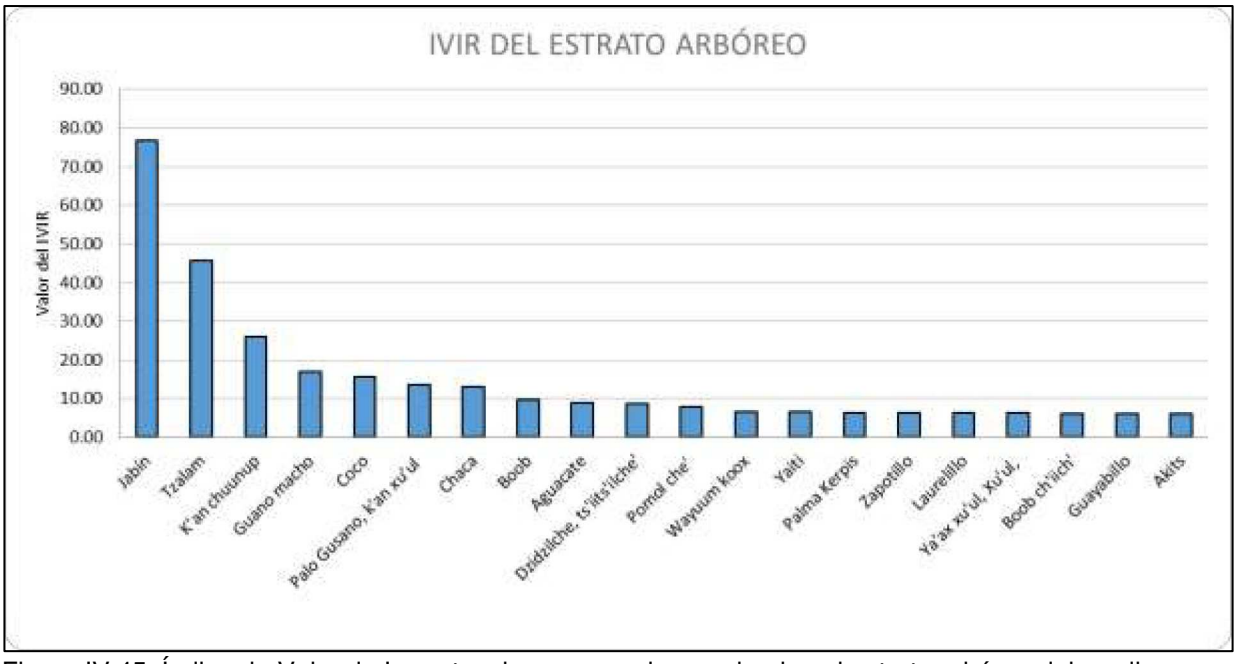


Figura IV.45. Índice de Valor de Importancia por especie que domina el estrato arbóreo del predio

Índices de diversidad

El índice de Shannon-Wiener (H'). Tiene en cuenta la riqueza de especies y su abundancia. Este índice relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de ellas presente en la muestra. Además, mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies.

El índice de Shannon-Wiener comprende valores en un rango de 0 a 5, así cuanto mayor sea este valor habrá una mayor diversidad en la zona. Valores por encima de 3 son interpretados como "diversos", menores de 3 son interpretados con poca diversidad.

Seguidamente se presentan los cálculos realizados mediante los índices de Pielou (Equidad*)* el cual mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1998*)*. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). La mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio (Moreno, 2001).

En los cuadros siguientes se presentan la descripción de los índices encontrados. Para el cálculo del índice de Pielou se utilizó la siguiente formula:

$$J' = \frac{H'}{\mathrm{Log2S}}$$

Dónde:

H' = índice de Shannon-Wiener

log2 S = es la diversidad máxima (H'max) que se obtendría si la distribución de las abundancias de las especies en la comunidad fuera perfectamente equitativa.

En las hojas de cálculo de la Diversidad se integró como Equidad= H calculada dividida entre la H max.

Estrato arbóreo

El estrato arbóreo presenta valores de H´= 2.40, valor que indica que la comunidad vegetal tiene una diversidad media. Esto se debe a que en área se tiene registro de 20 especies forestales con densidad de 575 arb./ha, siendo las especies pioneras con mayor dominancia.

Cuadro IV. 35. Índice de diversidad del estrato Arbóreo del predio

Núm.	Nombre Científico	Nombre Común	Abundancia Absoluta (Ind/hectárea)	Abundancia relativa Pi=ni/N	Ln (Pi)	Pi* Ln (Pi)
1	*Piscidia piscipula (L.) Sarg*	Jabín	183.33	0.319	1.14	0.364
2	*Thouinia paucidentata Radlk.*	K'an chuunup	100.00	0.174	1.75	0.304
3	*Lonchocarpus xuul Lundell*	Palo Gusano, k'an xu'ul	41.67	0.072	2.62	0.190
4	*Lysiloma latisiliquum*	Tzalam	33.33	0.058	2.85	0.165
5	*Bursera simaruba (L.) Sarg.*	Chaca	25.00	0.043	3.14	0.136
6	*Sabal yapa C. Wrisht ex Becc.*	Guano macho	25.00	0.043	3.14	0.136
7	*Cocos nucifera L.*	Coco	25.00	0.043	3.14	0.136
8	*Coccoloba spicata Lundell*	Boob	16.67	0.029	3.54	0.103
9	*Gymnopodium floribundum Rolfe*	Dzidzilche, ts'iits'ilche'	16.67	0.029	3.54	0.103
10	*Persea americana*	Aguacate	16.67	0.029	3.54	0.103
11	*Jatropha gaumeri Greenm.*	Pomol che'	16.67	0.029	3.54	0.103
12	*Exothea diphylla (Standley) Lundell*	Wayuum koox	8.33	0.014	4.23	0.061
13	*Gymnanthes lucida Swartz*	Yaiti	8.33	0.014	4.23	0.061
14	*Pouteria unilocularis (Donn. Smith) Baehni*	Zapotillo	8.33	0.014	4.23	0.061
15	*Lonchocarpus yucatanensis*	Ya'ax xu'ul, Xu'ul,	8.33	0.014	4.23	0.061
16	*Nectandra salicifolia (H.B. & K.) Nees*	Laurelillo	8.33	0.014	4.23	0.061
17	*Adonidia merrillii*	Palma Kerpis	8.33	0.014	4.23	0.061
18	*Psidium sartorianum (Berg.) Niedenzu*	Guayabillo	8.33	0.014	4.23	0.061
19	*Coccoloba cozumelensis Hemsley*	Boob ch'iich'	8.33	0.014	4.23	0.061
20	*Cascabela gaumeri H.*	Akits	8.33	0.014	4.23	0.061
SUMA			575.00	Riqueza (S)	20	

H Calculada	2.40
H max = Ln S	3.00
Equidad = H/Hmax	0.80

La estimación del índice de Pielou para el estrato Arbóreo fue de J´= 0.80 por lo que se determina que el estrato arbóreo presenta una distribución regular, ya que el 80% de las especies presentan una abundancia similar como se observa en el cuadro IV.35.

Altura

La altura promedio del estrato Arbóreo en el predio es de aproximadamente 9.60 m, sin embargo, el rango de alturas va desde 2 m hasta los 12 m éste último es el caso de individuos de jabín (Figura IV.36).

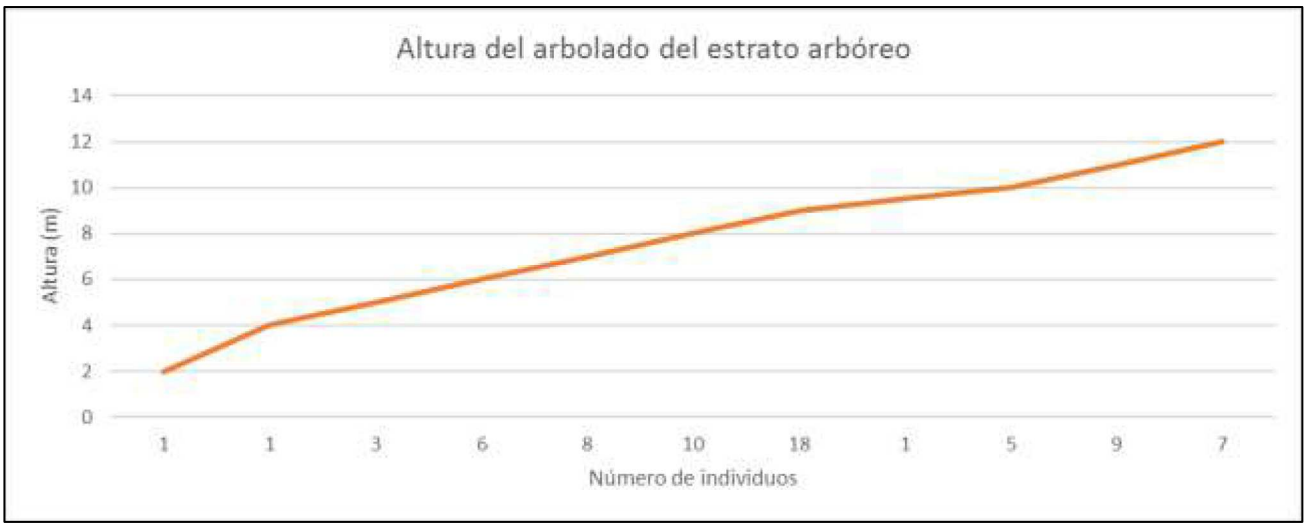


Figura IV. 46. Distribución de alturas del arbolado encontrado en el predio del proyecto.

Especies forestales con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010

En la superficie del proyecto no se encontraron individuos registrados en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Fauna

La caracterización de la fauna del predio del proyecto se realizó en conjunto con el inventario de flora. Antes de establecer los sitios de muestreo, se inició la búsqueda de

evidencia de fauna, como huellas, excretas, cantos y avistamientos. Como también los recorridos de sitio de muestreo hasta llegar al siguiente. Esto se registró acorde a cada grupo faunístico como se observa a continuación:

Avifauna

Las Aves se muestrearon siguiendo el método de transecto en franja y a través de conteos por contacto visual en distancia ilimitada (Ralph, J & M Scott, 1981). De esta manera, se realizaron teniendo como ayuda el uso de binoculares y cámara fotográfica Nikon. De igual modo, se recorrió el conjunto predial, a un paso muy lento para detectar y fotografiar las especiesde aves presentes. De antemano se reconoce que en las horas del mediodía estos organismos bajan notoriamente su actividad y la reinician al atardecer una vez que las condiciones ambientales son menos extremas.

Herpetofauna

Para el registro de anfibios y reptiles de la zona, se empleó el método de búsqueda generalizada, que consiste en recorrer el área de estudio en un tiempo determinado revisando acumulaciones de hojarasca, troncos, piedras, así como los arbustos de denso follaje del lugar. Los muestreos se efectuaron en tres diferentes horarios con el fin de registrar especies diurnas y nocturnas.

Mastofauna

Para el caso de los mamíferos se realizaron recorridos en el conjunto predial. Para ello se llevaron formatos para el registro de observaciones directas, las cuales incluyen: animales vistos, escuchados u olidos, así como indirectas como son: huellas, excretas, rascaderos, comederos, etc., (Gates, 1983).

Debido a la ubicación del conjunto predial y su superficie no se encontró presencia de fauna. Esto se debe a que el área ya ha sido modificada, lo cual genera que la fauna se retire, por la falta de alimento y alta presencia humana. A los alrededores de dicha área de estudio hay presencia de zonas fragmentadas las cuales no pueden proveer refugio ni alimentación, es por ello que la fauna se ha retirado hace mucho tiempo.

IV. 3.1.3. Medio socioeconómico

a) Demografía

Que, mediante resolución presidencial publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 15 de mayo 1964, se dotó al poblado denominado "Aarón Merino Fernández", delegación de Chetumal, territorio de Quintana Roo, la superficie de 10,742 hectáreas. Dicha resolución se ejecutó el 4 de noviembre de 1979;

Que, mediante decreto presidencial publicado en el DOF el 14 de abril de 1993, se expropió al ejido "Aarón Merino Fernández", municipio de Othón P. Blanco, estado de Quintana Roo, la superficie de 2,007-79-29.23 hectáreas, a favor de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dicho decreto se ejecutó el 11 de abril de 1995;

Que, mediante asamblea general de ejidatarios de 24 de octubre del 2004, se determinó la delimitación, destino y asignación de tierras del ejido denominado "Aarón Merino Fernández", municipio de Othón P. Blanco, estado de Quintana Roo;

Que, el 7 de diciembre de 2004, el ejido "Aarón Merino Fernández", municipio de Bacalar, estado de Quintana Roo, quedó inscrito en el sistema de inscripciones del Registro Agrario Nacional (RAN) con el folio de ejidos y comunidades 23004024115051964R.

Que el Congreso Constitucional del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo, mediante decreto número 421 publicado el 17 de febrero de 2011 en el Periódico Oficial del estado de Quintana Roo, creó el municipio libre de Bacalar, con cabecera municipal en la Ciudad de Bacalar, Quintana Roo. Con una extensión territorial de 7161.1 kilómetros cuadrados, en el territorio del municipio hay un total de 57 localidades, las principales son las siguientes: Bacalar, Limones, Maya Balam, Pedro Antonio Santos y Miguel Hidalgo y Costilla. El crecimiento poblacional de la entidad fue la principal razón de la creación de este nuevo municipio, separándolo del Municipio de Othón P. Blanco.

De acuerdo al Anuario Estadístico y Geográfico por Entidad Federativa 2017 (INEGI), el Municipio de Bacalar tiene una población de 39,111 habitantes, lo que representa el 2.6% de la población total del Estado de Quintana Roo.

Cuadro IV. 36. Población del Municipio de Bacalar

Municipio	Total	Hombres	Mujeres
Benito Juárez	743626	370758	372868
Othón P. Blanco	224080	108635	115445
Solidaridad	209634	109224	100410
Cozumel	86415	42577	43838
Felipe Carrillo Puerto	81742	40542	41200
Bacalar	39111	19481	19630
José María Morelos	37502	19194	18308
Tulum	32714	17125	15589
Lázaro Cárdenas	27243	13831	13412
Isla Mujeres	19495	10171	9324
Estado	1501562	751538	750024

Fuente: INEGI. Dirección General de Estadísticas Sociodemográficas. Encuesta Intercensal 2015. www.inegi.org.mx (10 de febrero de 2016).

El Municipio de Bacalar se encuentra en crecimiento, aunque en el Anuario Estadístico del año 2013 según datos del INEGI se tenía una población de 41,048 habitantes, la población disminuyó en 1,937 individuos según datos del Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo 2017. Los Municipios de Benito Juárez y Solidaridad, los de mayor crecimiento demográfico en el país. El principal motivo es la inmigración de población atraída por la oferta de empleo y desarrollo económico propiciado por el turismo que es la actividad económica básica.

En el sitio del proyecto, no existen asentamientos humanos establecidos debido a que es una zona fuera del desarrollo urbano de la localidad de Aarón Merino Fernández, esta orilla de la laguna de Bacalar está frecuentada por desarrollos Turísticos. El proyecto "*Aquí es Huaye*" está destinado a casa de descanso. Por lo antes citado, el proyecto no afecta directamente a ningún tipo de población.

- Crecimiento y distribución de población

El proyecto "Aquí es Huaye" se encuentra a las afueras del núcleo agrario del Ejido Aarón Merino Fernández. El área donde se encuentra el conjunto predial tiene 59 habitantes en total, el porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 8.47 (3.39% en los hombres y 5.08% en las mujeres) y el grado medio de escolaridad es de 8.28% (7.52% en hombres y 9.04 en mujeres). El 25.42% de los adultos habla alguna lengua indígena. Se encuentran

21 viviendas habitadas, de las cuales tienen electricidad (85.71%), Viviendas con agua entubada (76.19%), vivienda con internet (9.52%) INEGI 2020.

Estructura por sexo y edad

En el área hay 29 hombres y 30 mujeres. El radio de fecundidad de la población femenina es de 2.13 hijos por mujer.

- Natalidad y mortalidad

El radio mujeres/hombres es de 0,990, y el índice de fecundidad es de 2.13 hijos por mujer.

- Migración

Del total de la población, el 30% proviene de fuera del Estado de Quintana Roo. Algunos de los habitantes tienen que migrar (30%) a las ciudades de Playa del Carmen, Chetumal, Cancún u otros Estados de la República Mexicana.

Población económicamente activa

El 55.93 % de la población mayor de 12 años está ocupada laboralmente (el 65.52% de los hombres y el 46.67% de las mujeres) algunos trabajan fuera de la comunidad como playa del Carmen, Cancún y Chetumal.

b) Factores socioculturales

El desarrollo turístico se extiende en el Municipio de Bacalar, ya que inversionistas o extrajeron compran áreas para desarrollo de Ecoturismo, Hoteles y Casas de Descanso. Una de las comunidades cercanas y con superficie de la laguna de Bacalar es Aarón Merino Fernández, donde se ubica el proyecto "Aquí es Huaye", actualmente este proyecto emplea a una persona para vigilancia, cuando se desarrolló el proyecto en comento, esto permitió la derrama económica para familias de Bacalar por la contratación de diversas personas para preparación del sitio y construcción.

IV. 3.1.4 Paisaje

El paisaje se asume como el sistema territorial compuesto por elementos naturales, antrópicos y los resultantes antroponaturales, donde resulta un hecho la integración de la actividad humana, que puede valorarse como una fuente de percepción estética, que

permite investigar el paisaje de una manera integral y holística, de aplicación práctica en las tareas de ordenamiento y planificación ambiental.

El sistema ambiental en el que se encuentra inmerso el Proyecto, es un sistema con características particulares, encontrándose fuera del desarrollo urbano de la localidad de Aarón Merino. En camino de terracería con dirección este, antes de llegar al área del proyecto se encuentra vegetación secundaria de selva mediana, interrumpida ocasionalmente por alguna construcción de casa-habitación esto es fácilmente apreciable a todo lo largo de recorrido hasta llegar, permitiendo que el proyecto sea concordante con su entorno.

En toda la franja lagunar de la localidad de Aarón Merino y en sus zonas aledañas, se observa un paisaje fragmentado y modificado, con un ambiente semiurbano rústico, carente de orden y uniformidad, donde esta zona va a lo largo del camino, que a un lado presenta construcciones que tienen como fondo algunos árboles con alturas mayores a los 8 metros, por lo que son visibles detrás de las construcciones de uno y dos niveles, vistos desde la laguna.

Visibilidad. - Las condiciones geomorfológicas de la zona han sido alteradas por la presencia humana debido a las actividades turísticas que se practican desde hace varias décadas.

Calidad paisajística. - Para calcular este aspecto se identificaron:

- Recursos paisajísticos de interés ecológico: la laguna de Bacalar que se encuentra colindante con el predio.
- Recursos paisajísticos de interés cultural: se tiene el fuerte de bacalar, ubicado en el Centro de la Ciudad de Bacalar y al sur del Sistema Ambiental.
- Recursos paisajísticos de interés visual: toda la franja lagunar

Fragilidad del paisaje: Las condiciones actuales deberán ser como mínimo conservadas y mejoradas en su caso, deberá ser manejado adecuadamente para su conservación, considerando acciones permanentes de mejora, conservación y protección con la finalidad de preservar el entorno natural.

La presencia humana es frecuente, ya que se tiene la cercanía del asentamiento humano de la ciudad de Bacalar al igual es transitado todos los días por los dueños de Hoteles ecológicos (Naya Bacalar Hotel & Restaurant), casas de descanso (Agave Blue), y condominios (Grandparents House) .

IV.4. Diagnóstico ambiental

Entre las causas que hacen de México un país de gran diversidad biológica está la topografía, la variedad de climas y una compleja historia geológica. Estos factores han contribuido a formar un mosaico de condiciones ambientales y micro ambientales que promueven una gran variedad de hábitat y formas de vida. El territorio mexicano es considerado por los biogeógrafos como la zona de transición entre dos grandes regiones: La neotropical (constituida por Sudamérica y centro América y la Neártica (que corresponde a Norteamérica), las cuales hicieron contacto hace aproximadamente seis millones de años. Debido a esto, México constituye una zona biogeográficamente compuesta, donde el contacto entre biotas ancestrales ha dado como resultado una rica mezcla de fauna y flora del norte y del sur del continente (Randell 2008)[2]

La estructura y el funcionamiento de los ecosistemas varían a través del tiempo. La fisonomía y la composición específica de la comunidad biótica, así como el flujo de la energía y la circulación de nutrientes, sufren cambios direccionales, continuos y no estacionales denominados sucesión. A lo largo de la sucesión disminuye la abundancia de algunas especies y aumenta la de otras. Uno de los tipos de sucesión es la secundaria, es un cambio, ocurre cuando la comunidad es destruida o disturbada (incendio, una labranza, etc.), pero la composición biótica previa influye en el curso del proceso sucesional.

El área de estudio donde se desarrolla el proyecto se caracteriza por tener un clima cálido subhúmedo unidad climática con clave Aw0(x') (húmedo de los climas subhúmedos que se registran en Quintana Roo), con régimen de lluvias en verano e invierno" que alcanzan alrededor de 1,343.2 mm al año. El área es afectada cada año por eventos meteorológicos

[2] Randell BJ. 2008. Ordenamiento Ecológico Territorial en los Municipios donde se Ubica el Parque Nacional Los Mármoles. México.

como tormentas tropicales y el paso ocasional de huracanes durante la temporada con mayor incidencia de huracanes que va de mayo a noviembre.

La región presenta una buena calidad del aire, debido a que no existen fuentes de emisión de contaminantes significativas y además de que existen buenas condiciones de dispersión de contaminantes. El área de estudio está sobre la formación geológica era Cenozoica, se puede observar que el área del proyecto es prácticamente plana, con una altitud sobre el nivel del mar de 1-10 m, con una pendiente de 1.08 % y predomina el tipo de suelo rendzina.

La zona está conformada por roca caliza de alta permeabilidad, condición que no permite la existencia de corrientes de aguas superficiales, por la capacidad de infiltración y escasa pendiente del terreno estatal, se estima que el 80 % de la precipitación pluvial se infiltra a través de las fisuras y oquedades de la losa calcárea, pero sólo una parte de ese gran volumen ingresa al acuífero: se estima que el 72.2 % del agua infiltrada, unos 34,650 mm^3/año, es retenida por las rocas que se encuentran arriba de la superficie freática y gradualmente extraída por la transpiración de las plantas; el otro 27.8 %, unos 13,350 mm^3/año, constituye la recarga efectiva del acuífero.

Según el INEGI en su serie VII, -el sistema ambiental delimitado predomina dos tipos de vegetación siendo la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia la dominante, con árboles que pierden de 25 % a 50 % de sus hojas durante la estación seca del año. Entre otras cualidades, estas selvas presentan una elevada resiliencia, pues son capaces de restablecerse a pesar de las perturbaciones que continuamente las han afectado y las afectan, sobre todo los huracanes. De acuerdo con lo observado en campo la vegetación remanente se encuentra en un regular estado, ya que se estimaron valores de área basal de 16.59 m^2/ha., valor por debajo de las áreas conservadas de entre 21-24 m^2/ha.

El estado de conservación del sistema ambiental en general se puede considerar como bueno, aunque hay señales innegables de impacto por actividades antropogénicas, principalmente por la agricultura y la ganadería (ver Figura IV.32).

Figura IV. 47. Condiciones del sistema ambiental

De acuerdo con el análisis de las condiciones y características particulares del área del proyecto, encontramos que en el área en estudio y su área de influencia, los servicios ambientales presentes, si bien han sido intervenidos por la realización del proyecto, no se pone en riesgo la desaparición de ninguno de ellos. Se observa que, la afectación será en muy baja escala a la cantidad del servicio ambiental y no a la calidad de los mismos. La superficie del sistema ambiental es de 757,462 ha, y el predio de 0.119 ha, representando este último el 0.000015710 % del sistema ambiental.

CAPITULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ÍNDICE

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 2

V.1 Identificación de impactos 2

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 2

V.2 Caracterización de los impactos 3

V.2.1 Indicadores de impacto 7

V.3 Valoración de los impactos. 12

V.4. Conclusiones. 18

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 Identificación de impactos

En este capítulo se describe la metodología y los procedimientos para identificar y evaluar los posibles impactos ambientales que pudieron generarse por las distintas actividades de las obras del Proyecto. Con el proyecto a desarrollar se busca impactar lo menos posible la dinámica del ecosistema en el que se encuentra inserto. Si bien es cierto que cualquier actividad antropogénica genera un impacto, aunque sea en menor escala o temporalidad, el Proyecto fue planeado y diseñado respetando los ciclos hidrológicos del ecosistema y que ha marcado las pautas necesarias para un manejo integral del conjunto predial.

La identificación de los impactos ambientales es el paso más importante en la evaluación de impacto ambiental, y las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman la parte medular de la metodología de evaluación.

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Las técnicas empleadas para la identificación, medición, calificación y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y sinérgicos que causará el proyecto, se definen en una combinación de dos métodos, el popularmente conocido como Matriz modificada de Leopold (1971) y el método cuantitativo de Battelle Columbus. Ya que la valorización de un impacto ambiental, y la consiguiente aceptación o rechazo de la acción que lo produce, es una cuestión de criterio en la Matriz modificada de Leopold; esto proporciona dificultad a los estudios; por lo que la adecuación a la metodología permite tener un conocimiento profundo de las relaciones actividad-entorno, una preparación multifacética, una habilidad especial para encontrar la forma de medirla y un criterio para valorarla teniendo en primera instancia una integración ambiental en donde se definen en columnas los factores ambientales que podrían sufrir algún efecto derivado de las acciones de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto "**Aquí es Huaye**".

Luego, a través de una Matriz de Interacción entre los factores relevantes del proyecto con los factores ambientales de la zona, que es una Matriz de doble entrada, se evalúan las

características para conocer la importancia del efecto y el nivel de significancia del impacto generado de acuerdo a la tabla de clasificación de impactos.

Una vez calificada y obtenidos los resultados se construye una Matriz General en donde se reflejen los impactos ambientales significativos del proyecto, y de esta manera, conocer las modificaciones de las condiciones medio ambientales con la implementación del proyecto "**Aquí es Huaye**".

Posteriormente, se califica su sinergia dentro del proyecto y se seleccionan los factores ambientales que reflejan un impacto adverso.

V.2 Caracterización de los impactos

En esta sección se realizó la estimación cuantitativa y cualitativa de los impactos adversos significativos (Cuadro V.1) generados en el sistema, ya que lo que se pretende con el presente estudio es determinar los impactos negativos que se generarán con la actividad durante cada una de las etapas del proyecto, así como su grado de impacto.

Aplicando la clasificación de los impactos ambientales adversos significativos para las diferentes etapas (Cuadro V.3), se ha considerado como característica principal el cálculo de la importancia del efecto, aplicando los siguientes criterios para obtenerla:

1. Carácter del impacto
2. Intensidad del impacto
3. Extensión del impacto
4. Sinergia
5. Persistencia
6. Efecto
7. Momento del impacto
8. Acumulación
9. Recuperabilidad
10. Reversibilidad
11. Periodicidad

Estos criterios fueron valorados de acuerdo a la escala indicada en el cuadro V.1.

Cuadro V. 1. Criterios para la evaluación de los impactos ambientales

	Denominación o significado del criterio	**Valor**	**Clasificación**	**Impacto**
(CI)	***A. Carácter del impacto.***			
	Se refiere al efecto benéfico (+) o perjudicial (-) de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores considerados.	**(+)**	Positivo.	
		(–)	Negativo.	
		(X)	Previsto.	Pero difícil de calificar sin estudios detallados, que reflejarán efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto, cuya naturaleza (beneficiosa o perjudicial) no puede precisarse sin un estudio global de las mismas.
(I)	***B. Intensidad del impacto.***			
	(Grado de afectación) Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.	**(1)**	Baja.	Afectación mínima.
		(2)	Media.	
		(4)	Alta.	
		(8)	Muy alta.	
		(12)	Total	Destrucción casi total del factor.
(EX)	***C. Extensión del impacto.***			
	Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto).	**(1)**	Puntual.	Efecto muy localizado.
		(2)	Parcial.	Incidencia apreciable en el medio.
		(4)	Extenso.	Afecta una gran parte del medio.
		(8)	Total.	Generalizado en todo el entorno

		(+4)	Crítico.	El impacto se produce en una situación crítica; se atribuye un valor de +4 por encima del valor que le correspondía.
(SI)	***D. Sinergia.***			
	Este criterio contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples, pudiéndose generar efectos sucesivos y relacionados que acentúan las consecuencias del impacto analizado.	**(1)**	No sinérgico	Cuando una acción actuando sobre un factor no incide en otras acciones que actúan sobre un mismo factor.
		(2)	Sinérgico	Presenta sinergismo moderado.
		(4)	Muy sinérgico	Altamente sinérgico
(PE)	**E. Persistencia.**			
	Refleja el tiempo en que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.	**(1)**	Fugaz.	(< 1 año).
		(2)	Temporal.	(de 1 a 10 años).
		(4)	Permanente.	(> 10 años).
(EF)	**F. Efecto.**			
	Se interpreta como la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción, o lo que es lo mismo, expresa la relación causa – efecto.	**(4)**	Directo o primario.	Su efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental, siendo la representación de la acción consecuencia directa de esta.
		(2)	Indirecto o secundario.	Su manifestación no es directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.
(MO)	***G. Momento del impacto.***			
	Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.	**(1)**	Largo plazo.	El efecto demora más de 5 años en manifestarse.
		(2)	Mediano Plazo.	Se manifiesta en términos de 1 a 5 años.

		(4)	Corto Plazo.	Se manifiesta en términos de 1año.
		(+4)	Crítico,	Si ocurriera alguna circunstancia crítica en el momento del impacto se adicionan 4 unidades.
(AC)	***H. Acumulación.***			
	Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	**(1)**	Simple.	Es el impacto que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, ni en la de sinergia.
		(4)	Acumulativo.	Es el efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto.
(MC)	***I. Recuperabilidad.***			
	Posibilidad de introducir medidas correctoras, protectoras y de recuperación. Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones iniciales (previas a la acción) por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras, protectoras o de recuperación).	**(1)**	Recuperable de inmediato.	
		(2)	Recuperable a mediano plazo.	
		(4)	Mitigable.	El efecto puede recuperarse parcialmente.
		(8)	Irrecuperable.	Alteración imposible de recuperar, tanto por la acción natural como por la humana.
(RV)	***J. Reversibilidad.***			

	Posibilidad de regresar a las condiciones iniciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por entorno (de forma medible a corto, mediano o largo plazo) debido al funcionamiento de los procesos naturales; es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales.	**(1)**	Corto plazo.	Retorno a las condiciones iniciales en menos de 1 año.
		(2)	Mediano plazo.	Retorno a las condiciones iniciales en entre 1 y 10 años.
		(4)	Irreversible.	Imposibilidad o dificulta extrema de retornar por medios naturales a las condiciones naturales, o hacerlo en un periodo mayor de 10 años.
(PR)	***K. Periodicidad.***			
	Regularidad de manifestación del efecto. Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.	**(1)**	Irregular.	El efecto se manifiesta de forma impredecible.
		(2)	Periódica.	El efecto se manifiesta de manera cíclica o recurrente.
		(4)	Continua.	El efecto se manifiesta constante en el tiempo.

V.2.1 Indicadores de impacto

a) Identificación y análisis de las posibles afectaciones que sufrirán la estructura y las funciones del sistema ambiental

Consiste en sintetizar y ordenar todas las actividades relacionadas con las diferentes etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), para elaborar una lista de las acciones relevantes que lo comprenden, efectuando revisiones bibliográficas de proyectos del mismo sector.

A continuación, en el cuadro V.2, se describen los indicadores de impacto ambiental de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Cuadro V. 2. Actividades del proyecto, susceptibles de producir impactos sobre el ambiente durante las actividades del Proyecto

Etapa del Proyecto	Acciones
Preparación del Sitio	Trazo y delimitación del área de desmonte
	Marcaje y rescate de flora silvestre
	Ahuyento y rescate de fauna
	Colocación de tapiales perimetrales
	Desmonte
	Despalme y limpieza
	Nivelación
Construcción	Excavación y cimentación
	Estructuras y albañilería
	Sistema eléctrico
	Red para el sistema hidráulico
	Red para el sistema sanitario
	Instalación del BIOTAR
	Reforestación de áreas de conservación
Operación y mantenimiento	Mantenimiento general de áreas exteriores con y sin vegetación
	Mantenimiento de infraestructuras
	Sistema eléctrico
	Sistema hidráulico
	Sistema sanitario
	Biotar
	Vigilancia ambiental
Abandono del sitio	Retiro de construcciones y restauración

b) Identificación de los factores del medio susceptibles a recibir impacto

Se elaboró una lista de factores y componentes ambientales que pudieron ser afectados por la implementación del proyecto "Aquí es Huaye", así como también se efectuaron visitas al área propuesta para el proyecto y su zona de influencia, y se analizaron los factores susceptibles de impacto directo e indirecto durante cada una de las etapas del proyecto (Cuadro V.3).

Cuadro V. 3. Factores y servicios ambientales susceptibles de recibir impactos

Sistema	Factor Ambiental	Componente
Abiótico	Aire	Calidad
		Visibilidad
	Agua	Calidad de agua superficial
		Calidad de agua subterránea
		Nivel de agua subterránea
	Suelo	Relieve
		Características Físico-Químicas
Biótico	Flora	Cobertura
		Composición y diversidad
		Volumen Forestal
	Fauna	Abundancia
		Distribución y diversidad
	Paisaje	Homogeneidad
		Apariencia visual
Socioeconómico	Antropogénico	Calidad de Vida
		Empleo e Ingreso

Se identificaron las acciones que pudieron generar desequilibrios ecológicos que por su magnitud e importancia provocarían daños permanentes al ambiente y/o contribuirían en la consolidación de los procesos de cambios existentes. De igual manera, se identificaron los impactos positivos social y ambientalmente con la realización de las actividades propuestas. Para esto, se construyó una Matriz Cribada de Impactos (Cuadro V.4) para definir la significancia de los impactos ambientales para la operación del proyecto, con la finalidad de identificar los efectos positivos y/o negativos causados a los componentes ambientales por las diferentes actividades del proyecto.

En el cuadro V.4, se observa que se llevó a cabo una integración de las fases a) y b) con la finalidad de identificar efectos potenciales mediante la búsqueda de relaciones causa-efecto entre las acciones y los factores. Se identificaron aquellos puntos de mayor afectación al medio natural por las actividades realizadas.

Se tomaron en cuenta todas las posibles interacciones en la matriz cribada de impactos. En la misma, se ordenaron sobre las columnas las actividades que se listaron en el cuadro V.2. y sobre las filas se incluyeron los componentes ambientales descritos en el cuadro V.3; en el cuadro V.4, los impactos identificados se clasificaron como Benéfico significativo (B'), Benéfico No significativo (b''), Adverso significativo sin medida de mitigación (A), Adverso significativo con medida de mitigación (A'), Adverso No significativo con medida de mitigación (a'') y Adverso No significativo sin medida de mitigación (a).

Vinculando las diferentes interacciones entre las etapas del proyecto y los factores ambientales, se obtuvo un total de 352 interacciones por las acciones del proyecto, logrando determinar de una manera concisa los efectos que pudiese tenerse con la implementación del proyecto **"Aquí es Huaye"**. Resultando de las 352 interacciones, 166 impactos con un grado de significancia, de los cuales 82 fueron negativos y 84 positivos. De los impactos positivos, 55 fueron significativos y 29 no significativos. De los impactos negativos, 47 fueron no significativos y 35 fueron considerados significativos (A'), calculándose para éstos el grado de impacto (Cuadro V.4).

Cuadro V. 4. Significancia de los Impactos Ambientales para el desarrollo del Proyecto

Benéfico significativo (B'), Benéfico No significativo (b''), Adverso significativo sin medida de mitigación (A)	Adverso significativo con medida de mitigación (A'), Adverso No significativo con medida de mitigación (a'') y Adverso No significativo sin medida de mitigación (a)	PREPARACIÓN DEL SITIO							CONSTRUCCIÓN								MANTENIMIENTO							ABANDONO DEL SITIO
Medio Biótico y Abiótico																								
Factor Ambiental	Componente	Trazo y delimitación física del área de desmonte	Marcaje y rescate de flora silvestre	Ahuyento y rescate de fauna	Colocación de tapiales perimetrales	Desmonte	Despalme y limpieza	Nivelación	Excavación y cimentación	Estructuras y albañilería	Sistema eléctrico	Red para el sistema hidráulico	Red para el sistema sanitario	Instalación de BIOTAR	Reforestación de áreas de conservación	Mantenimiento general de áreas exteriores con y sin vegetación	Mantenimiento de infraestructuras	Sistema eléctrico	Sistema hidráulico	Sistema sanitario	Biotar	Vigilancia ambiental	Retiro de construcciones y restauración	
Aire	Calidad del aire					a"	a"	A´	a"	a"				a"	B´	a"			B´	B´	b"	b"	B´	
	Visibilidad				b"			a"	a"						B´									
Agua	Calidad del agua superficial						a"	a"	a"	a"				a"		a"					B´	b"		
	Calidad del agua subterránea					A´	a"	A´	A´	A´			B´	a"	B´	a"			B´	B´	B´	b"	B´	
	Nivel de agua subterránea					A´	a"	A´	A´	A´	a"	a"			B´	B´						b"	B´	
Suelo	Relieve (topografía)					A´	A´	A´	A´	A´	A´	A´	A´	A´				a"	a"	a"		b"	B´	
	Características Físico-Químicas					A´	A´	A´	A´	A´	A´	A´	A´	A´	B´	a"		a"	a"	a"		B´	B´	
Flora	Cobertura	B´	B´			A´		a"	A´					a"	B´	a"						b"	B´	
	Composición y diversidad		B´			A´	a"		a"					a"	B´	b"						b"	B´	
	Volumen forestal					A´			a"					a"	B´							b"	B´	
Fauna	Abundancia	B´		B´		A´									B´	b"						b"	B´	
	Distribución y diversidad	b"		b"		A´	a"	a"	a"						B´	a"						b"	B´	
Paisaje	Homogeneidad					A´		a"	a"						B´	a"							B´	
	Apariencia visual					A´	a"	a"	a"	a"					B´						b"	b"	B´	
Antropogénico	Calidad de vida					a"						B´	B´		B´						b"	b"	B´	
	Empleo e ingreso	B´	B´	b"	b"	B´	B´	B´	B´	B´	B´	B´	B´	B´	B´	b"	b"	b"	b"	b"	b"	b"	B´	

Lista indicativa de indicadores de impacto

Se identificaron las acciones que podrían tener un impacto (positivo o negativo) en el sistema ambiental (Cuadro V.4); posteriormente se seleccionaron los factores ambientales relevantes para el proyecto definidas como condiciones Adversas significativas "con" y "sin" medidas de mitigación (A' y A); esto, con la finalidad de realizar un análisis mucho más profundo de las posibles afectaciones al medio ambiental como se aprecia en el cuadro V.5.

Cuadro V. 5. Matriz de Interacción entre los factores ambientales y las acciones del proyecto con impactos adversos significativos

Factor Ambiental	Componente	Etapa del proyecto	Acción del Proyecto
Aire	Calidad del aire	Preparación del sitio	Nivelación
Agua	Calidad de agua subterránea	Preparación del sitio	Desmonte
			Nivelación
		Construcción	Excavación y cimentación
			Estructuras y albañilería
	Nivel de agua subterránea	Preparación del sitio	Desmonte
			Nivelación y compactación
		Construcción	Excavación y cimentación
			Estructuras y albañilería
Suelo	Relieve (Topografía)	Preparación del sitio	Desmonte
			Despalme
			Nivelación
		Construcción	Excavación y cimentación
			Estructuras y albañilería
			Sistema eléctrico
			Red para sistema hidráulico
			Red para sistema sanitario
			Instalación de BIOTAR
	Características Físico-Químicas	Preparación del sitio	Desmonte
			Despalme
			Nivelación
		Construcción	Excavación y cimentación
			Estructuras y albañilería
			Sistema eléctrico
			Red para sistema hidráulico
			Red para sistema sanitario
			Instalación de BIOTAR
Flora	Cobertura	Preparación del sitio	Desmonte
		Construcción	Excavación y cimentación
	Composición y diversidad	Preparación del sitio	Desmonte
	Volumen forestal		
Fauna	Abundancia	Preparación del sitio	Desmonte
	Distribución y diversidad		
Paisaje	Homogeneidad	Preparación del sitio	Desmonte
	Apariencia visual		

V.3 Valoración de los impactos

Considerando los valores asignados a los once criterios de cada una de las interacciones identificadas, se realizó la valoración del impacto que consiste en calcular la importancia del efecto (IM) para cada interacción, de acuerdo a la ecuación que se observa en el cuadro

V.6, y la posterior clasificación del impacto (CLI), de acuerdo a los valores obtenidos en la importancia del efecto.

Cuadro V. 6. Valoración cuantitativa de impactos para la evaluación de los impactos ambientales

Valoración cuantitativa del impacto				
(IM)	***Importancia del efecto.***			
	Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados anteriormente	**IM = ±[3(I) + 2(EX) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]**		
(CLI)	***Clasificación del impacto.***			
	Partiendo del análisis del rango de la variación del mencionado importancia del efecto **(IM)**.	**(CO)**	**COMPATIBLE**	Si el valor es menor o igual que 25
		(M)	**MODERADO**	si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50
		(S)	**SEVERO**	si el valor es mayor que 50 y menor o igual que 75
		(C)	**CRITICO**	Si el valor es mayor que 75

Se calculó el grado de impacto de los impactos significativos (A'), resultando 30 impactos moderados con el ambiente y 5 compatibles con el ambiente (Cuadro V.7).

Cuadro V.7. Impactos significativos por la realización del proyecto

Factor Ambiental	Componente	Etapa del proyecto	Acción del Proyecto	CI	I	EX	SI	PE	EF	MO	AC	MC	RV	PR	IM	CLI
Aire	Calidad del aire	Preparación del sitio	Nivelación	(-)	2	2	2	1	4	4	1	1	1	2	26	M
Agua	Calidad del agua subterránea	Preparación del sitio	Desmonte	(-)	2	1	2	4	2	2	1	2	2	1	24	CO
			Nivelación	(-)	1	1	2	1	2	2	1	2	2	1	18	CO
		Construcción	Excavación y cimentación	(-)	2	1	2	1	2	2	1	2	4	1	23	CO
			Estructuras y albañilería	(-)	2	1	2	4	2	2	1	2	4	4	29	M
	Nivel de agua subterránea	Preparación del sitio	Desmonte	(-)	4	1	2	4	2	2	1	2	2	1	30	M
			Nivelación	(-)	4	1	2	1	2	2	1	2	2	1	27	M
		Construcción	Excavación y cimentación	(-)	4	1	2	1	2	2	1	2	4	1	29	M
			Estructuras y albañilería	(-)	4	1	2	4	2	2	1	2	4	4	35	M
Suelo	Relieve (topografía)	Preparación del sitio	Desmonte	(-)	2	1	2	4	2	4	1	2	2	1	26	M
			Despalme	(-)	4	1	2	4	4	4	1	2	2	1	34	M
			Nivelación	(-)	4	1	2	1	4	4	1	2	2	1	31	M
		Construcción	Excavación y cimentación	(-)	4	1	2	1	4	4	1	2	4	1	33	M
			Estructuras y albañilería	(-)	2	1	2	4	4	4	1	2	4	4	33	M
			Sistema eléctrico	(-)	4	1	2	4	4	2	1	2	2	4	35	M
			Red para sistema hidráulico	(-)	4	1	2	4	4	4	1	2	2	4	37	M
			Red para sistemas sanitario	(-)	4	1	2	4	4	4	1	2	2	4	37	M
			Instalación de BIOTAR	(-)	4	1	2	4	4	4	1	2	4	4	39	M
	Características Físico-Químicas	Preparación del sitio	Desmonte	(-)	4	1	2	4	4	4	1	2	2	1	34	M
			Despalme	(-)	4	1	2	4	4	4	1	2	2	1	34	M
			Nivelación	(-)	4	1	2	1	4	4	1	2	2	1	31	M
		Construcción	Excavación y cimentación	(-)	4	1	2	1	4	4	1	2	4	1	33	M
			Estructuras y albañilería	(-)	4	1	2	4	4	4	1	2	4	4	39	M
			Sistema eléctrico	(-)	4	1	2	4	4	4	1	2	2	4	37	M
			Red para sistema hidráulico	(-)	4	1	2	4	4	4	1	2	2	4	37	M
			Red para sistemas sanitario	(-)	4	1	2	4	4	4	1	2	2	4	37	M
			Instalación de biodigestores	(-)	4	1	2	4	4	4	1	2	4	4	39	M
Flora	Cobertura	Preparación del sitio	Desmonte	(-)	4	1	2	4	4	4	1	2	2	4	37	M
		Construcción	Excavación y cimentación	(-)	2	1	2	4	4	4	1	2	4	1	30	M
	Composición y diversidad	Preparación del sitio	Desmonte	(-)	2	1	2	4	4	4	1	2	2	4	31	M
	Volumen		Desmonte	(-)	2	1	2	4	4	4	1	2	2	4	31	M
Fauna	Abundancia	Preparación del sitio	Desmonte	(-)	2	1	2	4	2	2	1	2	2	2	25	CO
	Distribución y diversidad		Desmonte	(-)	2	1	2	4	2	2	1	2	2	2	25	CO
Paisaje	Homogeneidad	Preparación del sitio	Desmonte	(-)	4	1	1	4	4	4	1	2	2	4	36	M
	Apariencia visual		Desmonte	(-)	2	1	1	4	4	4	1	2	2	4	30	M

Los impactos relevantes (en este caso son los moderados y compatibles) durante las etapas del proyecto se reflejan en el cuadro V.8., mismos que serán contrarrestados y disminuidos con la aplicación de medidas de prevención y mitigación.

Cuadro V.8. Importancia del efecto de los impactos ambientales en las diversas etapas del proyecto

Benéfico significativo (B'), Benéfico No significativo (b''), Adverso significativo sin medida de mitigación (A)	Adverso significativo con medida de mitigación (A'), Adverso No significativo con medida de mitigación (a'') y Adverso No significativo sin medida de mitigación (a)	PREPARACIÓN DEL SITIO								CONSTRUCCIÓN							OPERACIÓN		MANTENIMIENTO							ABANDONO DEL SITIO
Medio Biótico y Abiótico																									
Factor Ambiental	Componente	Trazo y delimitación física del área de desmonte	Marcaje y rescate de flora silvestre	Ahuyento y rescate de fauna	Colocación de tapiales perimetrales	Desmonte	Despalme y limpieza	Trituración y disposición de material vegetal	Nivelación	Excavación y cimentación	Estructuras y albañilería	Sistema eléctrico	Red para el sistema hidráulico	Red para el sistema sanitario	Instalación de BIOTAR	Reforestación de áreas de conservación	Administración	Manejo integral de residuos	Mantenimiento general de áreas exteriores con y sin vegetación	Mantenimiento de infraestructuras	Sistema eléctrico	Sistema hidráulico	Sistema sanitario	Mantenimiento del BIOTAR	Vigilancia ambiental	Retiro de construcciones y restauración
Aire	Calidad del aire								M																	
	Visibilidad																									
Agua	Calidad del agua superficial																									
	Calidad del agua subterránea					CO			CO	CO	M															
	Nivel de agua subterránea					M			M	M	M															
Suelo	Relieve (topografía)					M	M		M	M	M	M	M	M	M											
	Características Físico-Químicas					M	M		M	M	M	M	M	M	M											
Flora	Cobertura					M				M																
	Composición y diversidad					M																				
	Volumen forestal					M																				
Fauna	Abundancia					CO																				
	Distribución y diversidad					CO																				
Paisaje	Homogeneidad					M																				
	Apariencia visual					M																				
Antropogénico	Calidad de vida																									
	Empleo e ingreso																									

Selección y descripción de los impactos significativos

Se seleccionaron los impactos significativos o relevantes, con énfasis en los impactos acumulativos y sinérgicos.

Aire

Este factor fue propenso de recibir impactos moderados en su calidad en la etapa de preparación del sitio, en las actividades de nivelación y compactación por el uso de maquinaria para dicho fin, ya que libera gases a la atmósfera y genera ruido, sin embargo, se tomaron las medidas necesarias como revisión de vehículos y maquinaria a utilizar verificando que éstas se encuentren en óptimas condiciones para que las emisiones y el ruido sean mínimos. Asimismo, debido a que la superficie intervenida corresponde al 17.23 % de la superficie total, siendo únicamente 0.1076 ha, los daños serán imperceptibles a nivel de sistema ambiental.

Agua

Este factor fue propenso de recibir impactos ambientales compatibles y moderados en dos componentes y en dos etapas del proyecto. Impactos compatibles en la calidad del agua subterránea por el desmonte y nivelación del suelo en la preparación del sitio, ya que el retiro de la vegetación elimina la barrera natural en la lixiviación de contaminantes al subsuelo, y el uso de maquinarias presenta riesgo por derrame de aceites o combustibles, sin embargo, se tomaron medidas para evitar derrames de contaminantes como es, prohibir la micción y defecación al aire libre, prohibir tirar envases con residuos de combustibles y aceites en el predio, colocación de contenedores para la colecta de la basura generada y se vigiló que la maquinaria utilizada se encuentre en óptimas condiciones, en caso de necesidad de mantenimiento se realizó en talleres mecánicos autorizados; en la etapa de construcción este componente fue propenso a recibir impactos compatibles por la excavación y cimentación e impactos moderados por la construcción de las edificaciones, esto debido al uso de materiales de construcción y acabados los cuales pudieron generar escurrimientos de residuos contaminantes al manto freático, sin embargo, cómo ha sido mencionado, se tomaron medidas para evitar derrames de contaminantes. Impactos moderados en el nivel del agua subterránea por el desmonte y nivelación en la preparación del sitio y por la excavación y cimentación, estructuras o edificaciones en la etapa de construcción, en estas etapas se consideró que la actividad podría generar un impacto en el nivel de agua subterránea ya que el retiro de vegetación y las edificaciones ocasionarían que el agua corra de acuerdo a la pendiente del terreno disminuyendo su captación y por ende ocasionando un escurrimiento superficial, este impacto es considerado permanente en las áreas de construcción, sin embargo, es importante mencionar que se conservará el 60 % de la superficie del predio, el cual será reforestado permitiendo que la captación pluvial continúe en el predio, por lo que el servicio ambiental de captación de agua continúa y continuará. En cuanto al escurrimiento superficial, este no ocurrió ya que se tienen áreas permeables en el 82.77 % del predio.

Suelo

El impacto ambiental más importante y permanente sobre este componente, fue producido durante la etapa de preparación del sitio y se extendió durante el proceso de construcción del proyecto, identificando impactos moderados en el relieve y en las características físico-químicas del suelo por la eliminación de vegetación y el despalme, lo cual implica la

nivelación del terreno y con ello remoción y compactación del suelo. También hubo impacto en el relieve y características físico-químicas del suelo por las excavaciones para la cimentación de las edificaciones por realizar y habrá impacto para los servicios de agua potable, sistema sanitario y energía eléctrica lo que es inminente en una pérdida significativa del suelo, propiciando pérdida de material en el área y su compactación permanente. Con estas acciones se reducirán de manera permanente las condiciones para el desarrollo de la vegetación al no existir el suelo natural y por la presencia de construcciones a base de concreto armado. Por lo tanto, se consideraron medidas de prevención y mitigación de impactos.

Flora

Este factor ambiental fue afectado en tres componentes, cobertura, volumen forestal, composición y diversidad. Se consideraron impactos significativos (moderados con el ambiente) ya que la vegetación fue retirada en el 17.23 % del predio (0.1076 ha). Con estas acciones se reducen de manera permanente las condiciones para el desarrollo de la vegetación al no existir el suelo natural y por la presencia de construcciones. Se tomaron las medidas necesarias para prevención y mitigación de impactos.

Fauna

El retiro de la vegetación en el 17.23 % del predio provocó pérdida de hábitat para aves y especies de fauna pequeña que se desarrollaba en el área por lo que se consideran impactos compatibles en la abundancia, distribución y diversidad de la fauna. Asimismo, el desarrollo de las actividades de construcción, operación y mantenimiento del proyecto y la presencia constante del hombre provoca un impacto secundario y residual por pérdida de hábitat para la fauna silvestre residente que utiliza estos ambientes para su alimentación y refugio, por lo que fue necesario, antes de iniciar con las actividades, inducir gradualmente la migración de fauna hacia zonas adyacentes con vegetación y con menor movimiento ocasionado por las actividades humanas. La generación de ruido por el transporte de materiales e insumos, tránsito vehicular y operación de equipo y actividades propias de cada una de las etapas del proyecto, propiciaron el alejamiento de la fauna silvestre al predio de interés, cabe mencionar que los niveles de ruido no rebasaron los decibeles permitidos en la normatividad y que el predio se ubica en un área altamente fragmentada con viviendas a los alrededores y cercano a la carretera federal.

Paisaje

Este factor ambiental ya ha sido afectado en su homogeneidad y apariencia visual debido a que el predio ya ha sido intervenido antropogénicamente contando con diversas construcciones en el 17.23 % del conjunto predial, de igual manera cuenta con vegetación arbórea, herbácea, ornamental y frutales (coco, naranja, mandarina, limón, pitahaya) en el 82.77 % del conjunto predial. El promovente ha sido sancionado por la PROFEPA por lo que el presente documento es para la regularización del mismo, evaluando los impactos ocasionados por las actividades realizadas y los que se podrían generar con las obras propuestas. Es importante mencionar que las obras se limitarán al 17.23 % del predio donde ya existen obras construidas, reforestando y realizando actividades de restauración necesarias en el 60 % del predio, el cual será destinado a conservación, por lo que los impactos han sido considerados compatibles con el ambiente.

V.4. Conclusiones

Como se mencionó, los impactos más importantes que se presentarán por las construcciones a realizar y las realizadas, son la pérdida de la cobertura vegetal en el 17.23 % del predio, pérdida de hábitat y desplazamiento de especies, modificaciones al relieve y las características físico-químicas del suelo. Estos impactos son negativos y permanentes, pero limitados a la zona donde se localizan las obras por lo que se consideran imperceptibles a nivel de Sistema Ambiental. Se considera que, al menos en las fracciones que no están ocupadas por las edificaciones, estos impactos serán reversibles.

Riesgo de impactos en la calidad del aire y del agua por el uso de maquinaria, materiales de construcción y acabados, así como disminución en la capación de agua pluvial por el sellamiento en las áreas construidas.

Respecto a la calidad del agua, la presencia de instalaciones sanitarias presenta potencial de impacto permanente; sin embargo, con el establecimiento del sistema BIOTAR mediano de 700 lt de capacidad para hogares de 4 a 7 personas, y su sistema de filtración posterior siendo las aguas tratadas aptas para riego de las áreas ajardinadas y/o su disposición final en un pozo de absorción, se previene y mitiga el riesgo de contaminación por aguas residuales.

En los impactos positivos el indicador con mayor cantidad de impactos es el socioeconómico, con la generación de empleos.

Después de realizada la identificación, predicción y evaluación de los impactos con la ejecución del proyecto, se ha determinado que los mismos, tanto positivos como negativos son de baja intensidad, reversibles o fugaces. El proyecto se ha planeado en estricto apego a la legislación vigente para cumplir cabalmente con todas las políticas de regulación y normatividad ambiental y se enmarca dentro de los criterios específicos del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna Bacalar.

De acuerdo con el análisis del sistema ambiental en el que se plantea desarrollar el presente proyecto, de los impactos identificados por las obras de construcción, operación y mantenimiento, de las medidas de mitigación propuestas y de la implementación de un programa de vigilancia ambiental, se puede asegurar que su desarrollo no afecta de forma significativa los ecosistemas.

Siendo importante mencionar que la promovente ha sido sancionada por la PROFEPA por las obras ya existentes, habiendo cumplido con el pago impuesto y estando en la mejor disposición para realizar las obras y actividades en apego a la normatividad.

CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ÍNDICE

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 1

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

VI.2 Programa de vigilancia ambiental 11

Objetivos y alcance 11

Líneas estratégicas 11

VI.3 Seguimiento y control 16

VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas 17

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

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

En el capítulo V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, se describen los impactos adversos significativos y no significativos que podrían recibir los factores ambientales en cada etapa del proyecto, detectándose un total de 166 impactos, 80 impactos se detectaron en el medio abiótico (aire, agua y suelo), 57 impactos en el medio biótico (flora, fauna y paisaje), y 29 impactos en el medio antropogénico.

En general, las diferentes etapas del proyecto generarán impactos significativos y no significativos sobre el ambiente que en su totalidad son mitigables.

A continuación, se describen las medidas de prevención y mitigación de los impactos tanto significativos como no significativos por factor ambiental y etapa del proyecto (Cuadro VI.1). Es importante aclarar que el período de las medidas corresponde a las medidas propias de cada etapa con un inicio y conclusión, con respecto a la conservación del 60 % del predio con vegetación nativa, esta continuará durante la vida útil del proyecto que es de 50 años.

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

Cuadro VI.1 Medidas de prevención y mitigación de Impactos Adversos Significativos y No Significativos en la Etapa de Preparación del Sitio

Factor	Impactos	Duración del impacto	Medidas de prevención	Medidas de mitigación	Indicadores de éxito de las medidas	Periodo de inicio y conclusión de las medidas
Aire	Se identificó un impacto adverso significativo en la calidad del aire por la nivelación debido al uso de maquinaria generando ruido y emisiones al ambiente. De igual manera se identificaron impactos adversos no significativos en la calidad del aire por el desmonte, despalme y limpieza por el uso de motosierras y maquinaria que emiten ruido, emisiones al	Temporal	La maquinaria, vehículos y equipo utilizado se encontraba en buenas condiciones con sistemas de escape adecuados que evitan la emisión de ruido por encima de lo permitido y las emisiones de gases al ambiente fueron mínimas. Se colocaron tapiales perimetrales para delimitar las áreas a desmontar disminuyendo la dispersión de polvo Se instruyó al personal para evitar la generación de ruido	Se reforestará en el 60 % de la superficie del predio lo cual permitirá la generación de oxígeno, captura de carbono y la absorción de ruido	Bajos niveles de Emisión de gases y ruido.	Inicio: 2016 Conclusión Medidas temporales: 2029 Medidas permanentes: 2084

Factor	Impactos	Duración del impacto	Medidas de prevención	Medidas de mitigación	Indicadores de éxito de las medidas	Periodo de inicio y conclusión de las medidas
	ambiente y reducción de la captura de carbono por el retiro de la vegetación. En la visibilidad también se identificó un impacto adverso no significativo por las actividades de nivelación ya que pudo generar la dispersión de polvo en el ambiente.		con estéreos y otros equipos de audio			
Agua	Se identificaron impactos adversos significativos en la calidad y nivel de agua subterránea por el desmonte y nivelación ya que el retiro de la vegetación y la posterior compactación ocasiona el riesgo de generar escurrimiento pluvial disminución de la captación, mientras que el uso de maquinaria, equipo y presencia de personal ocasiona riesgo de contaminar al manto freático. La nivelación también fue propensa de producir impactos adversos no significativos en la calidad de agua superficial por el riesgo de escurrimientos que llevaran consigo contaminantes hacia la laguna.	Permanente	El retiro de la vegetación se realizó conforme avanzaban las obras, lo cual evitó quede suelo desnudo que provocara el escurrimiento y por tanto disminuyera la captación del agua hacia el subsuelo. Se prohibió la micción y defecación al aire libre Para evitar cualquier contaminación de las aguas subterráneas, ocasionadas por fugas de lubricantes y combustibles, no se permitió hacer ninguna reparación de los vehículos y maquinarias en el predio, y se vigiló su mantenimiento para que se encuentren en buen estado Reducción de la contaminación del agua superficial con partículas producto de la materia orgánica del suelo por arrastre, para ello se evitó desmontar y despalmar en época de lluvias, en caso contrario, se evitó el desmonte en días lluviosos. Evitar la contaminación del manto freático con aguas residuales, para ello se instalará un BIOTAR que es una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas para su función durante la etapa de operación y mantenimiento dado que actualmente existen sanitarios instalados en la vivienda del predio conectados a una fosa completamente sellada la cual será reemplazada por el sistema mencionado.	Se reforestará el 60 % de la superficie del predio lo cual beneficiará la captación pluvial y evitará la contaminación del manto freático y de la laguna por lixiviación y escurrimientos superficiales El sustrato removido en su totalidad o parte del mismo se dispersó en las áreas verdes para su reincorporación al suelo y retención de agua, dicha acción permitió el acolchado sobre el suelo, retención de agua y favoreció su infiltración al suelo, beneficiando la captación del agua al subsuelo.	Mantenimiento de la calidad del agua subterránea y superficial, y nivel de agua subterránea	Inicio: 2016 Conclusión Medidas temporales: 2029 Medidas permanentes: 2084
Suelo	Se identificaron impactos adversos significativos en sus características Físico-Químicas y el relieve	Permanente	El retiro de la vegetación se realizó de forma gradual para evitar erosión por suelo desnudo	Reforestación y conservación del 60 % de la superficie del predio que tendrá	Permanencia de suelo en las áreas de conservació	Inicio: 2016 Conclusión Medidas temporales:

Factor	Impactos	Duración del impacto	Medidas de prevención	Medidas de mitigación	Indicadores de éxito de las medidas	Periodo de inicio y conclusión de las medidas
	durante el desarrollo de las actividades de desmonte, despalme y nivelación ya que dichas actividades aunque de manera puntual, incidieron directamente en el suelo.		Se realizaron riegos periódicos en las zonas con suelo descubierto de vegetación con la finalidad de evitar la erosión eólica Se prohibió la micción y defecación al aire libre Se prohibió tirar envases con residuos en el predio, colocando contenedores para la colecta de basura La maquinaria y equipos utilizados contaron con el mantenimiento preventivo que permitió la operación óptima y segura de todos sus componentes (El mantenimiento se realizó en talleres autorizados) La recarga de combustibles y lubricantes se realizó fuera del predio	la función de retención de suelo Material vegetal resultante de las áreas con arbolado será utilizado como capa protectora del suelo en las áreas de conservación	n con profundidad acorde con su tipo, conservando sus características indicando su buen estado de conservación (presencia de minerales, materia orgánica, etc.) Cobertura vegetal alta. Suelo siempre cubierto.	2029 Medidas permanentes: 2084
Flora	En la flora se identificaron impactos adverso significativos para el componente cobertura, composición, diversidad y volumen forestal durante la actividad de desmonte e impactos adversos significativos en la composición y diversidad por el despalme.	Permanente	Se delimitó el área intervenida para evitar dañar áreas circundantes cubiertas de vegetación, se dieron instrucciones a quienes se encargaron de llevar a cabo la actividad para que laboraran únicamente dentro de las áreas delimitadas. Conservación de arbolado disperso en el predio Marcaje de arbolado a eliminar para no retirar volúmenes por encima de lo contemplado Se evitará la introducción de especies exóticas	Reforestación en el 60 % de la superficie del predio con especies nativas	Cobertura vegetal en el 60 % de la superficie del predio con especies nativas	Inicio: 2016 Conclusión Medidas temporales: 2029 Medidas permanentes: 2084
Fauna	En la fauna se identificaron impactos adversos significativos en los componentes abundancia, distribución y diversidad durante las actividades desmonte del área, de manera simultánea la distribución y diversidad recibió impactos no significativos durante las actividades de despalme y nivelación por la constante presencia de personal encargado de la obra y la disminución de	Permanente	Se generó ruido en niveles suficientes para ahuyentar a la fauna silvestre Rescate de fauna realizado por un biólogo especialista antes del inicio de cualquier tipo de obra de desmonte Se tuvo cuidado de no dañar fauna pequeña que se encontrara al momento de realizar las actividades. En caso de encuentro de organismos se procedió a su ahuyento o rescate y liberación inmediata en áreas aledañas con vegetación Prohibición a los trabajadores de capturar, molestar o cazar a la fauna que pudiera encontrarse en el predio.	Reforestación y conservación del 60 % de la superficie del predio que fungirá como refugio para fauna pequeña	Respeto y cuidado de la fauna que se encuentre dentro del predio Cobertura vegetal en el 60 % de la superficie del predio con especies nativas	Inicio: 2016 Conclusión Medidas temporales: 2029 Medidas permanentes: 2084

Factor	Impactos	Duración del impacto	Medidas de prevención	Medidas de mitigación	Indicadores de éxito de las medidas	Periodo de inicio y conclusión de las medidas
	espacios para refugio y alimentación.		Se capacitó al personal encargado de las actividades en la etapa de preparación del sitio del proyecto sobre los cuidados que deben tener de la fauna en caso de ser encontrada durante la ejecución de las actividades			
Paisaje	Se detectaron impactos adversos significativos en la homogeneidad y apariencia visual por el desmonte siendo moderados con el ambiente, de igual manera se detectaron impactos adversos no significativos en la apariencia visual por el despalme y nivelación, sin embargo, cabe mencionar que la vegetación presente ya se encuentra perturbada por lo que el proyecto no romperá con la continuidad de selva conservada	Permanente	Delimitación de las áreas de construcción para evitar dañar otras áreas Conservación de arbolado disperso en el predio	Reforestación en el 60 % de la superficie del predio con especies nativas	Cobertura vegetal en el 60 % de la superficie del predio con especies nativas	Inicio: 2016 Conclusión Medidas temporales: 2029 Medidas permanentes: 2084
Antropogénico	Se detectó un impacto adverso no significativo en la calidad de vida por el desmonte, esto debido a la disminución de los servicios ambientales como generación de oxigeno	Permanente	Delimitación de las áreas de construcción para evitar dañar otras áreas Conservación de arbolado disperso en el predio	Reforestación en el 60 % de la superficie del predio con especies nativas las cuales generarán oxígeno, capturarán carbono y favorecerán la captación del agua pluvial	Cobertura vegetal en el 60 % de la superficie del predio	Inicio: 2016 Conclusión Medidas temporales: 2029 Medidas permanentes: 2084

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Cuadro VI.2 Medidas de Prevención y Mitigación de Impactos Adversos Significativos y No Significativos en la Etapa de Construcción

Factor	Impactos	Duración del impacto	Medidas de prevención	Medidas de mitigación	Indicadores de éxito de las medidas	Periodo de inicio y conclusión de las medidas
Aire	Se identificaron impactos adversos no significativos en la visibilidad por la excavación y cimentación, así como impactos adversos no significativos en la calidad por las actividades de	Temporal	Los vehículos y maquinaria a utilizar se encontraban en buenas condiciones con sistemas de escape adecuados para evitar la emisión de ruido por encima de lo permitido.	Reforestación en el 60 % del predio que permitirá mejorar la calidad del aire por la captura de carbono	Emisión de ruido de acuerdo a los decibeles permitidos en la normatividad Personal laborando en horarios diurnos	Inicio: 2016 Conclusión Medidas temporales:2029 Medidas permanentes: 2084

Factor	Impactos	Duración del impacto	Medidas de prevención	Medidas de mitigación	Indicadores de éxito de las medidas	Periodo de inicio y conclusión de las medidas
	excavación, cimentación, construcción de estructuras e instalación del BIOTAR, esto debido a la dispersión de partículas de polvo, ruido por las diversas actividades, uso de vehículos y maquinaria		Se instruyó al personal para evitar la generación de ruido con estéreos y otros equipos de audio Se cumplió con los límites máximos permisibles de ruido que establecen las normas NOM-080-SEMARNAT-1994 y la NOM-081-SEMARNAT -1994 Se trabajó en horarios diurnos en un turno máximo de 10 horas para evitar el ruido en horarios nocturnos Todos los vehículos automotores y maquinaria utilizada en el sitio del proyecto, estuvieron debidamente afinados, para asegurar su correcto funcionamiento y el cumplimiento de la NOM-041-SEMARNAT -2006, evitando las emisiones excesivas de gases a la atmósfera Las actividades se suspendieron bajo condiciones climáticas adversas como viento fuerte Se realizó riego constante para evitar partículas suspendidas en el aire por actividades de construcción		Ambiente libre de partículas de polvo	
Agua	Se identificaron impactos adversos significativos en la calidad y nivel del agua subterránea por la excavación, cimentación y estructuras (construcciones). También se identificaron	Permanente	Las edificaciones se realizaron de acuerdo a los planos del proyecto cuidando no dañar zonas aledañas La preparación de los materiales de construcción se realizó sobre las	Reforestación y conservación del 60 % de la superficie del predio para captación del agua y evitar escurrimientos superficiales	Cobertura vegetal en el 60 % de la superficie del predio Obras construidas de acuerdo a los planos	Inicio: 2016 Conclusión Medidas temporales:2029 Medidas permanentes: 2084

Factor	Impactos	Duración del impacto	Medidas de prevención	Medidas de mitigación	Indicadores de éxito de las medidas	Periodo de inicio y conclusión de las medidas
	impactos adversos no significativos en la calidad del agua superficial por la excavación, cimentación, estructuras e instalación del BIOTAR, en la calidad del agua subterránea por la instalación del BIOTAR, y en el nivel de agua subterránea por la instalación de la red del sistema eléctrico y del sistema sanitario		mismas áreas dónde realizaron las construcciones Se evitó derrames de productos químicos al suelo para evitar su infiltración al manto freático Política de bajo impacto que entre sus acciones contempla la reducción de consumos, residuos, reúso y reciclaje Se evitó el uso excesivo del agua durante la etapa de construcción del proyecto Se evitó cualquier contaminación del suelo y/o de las aguas subterráneas, ocasionadas por fugas de lubricantes y combustibles, por lo que no se permitió hacer ninguna reparación de los vehículos y maquinaria, y se vigiló su mantenimiento para que se encuentren en buen estado Las instalaciones sanitarias faltantes se realizarán por personal experto utilizando materiales de buena calidad que minimiza al máximo el riesgo de fugas o rupturas	Se realizó la rehabilitación de espacios y reposición de vegetación en las áreas circundantes afectadas indirectamente por las actividades realizadas Disposición de residuos de acuerdo a la normatividad vigente	Instalaciones sanitarias y BIOTAR funcionando al 100 % Existencia de contenedores de basura	
Suelo	Para este factor se identificaron impactos adversos significativos en los componentes de relieve(topografía) y características Físico-Químicas por actividades de excavación y cimentación, estructuras, instalación de la red para el sistema eléctrico, hidráulico y sanitario, instalación del	Permanente	Las obras y actividades se realizaron (los ya existentes) y se realizarán únicamente en el espacio designado para los elementos constructivos La preparación de los materiales de construcción se realizó sobre las mismas áreas dónde realizaron las construcciones	Reforestación y conservación del 60 % de la superficie del predio para retención de suelo El suelo extraído fue dispersado en las áreas de conservación	Permanencia de suelo con profundidad acorde con su tipo, conservando sus características fisicoquímicas que indican su buen estado de salud (presencia de minerales, materia orgánica, microorganismos, etc.) Instalaciones sanitarias y BIOTAR	Inicio: 2016 Conclusión Medidas temporales:2029 Medidas permanentes: 2084

Factor	Impactos	Duración del impacto	Medidas de prevención	Medidas de mitigación	Indicadores de éxito de las medidas	Periodo de inicio y conclusión de las medidas
	BIOTAR y del recolector de agua ya que todas las actividades implican remoción de suelo		Se evitó derrames de productos químicos al suelo para evitar su contaminación Las instalaciones de las redes eléctricas, hidráulicas y sanitarias se realizarán de acuerdo a los planos del proyecto cuidando no dañar zonas aledañas Colocación de contenedores de basura para evitar contaminación del suelo por lixiviados, los residuos serán transportados hacia los sitios de disposición final autorizados por el H. Municipio de Bacalar		funcionando al 100 % Existencia de contenedores de basura	
Flora	Para este factor se identificó un impacto adverso significativo en la cobertura por la excavación y cimentación para las construcciones e impactos adversos no significativos en los componentes composición, diversidad, y volumen Forestal por actividades de excavación, cimentación, y en los tres componentes por la instalación del BIOTAR ya que estas obras impedirán el desarrollo de la vegetación	Permanente	Delimitación de las áreas de construcción para no afectar áreas circundantes Las edificaciones se realizaron de acuerdo a los planos del proyecto cuidando no afectar zonas aledañas, limitándose el impacto en las áreas específicas para las construcciones	Reforestación de vegetación en las áreas de conservación	60 % del predio cómo área de conservación	Inicio: 2016 Conclusión Medidas temporales:2029 Medidas permanentes: 2084
Fauna	Para este factor se identificaron impactos adversos no significativos en los componentes distribución y diversidad por actividades de excavación y cimentación ya que reducen sus espacios para refugio y alimentación, siendo importante mencionar que el área ya se	Permanente	Se tuvo cuidado de no dañar fauna pequeña que se pudiese al momento de realizar las actividades Se prohibió a los trabajadores capturar, molestar o cazar a la fauna que encontraran en el predio. En caso de encontrar organismos se procedió a su ahuyento o rescate y liberación	Reforestación y conservación del 60 % de la superficie del predio para refugio de aves y especies de fauna menor	Observación de fauna menor en las áreas de conservación del predio	Inicio: 2016 Conclusión Medidas temporales:2029 Medidas permanentes: 2084

Factor	Impactos	Duración del impacto	Medidas de prevención	Medidas de mitigación	Indicadores de éxito de las medidas	Periodo de inicio y conclusión de las medidas
	encuentra muy fragmentada con construcciones en los alrededores lo que ha ocasionado el retiro de la fauna hacia áreas más conservadas. No se identificaron impactos adversos significativos		inmediata en áreas aledañas con vegetación Se capacitó al personal encargado de las actividades en la etapa de construcción sobre los cuidados que debían tener de la fauna en caso de ser encontrada durante la ejecución de las actividades			
Paisaje	Se identificaron impactos adversos no significativos en la homogeneidad por la excavación y cimentación, ya que estas actividades romperán la continuidad del paisaje, siendo importante aclarar que el predio se encuentra en un área altamente fragmentada y en el interior ya ha sido modificada por lo que fue sancionado por la PROFEPA, buscando la promovente la regularización de su predio a través del presente estudio. Se identificaron los mismos impactos en apariencia visual la cual también se verá afectada por las estructuras, andadores, ya que estas obras son ajenas al paisaje natural	Permanente	Delimitación de las áreas de construcción para no afectar áreas circundantes	Reforestación y conservación del 60 % de la superficie del predio lo cual favorecerá el paisaje	60 % del predio cómo área de conservación	Inicio: 2016 Conclusión Medidas temporales:2029 Medidas permanentes: 2084

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Cuadro VI.3 Medidas de Prevención y Mitigación de Impactos Adversos Significativos y No Significativos en la Etapa de Operación y Mantenimiento

Factor	Impactos	Duración del impacto	Medidas de prevención	Medidas de mitigación	Indicadores de éxito de las medidas	Periodo de inicio y conclusión de las medidas
Aire	Se detectó un impacto adverso no significativo en la calidad del aire por el mantenimiento general de áreas con vegetación por el uso de podadoras u otros equipos que emiten emisiones al ambiente	Permanente	Mantenimiento constante de podadoras y equipos para que las emisiones sean mínimas	Conservación del 60 % de la superficie del predio con vegetación nativa siendo una de sus funciones la captura de las emisiones al ambiente	60 % del predio conservado con existencia de vegetación nativa	Inicio: 2016 Conclusión: 2084
Agua	Se identificaron impactos adversos no significativos a la calidad del agua superficial y subterránea por los desechos generados en cocina, baños y limpieza de instalaciones en general, así como por el mantenimiento de áreas verdes por el uso de podadoras y otros equipos que manejan aceites y combustibles	Permanente	Mantenimiento constante de la red sanitaria y BIOTAR para evitar fuga de aguas residuales Para evitar la contaminación del agua por infiltración, en el mantenimiento de las áreas verdes se utilizarán productos biodegradables y su uso será lo mínimo posible dando mantenimiento manual o con podadoras ya que la superficie es pequeña, combatiendo plagas mediante podas y fertilizando con composta Depósito de envases en contenedores para su posterior entrega al H. Municipio de Bacalar para su disposición final	Disposición de residuos de acuerdo a la normatividad	Funcionamiento óptimo de la red sanitaria y calidad del agua en los niveles permitidos	Inicio: 2016 Conclusión: 2084
Suelo	Se consideran impactos adversos no significativos en el relieve y en sus características Físico-Químicas por la remoción de suelo por actividades de mantenimiento del sistema eléctrico, hidraúlico y sanitario y en las características físico-químicas por las actividades de mantenimiento general de áreas con y sin vegetación por el uso de podadoras (aceites y combustibles) o sustancias así como por la generación de residuos sólidos y líquidos en la etapa de operación	Permanente	Se tendrán identificadas las áreas de cableado y tubería subterránea para que las actividades de mantenimiento se realicen en las áreas específicas y las afectaciones sean puntuales Para evitar la contaminación del suelo por el mantenimiento de las áreas verdes, se utilizarán productos biodegradables y su uso será lo mínimo posible dando mantenimiento manual o con podadoras ya que la superficie es pequeña, combatiendo plagas mediante podas y fertilizando con composta Los envases de plaguicidas, fertilizantes y herbicidas serán depositados en contenedores para su posterior entrega al H. Municipio de Bacalar para que los trasladen al sitio	Reacomodo de suelo terminadas las actividades de mantenimiento Política de bajo impacto que entre sus acciones contempla la reducción de consumos, residuos, reúso y reciclaje	Áreas de tuberías y cableado subterráneo con cubierta edafológica Contenedores de basura en áreas estratégicas del predio Áreas libre de envases y residuos contaminantes	Inicio: 2016 (Lo existente) y 2024 (Las actividades a realizar como contratar los servicios de energía eléctrica, agua potable, continuar sistema sanitario y colocación del BIOTAR) Conclusión: 2084

			de disposición final dispuesto Colocación de letreros para prohibir tirar basura, colocar la basura en su lugar y separar la basura usando los contenedores etiquetados			
Flora	Únicamente se consideran impactos adversos no significativos por mantenimiento general de áreas con y sin vegetación ya que estas últimas serán permanentes	Permanente	Colocación de letreros para no dañar flora y fauna	Mantener la cobertura vegetal en las áreas de conservación Evitar la introducción de especies exóticas	Cumplimiento de las leyes y reglamentos en materia de equilibrio ecológico, medio ambiente y recursos naturales, entre otros	Inicio: 2016 y 2024 (Colocación de letreros) Conclusión: 2084
Fauna	Se identificaron impactos adversos no significativos por las actividades de mantenimiento en las áreas sin vegetación ya que será permanente disminuyendo los espacios de esparcimiento de la fauna, sin embargo, el mantenimiento de las áreas de conservación favorecerá espacios de refugio y alimentación para fauna menor y aves	Permanente	Respetar las áreas con obras sin ampliar éstas más allá de lo solicitado Se tendrá cuidado de no dañar fauna menor que se encuentre en la etapa de operación y mantenimiento.	Conservación del 60 % de la superficie del predio con vegetación nativa que funja como refugio y alimentación para fauna menor y aves	60 % del predio conservado con existencia de vegetación nativa	Inicio: 2016 Conclusión: 2084
Paisaje	Se detectaron impactos adversos no significativos en la homogeneidad por las actividades de mantenimiento en general de áreas sin vegetación ya que esto impedirá la regeneración de la vegetación en éstas durante el tiempo de vida útil del proyecto	Permanente	Respetar las áreas con obras sin ampliar éstas más allá de lo solicitado	Conservación del 60 % de la superficie del predio con vegetación nativa	60 % del predio conservado con existencia de vegetación nativa	Inicio: 2016 Conclusión: 2084

Como puede observarse en los cuadros anteriores, todos los impactos negativos en sus distintas etapas son susceptibles de ser prevenidos, mitigados o compensados.

VI.2 Programa de vigilancia ambiental

De acuerdo con las posibilidades y obligaciones de la promovente se propone el siguiente programa de vigilancia ambiental:

Objetivos y alcance

El objetivo de este programa será el de evaluar periódicamente las actividades del proyecto y las condiciones ambientales en sus etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cumplimiento de indicadores y programas para evaluar y en su caso prevenir, minimizar o mitigar afectaciones al ambiente.

Las acciones a realizar son:

- Recorridos permanentes en el área del proyecto para verificar visualmente el cumplimiento
- Llevar una bitácora de registros en los mantenimientos preventivos, correctivos, de tecnologías empleadas para el control de los residuos, reparaciones a sistemas y equipos, así como para el control de malezas o fauna nociva
- Llevar una memoria fotográfica de avances y cumplimientos
- Integrar un expediente de seguimiento ambiental
- Recabar, integrar y analizar información para entregar los informes de seguimiento ambiental
- Atender las visitas y las inspecciones de las autoridades ambientales correspondientes
- Dar seguimiento a compromisos de este instrumento, los programas ambientales y el resolutivo
- Mantener comunicación permanente con todos los actores, incluyendo, pero no limitado al responsable de obra, el promovente y las autoridades correspondientes.
- Llevar bitácoras mensuales de control de cada tipo de residuos generados, así como fotografías de los mismos y reportes de sus destinos finales.

Líneas estratégicas

A continuación, se describen a detalle las acciones a realizar o en su defecto, realizadas para cada línea estratégica según el factor, identificando la etapa en la que será u ha

sido aplicada (Preparación de sitio, Construcción, Operación o Mantenimiento) y del tipo de medida (Preventiva, Mitigación o de Compensación).

Cuadro VI.4. Acciones de prevención, control, mitigación o compensación de impactos en el aire

FACTOR AMBIENTAL: AIRE **P:** Preventiva**; M:** Mitigación**; C:** Compensación **1:** Preparación del Sitio**; 2.** Construcción**; 3.** Operación y Mantenimiento						
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA / ACCIÓN	**TIPO DE MEDIDA**			**ETAPA DE APLICACIÓN**		
	P	**M**	**C**	**1**	**2**	**3**
Los vehículos utilizados se encontraban en buenas condiciones con sistemas de escape adecuados para evitar la emisión de ruido y gases por encima de lo permitido	X			X		
Se colocaron tapiales perimetrales para delimitar las áreas a desmontar disminuyendo la dispersión de polvo	X			X		
Se instruyó al personal para evitar la generación de ruido con estéreos y otros equipos de audio	X			X		
Se cumplió con los límites máximos permisibles de ruido que establecen las normas NOM-080-SEMARNAT-1994 y la NOM-081-SEMARNAT -1994	X				X	
Se trabajó en horarios diurnos en un turno máximo de 10 horas para evitar el ruido en horarios nocturnos	X				X	
Las actividades se suspendían bajo condiciones climáticas adversas como viento fuerte	X				X	
Se realizó riego constante para evitar partículas suspendidas en el aire por actividades de construcción	X				X	
Mantenimiento constante de podadoras y equipos para que las emisiones sean mínimas		X				X
Se reforestará en el 60 % de la superficie del predio		X	X			X

Cuadro VI.4. Acciones de prevención, control, mitigación o compensación de impactos en el suelo

FACTOR AMBIENTAL: SUELO **P:** Preventiva**; M:** Mitigación**; C:** Compensación **1:** Preparación del Sitio**; 2.** Construcción**; 3.** Operación y Mantenimiento						
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA / ACCIÓN	**TIPO DE MEDIDA**			**ETAPA DE APLICACIÓN**		
	P	**M**	**C**	**1**	**2**	**3**
El retiro de la vegetación se realizó de forma gradual para evitar erosión por suelo desnudo	X			X		
Se realizaron riegos periódicos en las zonas con suelo descubierto de vegetación con la finalidad de evitar la erosión eólica	X			X		
Quedó prohibida la micción y defecación al aire libre	X			X		
Se prohibió tirar envases con residuos en el predio, colocando contenedores para la colecta de basura	X			X	X	X
La maquinaria y equipos utilizados contaron con el mantenimiento preventivo que permitió la operación óptima y segura de todos sus componentes	X			X		

La recarga de combustibles y lubricantes se realizó fuera del predio	X			X		
Las obras y actividades se realizaron únicamente en el espacio designado para los elementos constructivos	X				X	
La preparación de los materiales de construcción se realizó sobre las mismas áreas dónde realizaron las construcciones	X				X	
Se evitaron derrames de productos químicos al suelo para evitar su contaminación	X				X	
Las instalaciones de las redes eléctricas, hidráulicas y sanitarias se realizarán de acuerdo a los planos del proyecto cuidando no dañar zonas aledañas	X				X	
Se tendrán identificadas las áreas de cableado y tubería subterránea para que las actividades de mantenimiento se realicen en las áreas específicas y las afectaciones sean puntuales	X					X
Uso de productos biodegradables en caso de combate de plagas y enfermedades de la vegetación	X					X
Política de bajo impacto que entre sus acciones contempla la reducción de consumos, residuos, reúso y reciclaje	X					X
Conservación del 60 % del predio con vegetación nativa		X	X			X
El suelo extraído fue dispersado en las áreas de conservación		X			X	
Aprovechamiento y triturado de material vegetal para usarlo como capa protectora del suelo en las áreas de conservación		X		X		
Disposición de residuos de acuerdo a la normatividad						
Política de bajo impacto que entre sus acciones contempla la reducción de consumos, residuos, reúso y reciclaje		X				X
Colocación de letreros para prohibir tirar basura, colocar la basura en su lugar y separar la basura usando los contenedores etiquetados	X					X

Cuadro VI.5. Acciones de prevención, control, mitigación o compensación de impactos en el agua

FACTOR AMBIENTAL: AGUA						
P: Preventiva**; M:** Mitigación**; C:** Compensación **1:** Preparación del Sitio**; 2.** Construcción**; 3.** Operación y Mantenimiento						
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA / ACCIÓN	**TIPO DE MEDIDA**			**ETAPA DE APLICACIÓN**		
	P	**M**	**C**	**1**	**2**	**3**
Retiro gradual de la vegetación para disminuir escurrimientos	X			X		
Se prohibió la micción y defecación al aire libre	X			X		
Se evitó el uso excesivo del agua durante el desarrollo del proyecto	X				X	

FACTOR AMBIENTAL: AGUA						
P: Preventiva**; M:** Mitigación**; C:** Compensación **1:** Preparación del Sitio**; 2.** Construcción**; 3.** Operación y Mantenimiento						
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA / ACCIÓN	**TIPO DE MEDIDA**			**ETAPA DE APLICACIÓN**		
	P	**M**	**C**	**1**	**2**	**3**
Se evitó cualquier contaminación de las aguas subterráneas, ocasionadas por fugas de lubricantes y combustibles, por lo que no se permitió hacer ninguna reparación de los vehículos y maquinaria, y se vigiló su mantenimiento para que se encontraran en buen estado	X				X	
Reducción de la contaminación del agua superficial con partículas producto de la materia orgánica del suelo por arrastre, para ello se evitó desmontar y despalmar en época de lluvias, en caso contrario, se evitó el desmonte en días lluviosos.	X					
Las edificaciones se realizaron de acuerdo a los planos del proyecto cuidando no dañar zonas aledañas					X	
La preparación de los materiales de construcción se realizó sobre las mismas áreas dónde realizaron las construcciones					X	
Se evitaron derrames de productos químicos al suelo para evitar su infiltración al manto freático					X	
Política de bajo impacto que entre sus acciones contempla la reducción de consumos, residuos, reúso y reciclaje					X	
Se evitará el uso excesivo del agua durante el desarrollo del proyecto					X	X
Sistema BIOTAR para tratamiento de las aguas residuales	X			X	X	X
Mantenimiento constante de la red sanitaria y biodigestores para evitar fuga de aguas residuales	X					X
Uso de productos biodegradables	X					X
Depósito de envases en contenedores para su posterior entrega al H. Municipio de Bacalar para su disposición final	X			X	X	X
Conservación del 60 % del predio con vegetación nativa		X	X			X
Rehabilitación de espacios y reposición de vegetación en las áreas circundantes afectadas indirectamente		X				X

Cuadro VI.6. Acciones de prevención, control, mitigación o compensación de impactos en la flora

FACTORES BIOTICOS						
P: Preventiva**; M:** Mitigación**; C:** Compensación **1:** Preparación del Sitio**; 2.** Construcción**; 3.** Operación y Mantenimiento						
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA / ACCIÓN	**TIPO DE MEDIDA**			**ETAPA DE APLICACIÓN**		
	P	**M**	**C**	**1**	**2**	**3**
Delimitación de las áreas de cambio de uso de suelo	X			X		
Conservación de árboles dispersos en el predio	X			X		
Marcaje de arbolado a eliminar	X			X		
Evitar la introducción de especies exóticas	X			X		X
Delimitación de las áreas de construcción para no afectar áreas circundantes	X				X	
Las edificaciones, se realizaron de acuerdo a los planos del proyecto cuidando no afectar zonas aledañas	X				X	
Colocación de letreros para no dañar flora y fauna	X					X
Reforestación en el 60 % de la superficie del predio con especies nativas		X				X
Evitar la introducción de especies exóticas		X				X

Cuadro VI.7. Acciones de prevención, control, mitigación o compensación de impactos en la fauna

FACTORES BIOTICOS						
P: Preventiva**; M:** Mitigación**; C:** Compensación **1:** Preparación del Sitio**; 2.** Construcción**; 3.** Operación y Mantenimiento						
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA / ACCIÓN	**TIPO DE MEDIDA**			**ETAPA DE APLICACIÓN**		
	P	**M**	**C**	**1**	**2**	**3**
Se generó ruido en niveles suficientes para ahuyentar a la fauna	X			X		
Se tuvo cuidado de no dañar fauna pequeña que se encuentrara al momento de realizar las actividades	X			X	X	X
Prohibición a los trabajadores de capturar, molestar o cazar a la fauna que pudiera encontrarse en el predio.	X			X	X	X
Mantenimiento de fauna en condiciones apropiadas hasta su reubicación	X			X		
Se capacitó al personal encargado de las actividades en las diversas etapas del proyecto sobre los cuidados que deben tener de la fauna en caso de ser encontrada durante la ejecución de las actividades	X			X	X	X

FACTORES BIOTICOS						
P: Preventiva**; M:** Mitigación**; C:** Compensación **1:** Preparación del Sitio**; 2.** Construcción**; 3.** Operación y Mantenimiento						
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA / ACCIÓN	**TIPO DE MEDIDA**			**ETAPA DE APLICACIÓN**		
	P	**M**	**C**	**1**	**2**	**3**
Reforestación y conservación del 60 % de la superficie del predio		X				X

Cuadro VI.8. Acciones de prevención, control, mitigación o compensación de impactos en el paisaje

FACTORES BIOTICOS						
P: Preventiva**; M:** Mitigación**; C:** Compensación **1:** Preparación del Sitio**; 2.** Construcción**; 3.** Operación y Mantenimiento						
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA / ACCIÓN	**TIPO DE MEDIDA**			**ETAPA DE APLICACIÓN**		
	P	**M**	**C**	**1**	**2**	**3**
Delimitación de las áreas de construcción para evitar dañar otras áreas	X			X	X	
Conservación de arbolado disperso en el predio	X			X		
Reforestación en el 60 % de la superficie del predio con especies nativas		X				X
Respetar las áreas con obras sin ampliar éstas más allá de lo solicitado	X					X
Conservación del 60 % de la superficie del predio con vegetación nativa		X				X

VI.3 Seguimiento y control

La estrategia de seguimiento y control de las medidas de prevención y mitigación propuestas se realizará a través de un listado, diseñado específicamente para este propósito. Estos listados se presentan a continuación, indicando las medidas aplicables para la etapa de operación y mantenimiento (ya que las etapas de preparación y construcción ya han sido ejecutadas), así como un espacio para evaluación de cumplimiento y observaciones en caso de que las medidas resulten insuficientes o inadecuadas.

Cuadro VI.9. Seguimiento y control de medidas de prevención y mitigación en la etapa de Operación y Mantenimiento

ETAPA: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			
FECHA:			
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA / ACCIÓN	**CUMPLIMIENTO**		**OBSERVACIONES**
	SI	**NO**	
ASUNTOS QUE REQUIEREN ATENCIÓN PRIORITARIA:			

Como se puede observar, en el formato se presenta además un apartado para comentarios de asuntos que requieran atención o impactos no previstos en el estudio.

VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

El proyecto "Aquí es Huaye" contempla costos por el desarrollo de cada etapa incluyendo las medidas de prevención como se muestra en el siguiente cuadro. No aplica para el proyecto montos para fianzas.

Cuadro VI.10. Costos del proyecto con medidas de prevención y mitigación

Concepto	Costo anual ($)	Costo a 50 años ($)
Actividades Previas	$ 142,706.30	$ 142,706.30
Preparación del sitio	$ 13,500.00	$ 13,500.00
Costos de construcción	$ 604,160.48	$ 604,160.48
Operación y mantenimiento	$ 27,740.00	$ 1,387,000.00
Medidas de prevención, mitigación y compensación	$ 17,500.00	$ 17,500.00

Total	**$ 805,606.78**	**$ 2,164,866.78**

CONCLUSION

Se realizó la evaluación de los impactos al ambiente de manera rigurosa. En la etapa de preparación del sitio los impactos ambientales relevantes estuvieron relacionados principalmente con las afectaciones a los factores y servicios ambientales por la remoción de la vegetación y nivelación del suelo, sin embargo son de baja intensidad, de carácter puntual, se manifiestan de manera inmediata y su persistencia es fugaz o temporal y cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencia en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación, por la zona en donde se ubica el predio, son de efecto directos e indirectos y reversibles a mediano plazo, además de ser mitigables.

Con respecto a la etapa de construcción, los impactos registrados, así como las medidas de prevención y mitigación, están relacionados con un área perturbada con edificaciones a los costados y cercana a la carretera federal Bacalar- Buenavista. Las obras de construcción en una superficie de 0.1076 ha podría provocar la fragmentación de hábitats, aunque a nivel de predio dadas las características del área en la que se encuentra, afectación de la calidad y nivel del agua subterránea del agua, así como, la alteración de los servicios ambientales y medio biótico del predio, aunque dichos impactos son de intensidad baja a moderada de extensión puntual (predio), de corto plazo, de efecto directo, en su totalidad mitigables.

En la etapa de operación y mantenimiento los impactos identificados están relacionados con la generación de aguas residuales, producción de residuos sólidos y obras de mantenimiento que requieren remoción de suelo por tuberías o cableado subterráneo, haciendo hincapié que los posibles daños han sido previstos por lo que se tomarán las medidas necesarias para que no haya afectaciones al ambiente.

Asimismo, se advierte que no se afectan ni se interfiere en procesos biológicos de especies de difícil regeneración, es decir aquellas que son vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción; no se determina la posibilidad de que ocurra inminente daño ambiental a consecuencia del presente proyecto; no se espera un daño grave al ecosistema, toda vez que la superficie solicitada es baja con solo 0.1076 ha y ésta ha sido modificada a través del tiempo contando actualmente con edificaciones y frutales, proponiendo en el presente, medidas de mitigación, procurando mantener el equilibrio en todo el desarrollo del proyecto a través del tiempo.

Como ya se mencionó, el proyecto no se considera causal de desequilibrio ecológico grave en el sentido de que provoque alguna alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas costeros, ni sobre la vegetación de humedales; así mismo, se realiza acorde a los usos de suelo permitidos en la zona.

CAPITULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

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

INDICE

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto 1
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto sin medidas de mitigación 4
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación 8
VII.4 Pronóstico ambiental 12
VII.5 Evaluación de alternativas 12
VII. 6 Conclusiones 15

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

Con base en los datos y apegado a los instrumentos de ordenamiento territorial aplicables a la zona se plantean los siguientes escenarios para el área donde se desarrolla el proyecto, contemplando los tres escenarios posibles que se podrían presentar, 1) escenario en caso de no llevarse a cabo el proyecto, 2) de ser aplicado el proyecto sin medidas de mitigación y 3) de ser aplicado el proyecto con medidas de mitigación.

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

De manera autónoma el sistema ambiental del área del impacto donde se pretende desarrollar el proyecto "**Aquí es Huaye**" se encuentra ubicado en el conjunto predial conformado por los solares 07 y 08 ubicados sobre el camino costero del Boulevard Aarón Merino Fernández de la Manzana uno, Zona cinco del poblado Aarón Merino Fernández, Municipio de Bacalar Estado de Quintana Roo, a 200 metros de terracería del lado derecho de la carretera federal Libre No. MEX-307 Chetumal-Cancún. El acceso principal al área del Proyecto es avanzando 5.19 km al noroeste del centro poblacional de Bacalar sobre la carretera Federal Libre No. MEX-307 Chetumal-Cancún después tomar un camino de terracería y avanzar 200 m hasta llegar al predio cuya superficie total de acuerdo al levantamiento topográfico es de 6,247.49 m^2.

La delimitación del SA (Sistema Ambiental) para el presente proyecto fue realizada por medio de la cuenca de clave "A" (Bahía de Chetumal y Otras), y a la vez, dentro de ésta, la subcuenta de clave "C" (Bahía de Chetumal). El sistema ambiental ocupa una superficie de 39,579 km^2 dentro está el proyecto que tendrá su influencia y además será el marco de referencia para la identificación y evaluación de los impactos generados en las actividades de cada una de las etapas, así como la propuesta de medidas de mitigación, asegurando que con su implementación se reduzcan sus efectos (Figura VII.1).

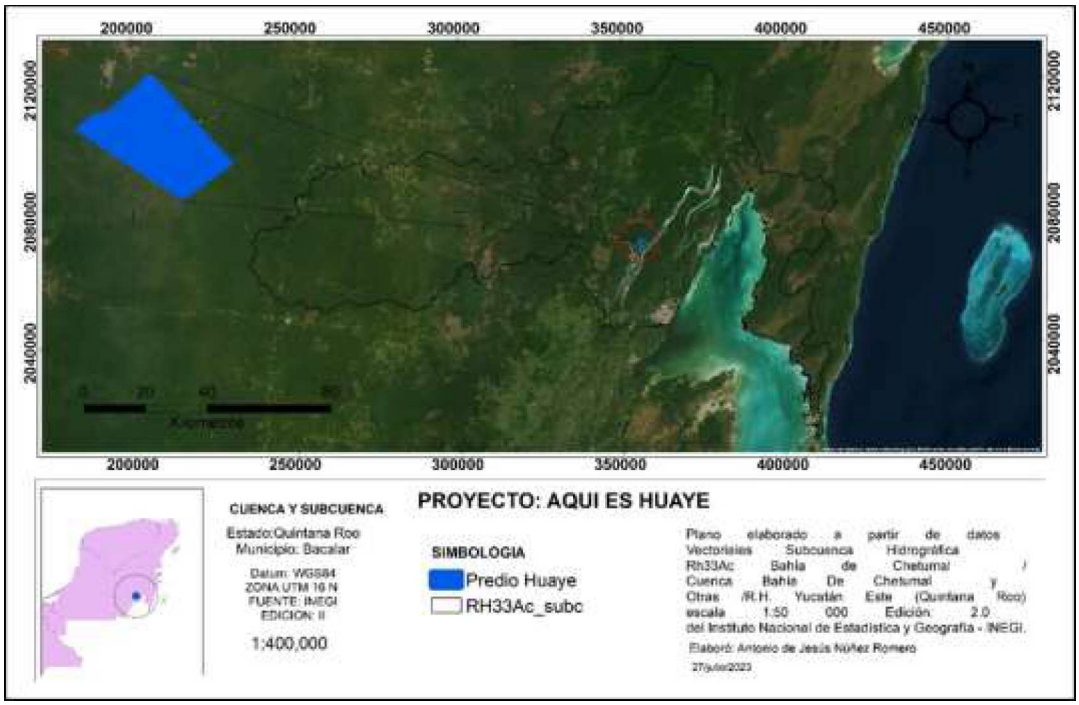


Figura VII.1. Trazo del sistema ambiental, dentro del cual se encuentra circunscrito el predio del proyecto

Señalando de manera mas puntual, por la ubicación del conjunto predial lo sitúa con referencia a la UGA Tu-7 del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial Laguna de Bacalar, Quintana Roo, México, de nombre Costa Bacalar Norte, con Política de Conservación, uso predominante Turismo hotelero intensivo y usos compatibles de turismo alternativo y equipamiento, en esta zona prevalecen las mismas condiciones generales de la península de Yucatán, pero con modificaciones de importancia en lo que respecta a la cobertura vegetal.

Con este enfoque se puede establecer de acuerdo a los antecedentes de la zona, siguiendo la dinámica normal del desarrollo natural de sistema ambiental, lo siguiente:

En el sistema ambiental delimitado predomina dos tipos de vegetación siendo la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia la dominante, con árboles que

pierden de 25% a 50% de sus hojas durante la estación seca del año. Entre otras cualidades, estas selvas presentan una elevada resiliencia, pues son capaces de restablecerse a pesar de las perturbaciones que continuamente las han afectado y las afectan, sobre todo los huracanes.

Debido a la ubicación del área de impacto del proyecto, la vegetación del Sistema Ambiental fue intensamente dañada por los efectos del huracán Gilberto, mismo que azotó la región durante septiembre de 1988 y Wilma (2005). Como resultado de este evento, el paisaje en la región es correspondiente con comunidades en procesos de recuperación natural, por lo que existe una predominancia de especies jóvenes y en plena etapa de crecimiento.

En cuanto a las actividades antropogénicas se ha manifestado de manera muy marcada, en esta zona, a diferencia de otras zonas del estado y del país, un crecimiento demográfico acelerado durante los últimos años.

La dinámica sociodemográfica es tal que han generado cambios en las condiciones naturales del paisaje, de tal manera que la calidad ambiental del área de estudio se ha visto influenciada por dicha dinámica y como resultado de ello la vegetación primaria ha sido sustituida por vegetación secundaria en las áreas circundantes a la conurbación, dicho sea de paso, que el predio se encuentra ubicado en las afueras del desarrollo urbano de la localidad Bacalar aproximadamente a 5.19 k m al noroeste del centro poblacional.

En el caso del agua, existe poco aprovechamiento de aguas superficiales y básicamente su aprovechamiento es para actividades recreativas, entonces el subsuelo se convierte en la única fuente permanente de agua dulce que posee la región; de aquí se desprende la importancia vital del agua subterránea en la región, siendo el recurso que complementa a las aguas pluviales en la práctica de la agricultura y el que sustenta el desarrollo de los demás sectores.

En este sentido se espera el incremento de proyectos de bajo impacto y de tipo habitacional como el que se presenta en este estudio, que se integran al entorno del sistema ambiental

con impactos progresivos de magnitud media en su conjunto, negativos por desplazamiento de suelo y perdida de vegetación y hábitat, dentro del sistema ambiental donde se ubica el proyecto.

De lo anterior se concluye entonces que, en el escenario SIN proyecto, la tendencia de crecimiento y desarrollo de conjuntos turísticos de baja escala y de bajo impacto continuará en el sistema, incrementando la presión sobre la zona que tiene buen estado de conservación, pero se encuentra fragmentada por las obras y actividades antropogénicas que ya existen en el área, Por tal motivo se han elaborado instrumentos que permitan ordenar el uso del suelo de acuerdo a su aptitud y capacidad de carga, de este modo, el predio se encuentra inmerso en la UGA Tu-7 que corresponde a Turismo hotelero intensivo por lo que el área está destinada a la implementación de proyectos con modificaciones al ambiente con o sin proyecto.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto sin medidas de mitigación

El proyecto tiene efecto directo sobre el medio terrestre. El escenario ambiental es que el proyecto ha ocasionado impactos puntuales de muy baja intensidad por sus dimensiones, por lo que tales impactos no modifican el sistema ambiental en el que se ubica.

El proyecto como tal tiene un impacto en el paisaje, sin embargo, el conjunto de las estructuras del proyecto "Aquí es Huaye" coincide con el tipo de imagen y diseño deseable para el desarrollo de la zona. En este sentido las estructuras coinciden en general con la armonía paisajística que se pretende para la región.

Este proyecto no tiene como fin brindar algún producto o servicio, ya que se trata de una casa habitación para la promovente y su familia. En el **proyecto no se contempla la remoción de árboles que aún permanecen en el predio, ya que la obra se desplantará sobre una plataforma antiguamente conformada,** por lo que la solicitud del presente estudio es para la regularización de las obras que ya han sido sancionadas, así como para

las actividades a realizar en el conjunto predial que consiste en la construcción de un espacio de convivencia familiar enmarcado con la naturaleza en el marco de sustentabilidad, haciendo que se disfrute su estancia en convivencia con la naturaleza del sitio.

La vivienda está asentada sobre un cimiento de mampostería, los elementos estructurales están conformados por zapatas, dados, columnas, trabes y cadenas de concreto armado, los muros están conformados por elementos de block hueco asentados con mortero, la losa se realizó a base de vigueta y bovedilla.

Las instalaciones hidráulicas y sanitarias emplearán tubería PVC y CPVC, las instalaciones eléctricas incluirán tubería Conduit PVC pesado 16, 21 y 27 mm de Diam., cable thw cal. #10, cable desnudo cal. #12, cable de seguridad de acero cal 3/16 y luminarias LED.

El efecto acumulativo CON el proyecto en la pérdida de cobertura de la vegetación se considera puntual y no tendrá influencia significativa en el sistema ambiental.

La operación del proyecto no generará ingresos, ya que las instalaciones están destinadas para su habitación permanente por parte de la promovente y familia. La promovente cuenta con los recursos económicos para solventar los gastos de mantenimiento, por lo que con la construcción de esta casa habitación se generaron empleos para la construcción, y se generarán empleo para el mantenimiento de la misma, generando derrama económica para beneficio a familias de la comunidad.

El efecto acumulativo CON el proyecto en la pérdida de cobertura de la vegetación se considera puntual y no tendrá influencia significativa en el sistema ambiental, considerando que parte del predio carece de cobertura forestal arbórea la cual fue removida en años anteriores, ya que al momento de adquirir el predio (año 2000) este ya contaba con una estructura de una palapa, una escalera que da hacia la laguna, dos letrinas y la entrada con una cimentación vieja, por lo que una vez formalizada la tenencia, la promovente procedió

a la construcción de las obras sancionadas para las que se solicita su regularización mismas que corresponden a **1)** Una casa en un nivel con 4 cuartos, 4 baños, sala y comedor construida con material de block, cemento y cimentación de mampostería, en una superficie de desplante de 452 $m^{2,}$ en forma de herradura; colindante a la casa habitación un anexo con material de block y cemento en una superficie de desplante de 70 m^2 (14 metros de longitud por cinco metros de ancho), habilitado como bodega y cochera, al interior de ésta se encuentra una fosa séptica en una superficie de 12.50 m^2 (5 m de longitud por 2.50 m de ancho) misma que cuenta con dos registros, siendo una fosa ecológica donde la materia pesada queda en el fondo y las más ligeras pasan a otro compartimento donde son tratadas e utilizadas como aguas grises; en el costado norte de la casa una construcción de concreto en una superficie de 16.53 m^2 (5.70 metros de longitud por 2.90 metros de ancho) arriba del primer nivel, habilitado como mirador. De acuerdo a la medición en campo la superficie total de la vivienda es de 537.1345 m^2; **2)** Un esqueleto de postes de madera, con piso de cemento sobre una superficie de desplante de 45 m^2 (9 metros de longitud por 5 metros de ancho), con murete perimetral. La medición corregida es de 47.70 m^2; **3)** Un baño con dos letrinas construido con material de concreto en un superficie de desplante de 6 m^2, (3 metros de longitud por 2 metros de ancho), que por sus características físicas se puede observar que no es reciente. La superficie corregida es de 6.2752 m^2; por debajo se encuentra una fosa hermética para retener las descargas, este baño se encuentra inhabilitado actualmente; **4)** Un esqueleto de una palapa orientada hacia la laguna, construida con postes de madera y piso de cemento en una superficie de desplante de 30 m^2 (6 metros de longitud por 5 metros de ancho). La superficie corregida es de 26.97 m^2; **5)** Un muro de contención en forma de herradura con características de no reciente colindante a la palapa del numeral cuatro, construido con mampostería con una longitud de frente de 6.50 m x 2.50 m en su costado sur y 10 m en su costado norte, con un ancho de 30 cm de ancho y una altura de 80 cm; **6)** Un muro de contención, paralelo al muro de contención del numeral cinco, construido con material de mampostería con características de no reciente, en una longitud de frente de 19 m y en su costado sur 10 m, con un ancho de 30 cm y una altura de 70 cm; **7)** Un muro de contención con características de no reciente, posterior a los

muros ya descritos, construido de mampostería en una longitud de frente de 6 m, con un ancho de 30 cm y una altura de 60 cm. En forma paralela a este muro, se encuentra otro muro de contención con características de no reciente en una longitud de frente de 18 m con un ancho de 30 cm y una altura de 70 cm. Entre ambos muros de contención se ubica un camino a la laguna con suelo natural adaptado con rolitos de cemento (pequeños cilindros de cemento) para facilitar el acceso a la laguna en una longitud estimada de 22 m por un ancho de 4 m; **8)** Un muro de contención continuo al muro descrito y al margen de la laguna construido con material de mampostería con características de no reciente, en una longitud de frente de 18 m y en su costado sur de 11.5 m, con un ancho de 30 centímetros y una altura 80 centímetros. A continuación, en forma paralela otro muro de mampostería con características de no reciente, en una longitud de frente de 5 m y en su costado norte 11.5 m por 30 cm de ancho y una altura de 80 cm. Entre ambos muros de contención un camino a la laguna con escalinatas de mampostería en una longitud de 11.5 m por un ancho de 4 a 6 m. **9)** Un andador (rampa) que une la parte posterior del predio con la parte inferior hasta el camino formado con los cilindros de cemento con una superficie total de 302.0337 m^2, cabe aclarar que el área ha estado sujeta a cambios bruscos por fenómenos naturales y antropogénicos a través de los años encontrando en el terreno pasto de jardín, plantas ornamentales, frutales como naranja, mandarina, limón, pitahaya y coco en el costado sur de la casa. En este sentido, dado que ya existen obras que datan de años anteriores al 2000, la vegetación ya ha sido perturbada, de igual manera el uso de suelo de acuerdo al POET de Laguna de Bacalar es para Turismo hotelero intensivo, por lo que la vegetación está destinada a sufrir modificaciones. Con respecto a impactos que podrían afectar al ecosistema por las obras propuestas y por la puesta en marcha del proyecto si no existieran medidas de prevención y mitigación sobresale la generación de aguas residuales que contaminarían el manto freático y por ende el cuerpo de agua colindante al predio. De igual manera la generación de residuos sólidos contaminaría el suelo y el cuerpo de agua por arrastre durante la época de lluvias. Existiera riesgo de contaminación de suelo y agua si no hubiera control de los productos de limpieza y mantenimiento tanto en áreas cerradas como áreas verdes. Durante la etapa constructiva existió riesgo de contaminación

de suelos y agua por derrame de aceites y combustibles, contaminación del aire por los gases de los escapes sin mantenimiento adecuado, dispersión de polvos, entre otros.

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

Como se ha mencionado anteriormente, en el predio ya han sido construidas obras por lo que se presenta la propuesta con motivo de regularización, se describe el escenario con el proyecto considerando las medidas de mitigación desde un marco real.

Los principales impactos a la flora fueron en la cobertura, volumen forestal, composición y diversidad ya que se retiró prácticamente toda la cobertura arbórea dejando algunos árboles dispersos, las medidas de prevención consistieron en la delimitación de las áreas de construcción para la conservación de arbolado disperso y como medida de mitigación la siembra de pasto de jardín para cobertura del suelo en las áreas verdes. Los principales impactos en suelo son los relacionados con cambios en su estructura y composición. Para prevenir los impactos al suelo el retiro de la vegetación se realizó gradualmente para evitar dejar suelo desnudo, asimismo se conservaron árboles dispersos para la retención de suelo. Durante la operación y mantenimiento se propone la reducción en la generación de residuos sólidos y por otra parte el manejo separado de residuos orgánicos e inorgánicos, para la producción de composta y reposición del suelo en la zona del proyecto alrededor del área impactada.

Los impactos en el agua por generación de residuos tanto en consumo como en descarga, serán reducidos por medio de un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas. Con este sistema los residuos líquidos producidos, son conducidos a través de tuberías de PVC, hasta su disposición en un sistema BIOTAR que provee un ambiente controlado para que se realice el proceso de tratamiento de aguas residuales. Está diseñado para operar como una planta de tratamiento Aeróbico-facultativa, sin electricidad, con este sistema es posible prevenir la contaminación de mantos freáticos (suelo y agua).

Por otra parte, el grado de afectación se plantea en función de la disminución del valor ambiental como resultado de la ejecución de actividades para la construcción del desarrollo

inmobiliario en ecosistema costero en una superficie de 0.624749 ha (6,247.49 m^2), en comparación con la disponibilidad del recurso forestal en la cuenca y consecuentemente de la disponibilidad del servicio ambiental dentro del sistema, el proyecto representa solamente el 0.0000158% del total de la superficie del Sistema Ambiental.

En general en el área de influencia del Proyecto, se puede concluir que existe un tipo de vegetación en un estado frágil, sin embargo, cuenta con una alta capacidad de resiliencia, característica que comparte con el entorno eco-sistémico en general. Lo anterior se evidencia ante la presencia de los distintos fenómenos meteorológicos severos que han impactado el área, después de los cuales se observa una rápida recuperación y asimilación de los impactos.

Considerando lo anterior, el Proyecto **"Aquí es huaye"** puede ser considerado de baja capacidad, su operación consiste básicamente en actividades de administración, mantenimiento general de instalaciones y jardinería, en tanto que el tipo de actividad estaría limitado a vivienda familiar.

El proyecto tiene efecto directo sobre el medio terrestre. El escenario ambiental que prácticamente es una realidad, es aquel en el que el proyecto ocasiona impactos puntuales de baja intensidad por sus dimensiones, por lo que tales impactos no modifican el sistema ambiental en el que se ubica.

Los factores ambientales con mayor afectación por el proyecto son el suelo, agua y flora. El suelo ha sido impactado de manera definitiva en su estructura y composición por la construcción de las instalaciones existentes, pero es importante resaltar la puntualidad de estos impactos ya que están limitados a la superficie del predio del proyecto. Por otra parte, la capacidad de captación e infiltración de agua de lluvia no será afectada de manera significativa ya que la superficie del predio es pequeña compara con el sistema ambiental representando únicamente el 0.0000158% de la superficie.

Los impactos en el agua, serán en cuanto a su calidad y disponibilidad, pero todos son de baja intensidad, prevenibles y mitigables por las políticas de ahorro pretendidas y el uso de un sistema de tratamiento para las aguas residuales. Es de suma importancia resaltar que el proyecto se llevará a cabo en estricto cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. Por todo lo anterior, se considera que los cambios del sistema ambiental asociados a este proyecto son puntuales.

El efecto acumulativo del proyecto en la pérdida de cobertura de la vegetación es de los impactos de mayor peso, sin embargo, la afectación se considera puntual y no tendrá influencia significativa en el sistema ambiental.
Por otra parte, existe un impacto positivo por la generación de empleos temporales y permanentes, directos e indirectos durante todas las fases del proyecto.

El escenario ambiental con el desarrollo del proyecto dentro del sistema ambiental definido, es aquel en el que el proyecto ocasiona impactos puntuales, principalmente en suelo y agua. De no llevarse a cabo medidas preventivas o de mitigación de impactos, existiría un riesgo moderado de afectar las características y el funcionamiento de los procesos físicos, químicos y biológico-ecológicos de manera puntual dentro del sistema ambiental donde se ubica el proyecto.

Considerando que los factores ambientales con mayor afectación por el Proyecto son el suelo y agua seguido de flora y fauna, las medidas de mitigación (prevención, compensación y mitigación/reducción) para todas las etapas del proyecto (preparación de sitio, construcción, operación y mantenimiento) ayudan a mitigar los impactos negativos en el sitio del proyecto, por lo que se mantienen las características, funcionalidad y la calidad del ecosistema.

Los principales impactos en suelo son los relacionados con cambios en su estructura y composición. Para estos impactos se propone la reducción en la generación de residuos

sólidos y por otra parte el manejo separado de residuos orgánicos e inorgánicos, para la creación de composta y reposición del suelo en la zona del proyecto alrededor de áreas impactadas. Con estas medidas se pretende permitir y fomentar la regeneración natural de la vegetación en el predio.

Por otra parte, los impactos en el agua, tanto en consumo como en descarga, serán reducidos con políticas y sistemas de bajo consumo de agua, por un lado, y por el otro con la instalación del sistema de tratamiento de aguas residuales BIOTAR diseñado para operar como una planta de tratamiento Aeróbico-facultativa y sistema de filtrado posterior (este último en caso de requerir de tres módulos) cumpliendo con la NOM-001-SEMARNAT, por lo que no representará un riesgo para la calidad del agua en la zona.

Respecto al paisaje y cobertura, si bien la presencia de elementos constructivos ajenos al ambiente afecta la calidad paisajística natural en la zona por el retiro de cobertura forestal, el predio se encuentra en relación con una UGA destinada a turismo hotelero intensivo, turismo alternativo y equipamiento por lo que es inevitable la transformación de toda el área, sin embargo se prevé que las obras proyectadas para la dotación de servicios de agua potable, energía eléctrica y tratamiento de aguas residuales se realicen sin retirar arboles ya que se realizarán en áreas ya impactadas.

Se puede concluir que el escenario ambiental con el desarrollo del proyecto dentro del sistema ambiental definido, es aquél donde existen impactos ambientales puntuales, de baja intensidad, claramente identificables, los cuales son prevenibles o mitigables con medidas que se definen para tales efectos. El proyecto genera empleos temporales y permanentes, directos e indirectos durante todas sus etapas; por lo que será detonador de bienestar social.

VII.4 Pronóstico ambiental

De acuerdo con el análisis del sistema ambiental en el que se plantea desarrollar el proyecto, los impactos identificados por las obras de construcción, operación y mantenimiento son puntuales, de baja intensidad, claramente identificables, y serán prevenibles o mitigables con medidas que se definen para tales efectos y de la implementación de un programa de vigilancia ambiental. Por esto se puede asegurar que su desarrollo no afecta de forma significativa el ecosistema en el que se localiza, ya que la superficie es mínima comparada con la superficie del Sistema Ambiental en la que se encuentra inmersa.

El proyecto pretende cumplir cabalmente con todas las políticas y normatividad ambiental y se enmarca dentro de los criterios específicos del **Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región Laguna de Bacalar**. Este instrumento prevé que en la zona donde se localiza el proyecto exista la tendencia de crecimiento y desarrollo de viviendas de baja escala y de bajo impacto en el sistema ambiental que ya se encuentra fragmentado por las obras y actividades antropogénicas que ya existen en el área.

La autorización del presente proyecto, garantiza el cuidado permanente del ambiente en el que se encuentra inserto, ya que el mismo obliga a la promovente a la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación.

VII.5 Evaluación de alternativas

- Ubicación: La promovente eligió la ubicación para la construcción de una casa habitación cerca de la localidad de Bacalar aproximadamente 5.19 km al noroeste del centro poblacional de Bacalar, esto con el objetivo de crear un espacio de convivencia familiar en un ambiente agradable, tranquilo y alejado de las actividades cotidianas, por su colindancia con la laguna de los siete colores, del municipio de Bacalar, representa un lugar de descanso y relajación y el conjunto predial por

ubicarse en las afueras del desarrollo urbano de la localidad cumpliendo con las características que busca la promovente, razón por la cual adquirió el predio.

- De Tecnología: Por la ubicación del predio hacia la zona urbana (localidad Bacalar), lugar elegido por la promovente por la tranquilidad que representa. El predio no cuenta con energía eléctrica por lo que se abastecerá de la red más cercana de la CFE, se usará iluminación a base de tecnología LED ya que consiguen ahorrar hasta un 80% de la energía en comparación con el sistema tradicional de lámparas, este tipo de iluminación no contiene partículas tóxicas, se instalará servicios de telefonía fija por medio de antena, cabe mencionar que en el predio cuenta con señal de telefonía móvil en algunas partes del predio con frecuencia alta y en partes con señal baja, el agua potable para uso de las instalaciones se obtendrá mediante contrato ante la C.A.P.A. Las llaves de agua serán del tipo botón previendo un ahorro del 50% del agua, en las duchas se incluirán atomizadores de agua para un uso eficiente, es importante mencionar que se contará con la instalación de una planta de tratamiento Aeróbico-facultativa para las aguas residuales. La casa habitación está construida a 20 metros de la laguna, ante el cuidado de la naturaleza se optó por alternativas que mantengan en gran medida una sana interacción entre los habitantes de la casa con el medio ambiente.

- De reducción a la superficie a ocupar: El sistema ambiental en el que se encuentra inmerso el Proyecto, es un sistema con características particulares, en las afueras del área urbanizada (Comunidad asentada) de la zona costera de Bacalar con dirección noroeste, antes de llegar al área del proyecto se encuentra vegetación secundaria de selva mediana, interrumpida por construcciones de casa-habitación esto es fácilmente apreciable a todo lo largo de recorrido, permitiendo que el proyecto sea concordante con su entorno. De acuerdo con el análisis de las condiciones y características particulares del área del proyecto, encontramos que, en el área de estudio y su área de influencia, los servicios ambientales presentes, si

bien serán intervenidos, no se pone en riesgo la desaparición de ninguno de ellos pues es apegado a los instrumentos de planeación. Se observa que, la afectación será en muy baja escala a la cantidad del servicio ambiental y no a la calidad de los mismos. La superficie del sistema ambiental es de 3957900 ha, y el predio con 0.624749 ha, siendo el 0.0000158% con respecto al sistema ambiental.

- De características en la naturaleza, tales como dimensiones, cantidad y distribución de obras y/o actividades: La casa habitación cuenta con cuatro cuartos, cuatro baños, sala y comedor en 452 $m^{2,}$ incluye mirador en la parte superior (452 m), un anexo habilitado como cochera de 70 m^2, con una superficie total de 537.1345 m^2, palapas construidas en plataformas existentes (47.70 m^2 y 26.97 m^2), baño con dos letrinas de 6.2752 m^2, muros de contención seccionados en el terreno con un total de 53.4007 m^2, escalinata de mampostería de 64.3267 m^2, camino natural (Rampa) adaptado con rolitos de cemento de 302.0337 m^2, camino de acceso de la entrada a la vivienda con una superficie de 38.6301 m^2 ocupando un total de 1076.47 m^2, siendo el 17.23 % de la superficie total del predio (6,247.49 m^2). Es importante mencionar que no se contempla la remoción de arbolado presente en el conjunto predial, realizando las obras de servicios básicos en las áreas previamente perturbadas. La superficie de desplante de las obras es de 1076.47 m^2 con el 17.23 % de la superficie del conjunto predial, se contempla una superficie de 1422.53 m^2 destinada a áreas verdes contando con pasto de jardín, frutales y plantas ornamentales representando el 22.73 % de la superficie del predio y se destinarán 3,748.49 m^2 como áreas de conservación donde de reforestará con especies nativas.

- De compensación de impactos significativos: los impactos más importantes que se presentarán por las construcciones, son la pérdida de la cobertura vegetal, pérdida de hábitat y desplazamiento de especies, modificaciones al relieve y las características físico-químicas del suelo. Estos impactos son negativos y

permanentes, pero limitados a la zona donde se localiza el predio. Se considera que, al menos en las fracciones que no están ocupadas por las edificaciones, estos impactos son reversibles. Respecto a la calidad del agua, las instalaciones sanitarias presentarán potencial de impacto permanente, sin embargo, con el establecimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas BIOTAR elaborado de polietileno de mediana densidad, se previene y mitiga el riesgo de contaminación por aguas residuales. En los impactos positivos el indicador con mayor cantidad de impactos es el socioeconómico, con la generación de empleos. Después de realizada la identificación, predicción y evaluación de los impactos con la ejecución del proyecto, se ha determinado que los mismos, tanto positivos como negativos serán de baja intensidad, reversibles o fugaces según el tipo de actividad que se realice. El proyecto se ha planeado en estricto apego a la legislación vigente para cumplir cabalmente con todas las políticas de regulación y normatividad ambiental y se enmarca dentro de los criterios específicos del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región de Laguna Bacalar. De acuerdo con el análisis del sistema ambiental en el que se plantea desarrollar el presente proyecto, de los impactos identificados por las obras de construcción, operación y mantenimiento, de las medidas de mitigación propuestas y de la implementación de un programa de vigilancia ambiental, se puede asegurar que su desarrollo no afecta de forma significativa los ecosistemas.

VII. 6 Conclusiones

El escenario actual del conjunto predial corresponde al paisaje de la región, por lo que, las construcciones y estructuras existente en el predio se integran al entorno del sistema ambiental donde se ubica el proyecto. Con respecto a las actividades para la construcción, cimentación, estructura (apertura y cimentación, generación y manejo de residuos sólidos), operación y mantenimiento hidrosanitario, representan los mayores impactos adversos significativos por lo que se llevaron a cabo medidas preventivas y de mitigación previendo los impactos ambientales relevantes procurando mantener dentro de la dinámica ambiental

el respeto al medio ambiente y conservación de los ecosistemas. Es importante mencionar que el proyecto data de obras antiguas por lo que el impacto a la flora y en consecuencia al suelo ya ha ocurrido desde décadas anteriores. Con respecto a la generación y manejo de residuos sólidos, a la operación y mantenimiento del sistema hidrosanitario se han programado medidas preventivas y de mitigación que resultará en el mínimo impacto al factor ambiental agua. En conclusión, la continuación del proyecto es viable siempre y cuando se realice de manera ordenada y siguiendo las medidas de prevención y mitigación de impactos programadas.

CAPITULO VIII

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

ÍNDICE

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 1

VIII.1. Presentación de la información. 1

VIII.1.1. Cartografía 1

VIII.1.2. Fotografías 8

VIII.2 Otros Anexos 9

VIII.2.1. Memorias 9

VIII.3. Glosario de términos 9

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

Bajo protesta de decir verdad, se declara que los resultados presentados en el presente estudio, se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, la cual se describe en los siguientes apartados:

VIII.1. Presentación de la información

De acuerdo al artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entrega un ejemplar impreso de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular y resumen en original y copia. Asimismo, la MIA Modalidad Particular se entrega en archivo digital, incluyendo resumen, planos y anexos.

VIII.1.1. Cartografía

Planos georreferenciados para la elaboración de los diversos planos presentados en los capítulos que integran este estudio, se utilizaron los programas Quantum GIS (1.6.0 “Copiapó”) y AutoCAD 2015; cuyas coordenadas se encuentran proyectadas en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, Norte, de la República Mexicana. De igual manera se utilizaron los datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), a escalas 1:1000000 y 1:250000.

Se entrega plano impreso en doble carta de:

1. Plano georreferenciado de la ubicación y superficie del conjunto predial, así como la delimitación de la porción del predio del proyecto.

2. Plano arquitectónico. El plano arquitectónico ilustra el desplante de las obras y áreas verdes, realizado con base en el programa AutoCAD 2015.

En la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) se integraron los planos que contienen la siguiente información, los cuales fueron elaborados en gabinete por el Prestador de Servicios Técnicos Forestales.

Tipos de vegetación existentes en el área de estudio

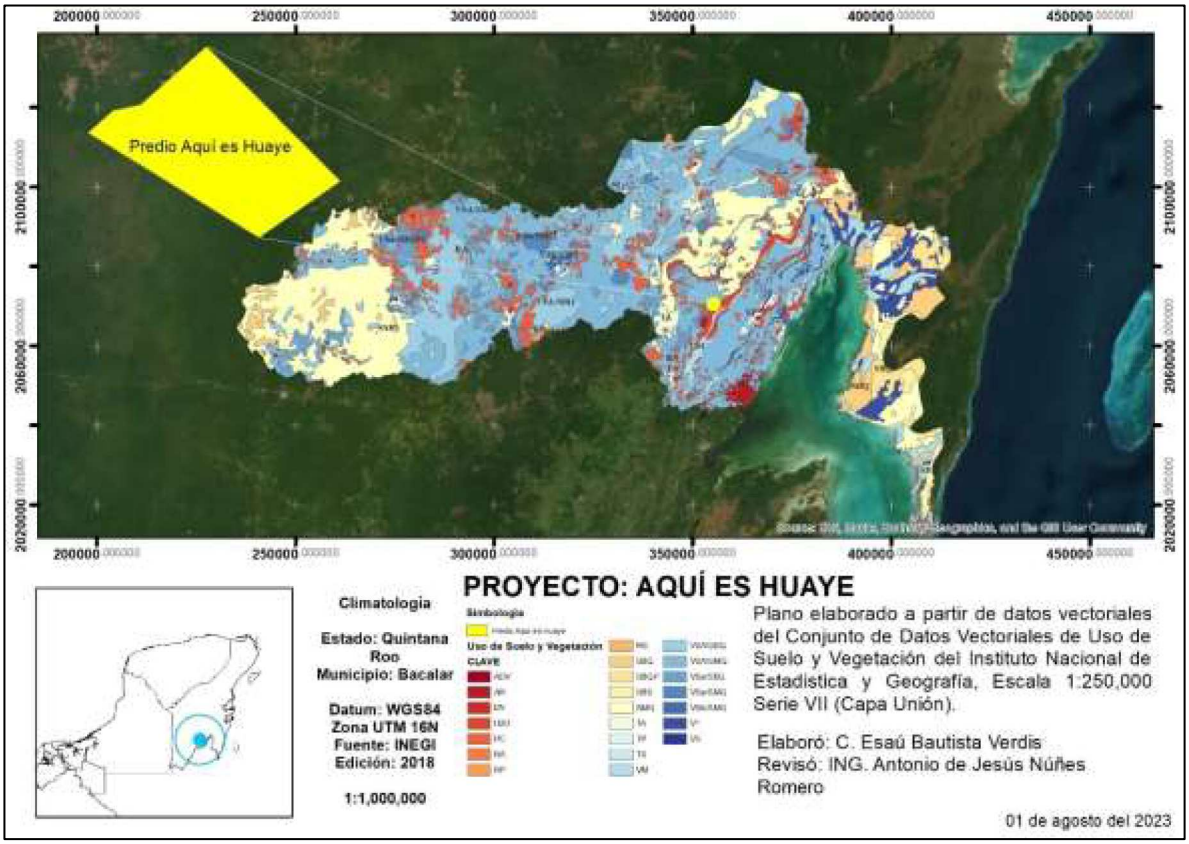


Figura VIII.1. Tipo de vegetación en el área del Sistema Ambiental.

Clasificación de suelos

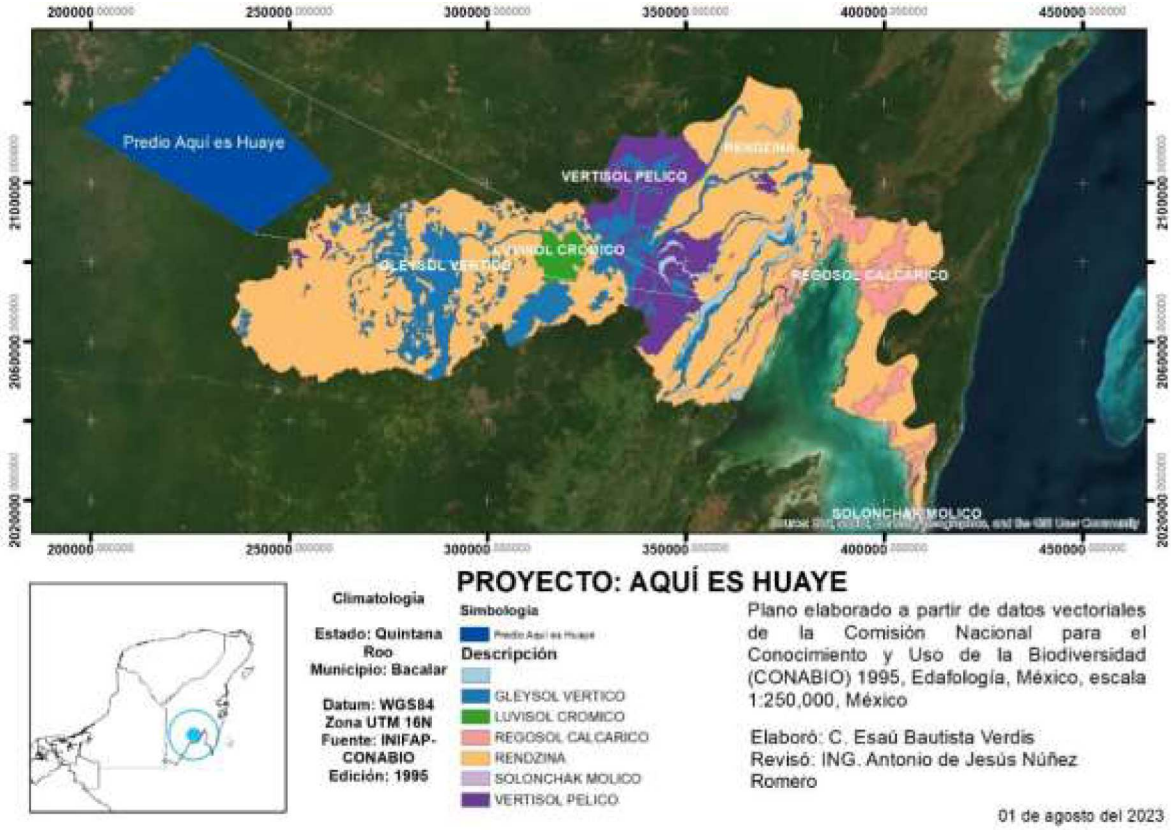


Figura VIII.2. Tipo de suelo existente en el área del proyecto.

Clima

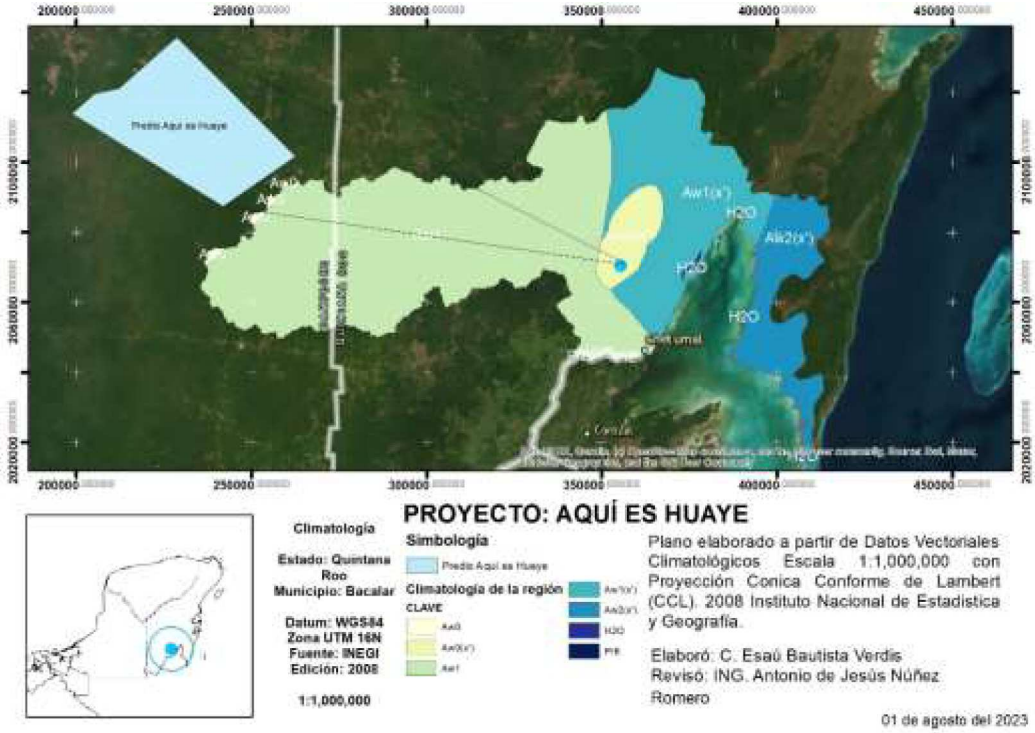


Figura VIII.3. Tipo de clima existente en el área del proyecto.

Geología

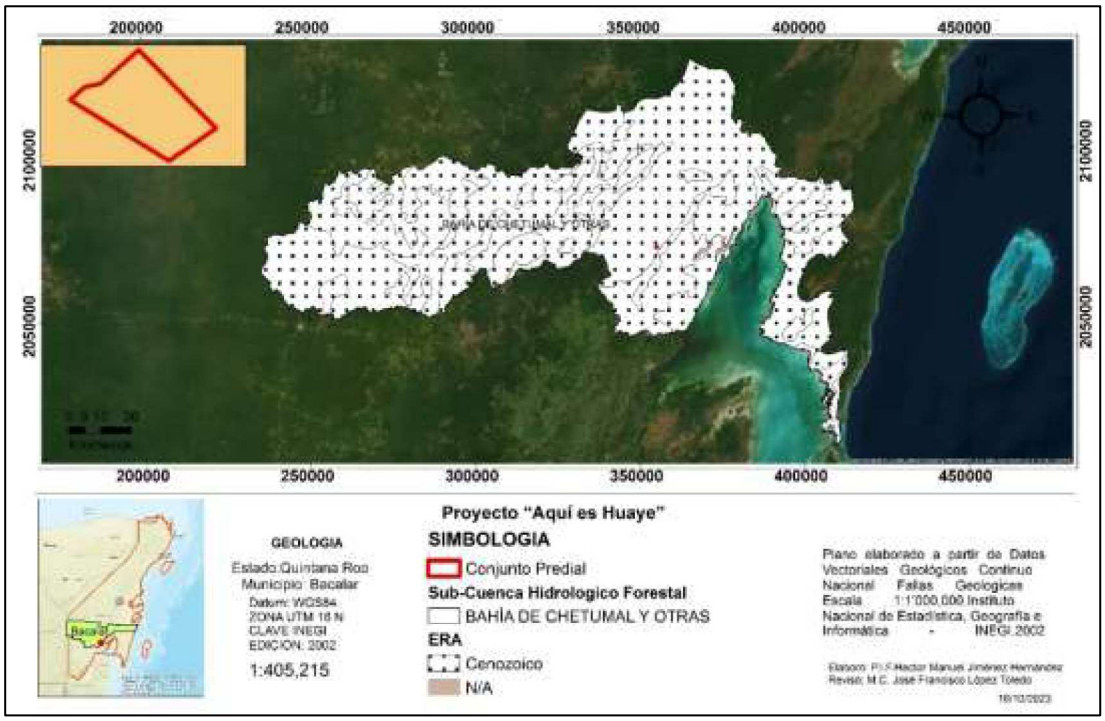


Figura VIII.4. Geología existente en el área del proyecto.

Geomorfología

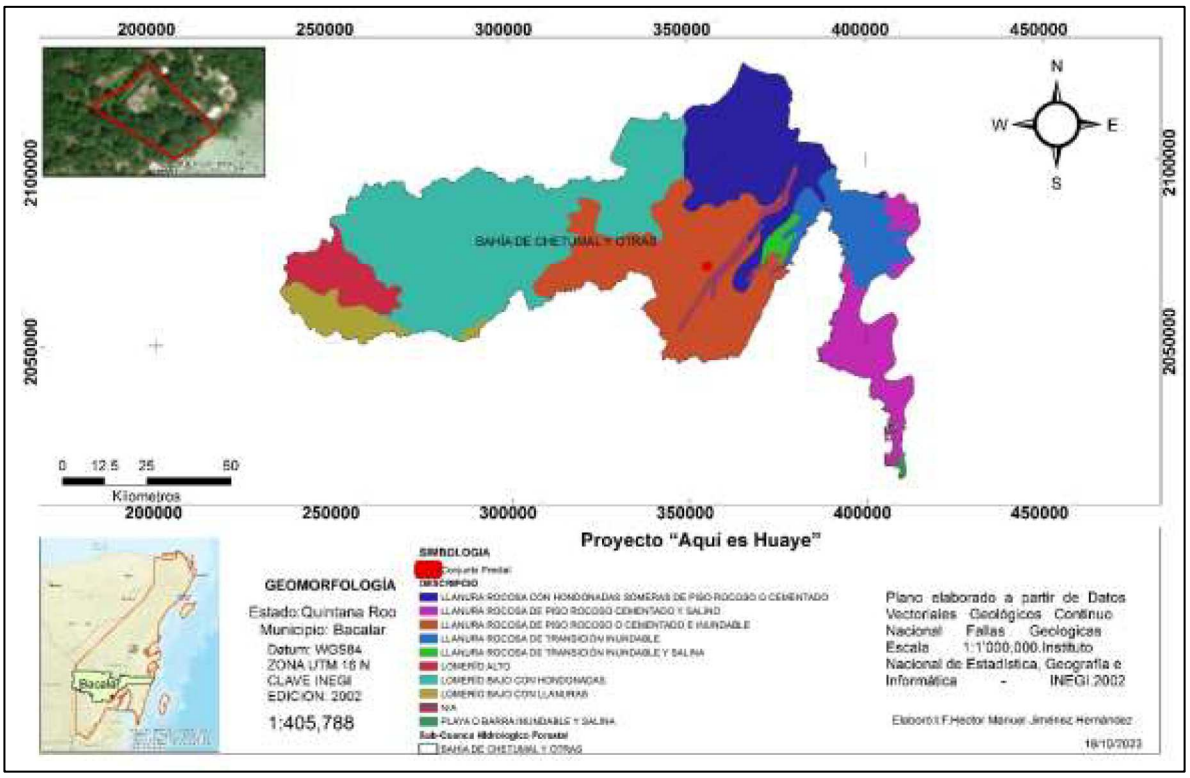


Figura VIII.5. Geomorfología del sistema ambiental del proyecto

FISIOGRAFÍA

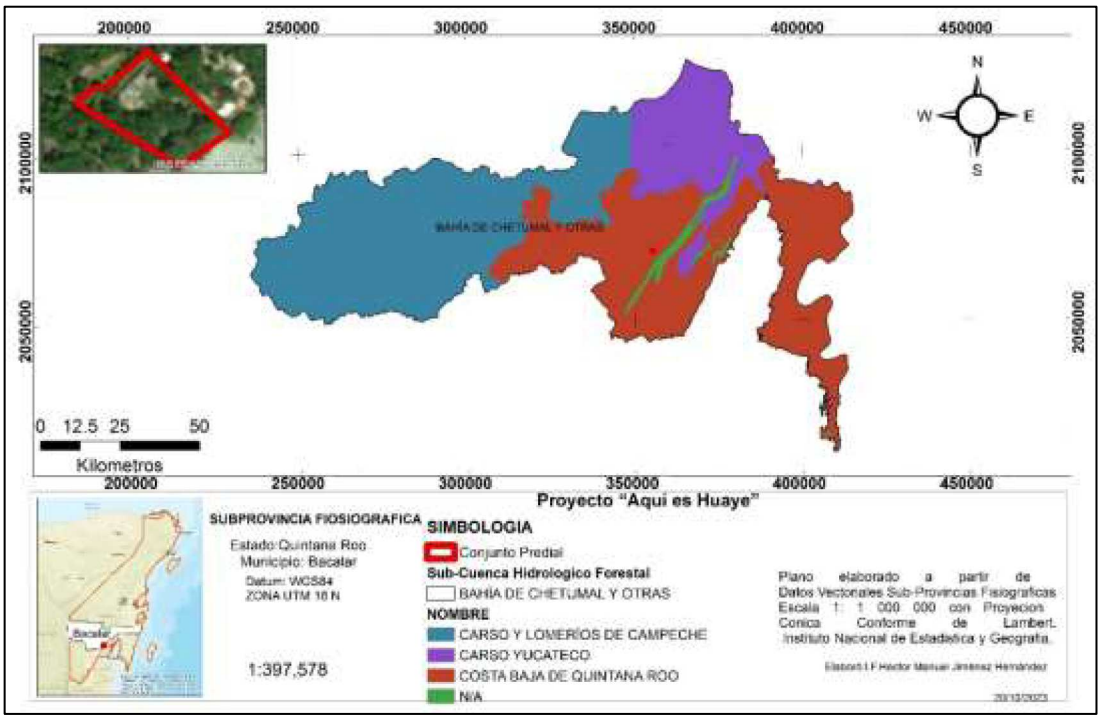


Figura VIII. 6. Fisiografía del sistema ambiental del proyecto.

RELIEVE

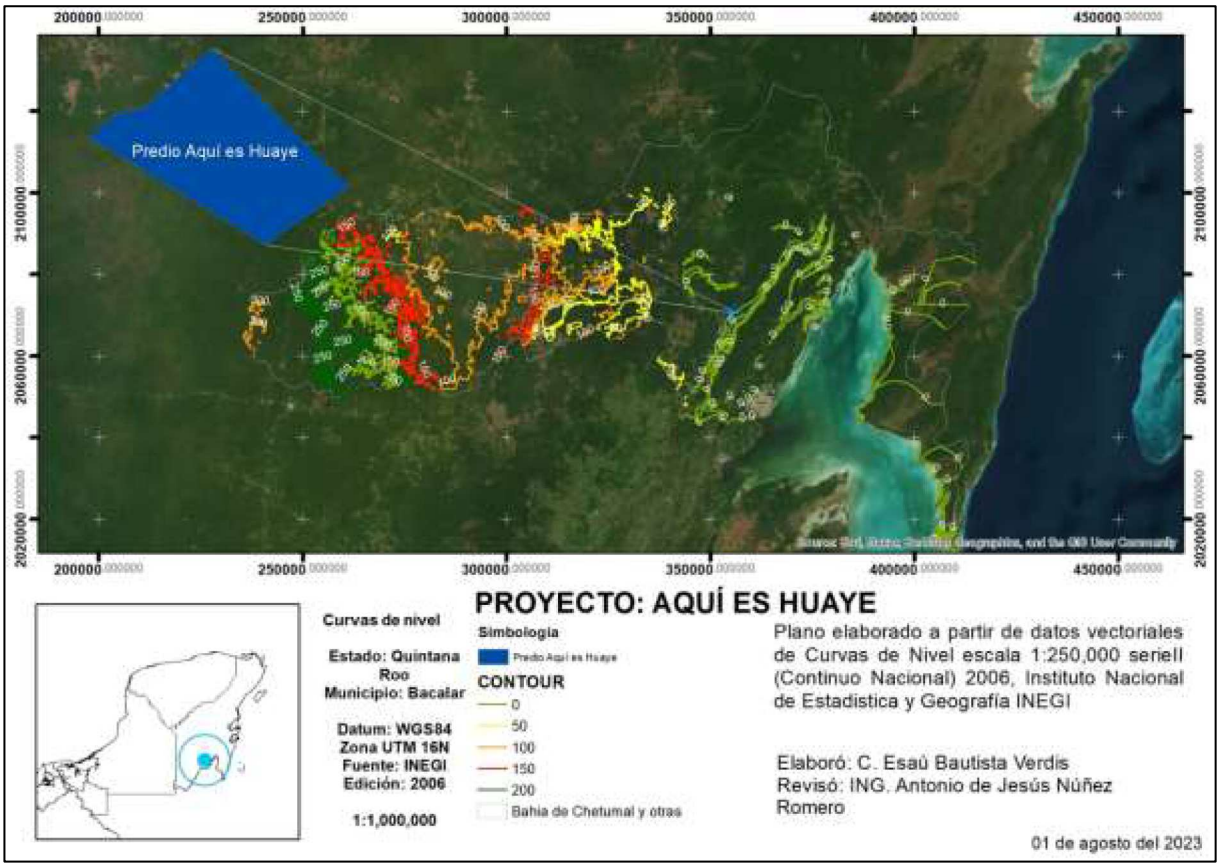


Figura VIII. 7. Relieve en el sistema ambiental

Hidrografía Superficial

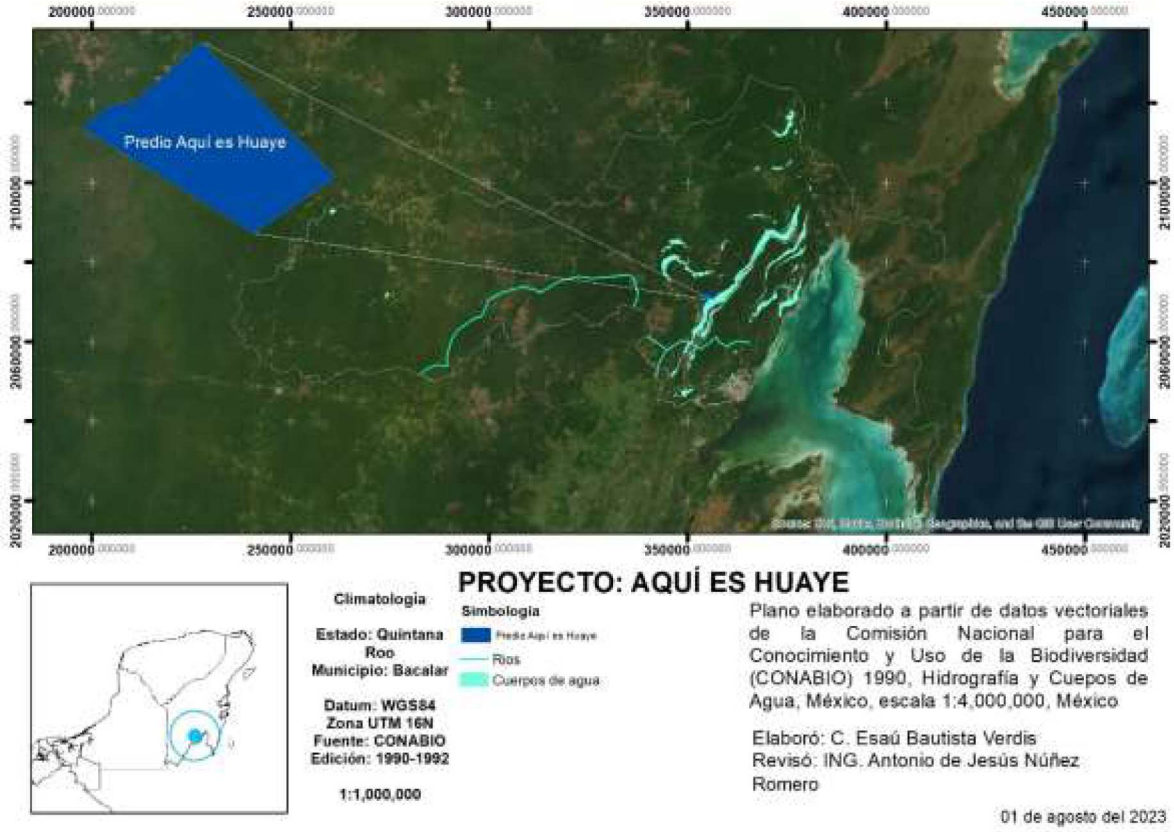


Figura VIII.8. Hidrología superficial del predio del proyecto.

VIII.1.2. Fotografías

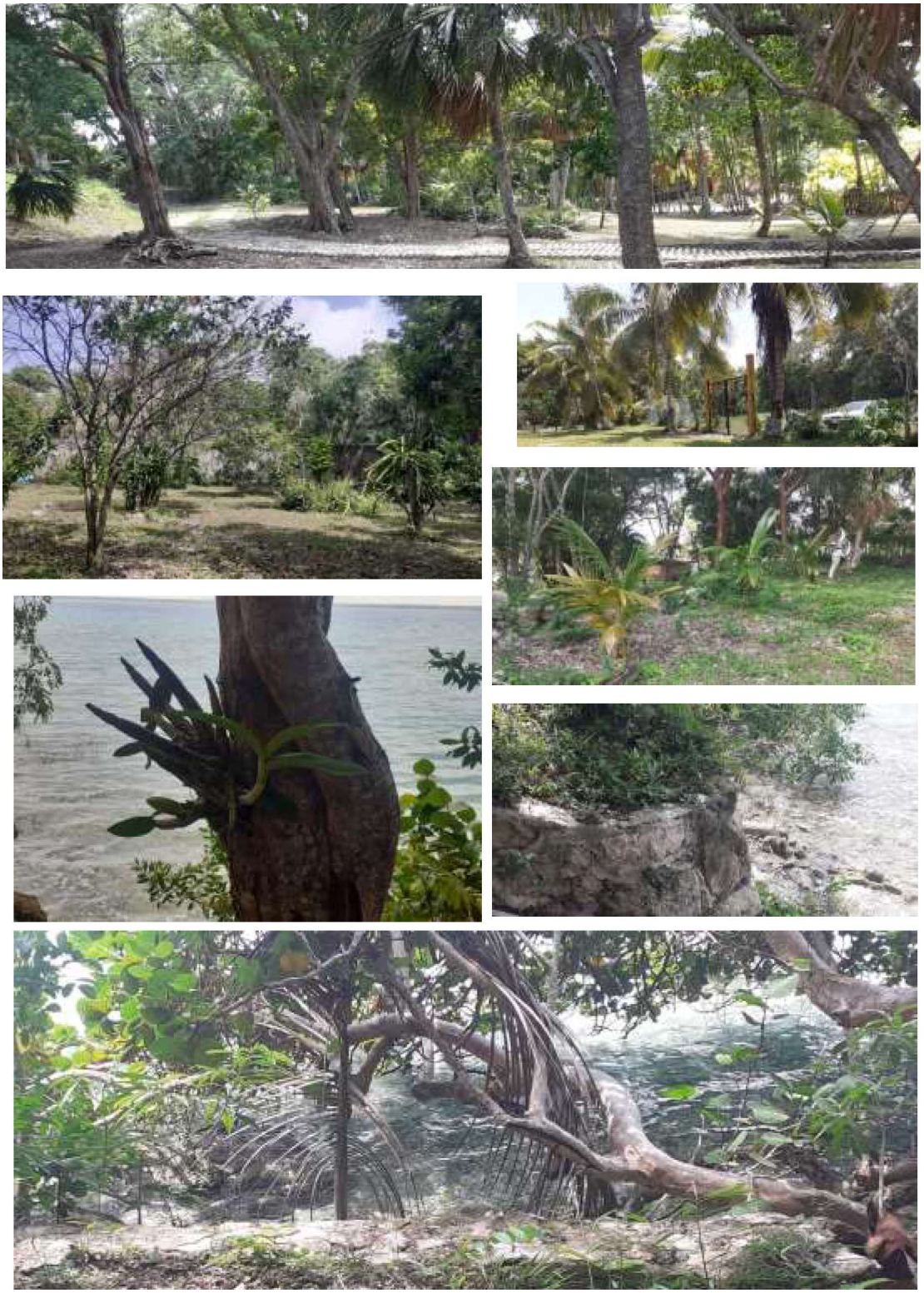


Figura VIII.9. Condición de la vegetación del predio del proyecto.

VIII.1.3. Videos

No se realizaron videos en el predio del proyecto "Aquí es Huaye".

VIII.2 Otros Anexos

ANEXO I.- Documentación legal del predio y del promovente

ANEXO II.- Planos del Predio

VIII.2.1. Memorias

VIII.3. Glosario de términos

Banco de material: Sitio donde se encuentran acumulados en estado natural, los materiales que utilizarán en la construcción de una obra.

Batimetría: Representación gráfica de las curvas de igual profundidad.

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.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desmonte: Remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas a la instalación de la obra.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

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

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

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.

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

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambienta les

existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Relleno: Conjunto de operaciones necesarias para depositar materiales en una zona terrestre generalmente baja.

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 del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la zona donde se pretende establecer el proyecto.