

**DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO  
(DTU), MODALIDAD B-PARTICULAR.**

**“AMPLIACION DE LA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE AGUA  
RESIDUAL NORPONIENTE”**

Desarrollos  
Hidráulicos  
de Cancún | **DH  
CO**®



---

**CARTA RESPONSIVA DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO-B**

Promovente:

Ing. Roberto Enrique Robles

Responsable:

Ing. Octavio Albores Sol

Responsable:

Ing. Marcos Ruiz Hernandez

## INDICE

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE .....	8
I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO .....	9
I.1.1 Nombre del proyecto.....	9
I.1.2. Ubicación del proyecto .....	9
I.1.3. Duración del proyecto .....	10
I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE .....	10
I.2.1 Nombre o razón social .....	10
I.2.2 Registro federal de contribuyentes .....	10
I.2.3 Datos del representante legal.....	10
I.2.4 Dirección del promovente para oír y recibir notificaciones .....	10
I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO.....	11
I.3.1 Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental.....	11
I.3.2 Registro federal de contribuyentes .....	11
I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento .....	11
I.3.4 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 .....	11
II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	12
II.1. INFORMACIÓN GENERAL .....	13
II.1.1 Naturaleza del proyecto.....	13
II.1.2 Objetivo del proyecto .....	29
II.1.3 Ubicación física .....	29
II.1.4 Urbanización del área .....	31
II.1.5 Inversión requerida.....	35
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO .....	36
II.2.1 Dimensiones del proyecto .....	36

II.2.1.1 Unidades que Integran la ampliación de la PTAR Norponiente. ....	38
II.2.1.2 Descripción de proyecto de Ampliación de PTAR Norponiente .....	39
II.2.2 Representación gráfica regional .....	63
II.2.3 Representación gráfica local .....	66
II.2.4 Preparación del Sitio .....	68
II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto .....	70
II.2.7 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo. ....	70
II.2.7.1 Metodología para el inventario forestal en el área propuesta para el cambio de uso del suelo .....	70
II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo. ....	80
II.2.9 Operación y mantenimiento .....	90
II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones .....	91
II.2.11 Programa de trabajo .....	91
II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera .....	92
II.2.13 Residuos .....	92
III.VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION SOBRE USO DEL SUELO .....	95
III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES .....	95
III.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) .....	103
III.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. ....	126
III.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS .....	128
III.5. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU) .....	131
III.6. OTROS INSTRUMENTOS .....	136
IV.DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....	148

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO .....	149
IV.DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DEINFLUENCIA DEL PROYECTO.....	149
IV.1. Delimitación del área de estudio donde pretende establecerse el proyecto .....	149
IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA).....	154
IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA.....	158
IV.2.2.1 Medio abiótico.....	162
IV.2.2.2 Medio biótico.....	177
IV.2.2.3 Medio socioeconómico .....	202
IV.2.2.4 Paisaje .....	210
IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto. ....	243
IV.4 Diagnóstico ambiental .....	256
V. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	259
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. .	260
V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS. ....	260
V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS. ....	261
V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.....	263
V.4 CONCLUSIONES.....	287
VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO .....	288
VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO. ....	289
VII.MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES .....	314
VII. MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES .....	315
VII.1. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN .....	315

VII.2.IMPACTOS RESIDUALES .....	324
VII.3. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS.....	324
VII.4. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO. ....	327
VIII.PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....	341
VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. ..	342
VIII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO.....	342
VIII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE PREVENCIÓN .....	343
VIII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN .....	345
VIII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL .....	347
VIII.5 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL.....	347
IX. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES ....	356
IX.IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES. ....	357
IX.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	357
IX.1.1 Cartografía. (Anexo II Planos que se integran en el proyecto).....	358
IX.1.2 Fotografías .....	359
IX.1.3 Videos.....	360
IX.2 Otros anexos .....	361
IX.2.1 Memorias .....	361

## **ANEXOS**

Anexo I: Documentación legal del proyecto.....	386
Anexo II: Planos que integran el proyecto.....	388
Anexo III: Programa de Rescate de Vegetación.....	395
Anexo IV: Programa de Rescate y ahuyentamiento de fauna.....	396
Anexo V: Programa de Manejo de Residuos. ....	397
Anexo VI: Datos de campo del inventario forestal del predio y Sistema Ambiental.....	398
Anexo VII: Registro del Técnico Forestal.....	400

## I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE



## I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO Y DEL PROMOVENTE.

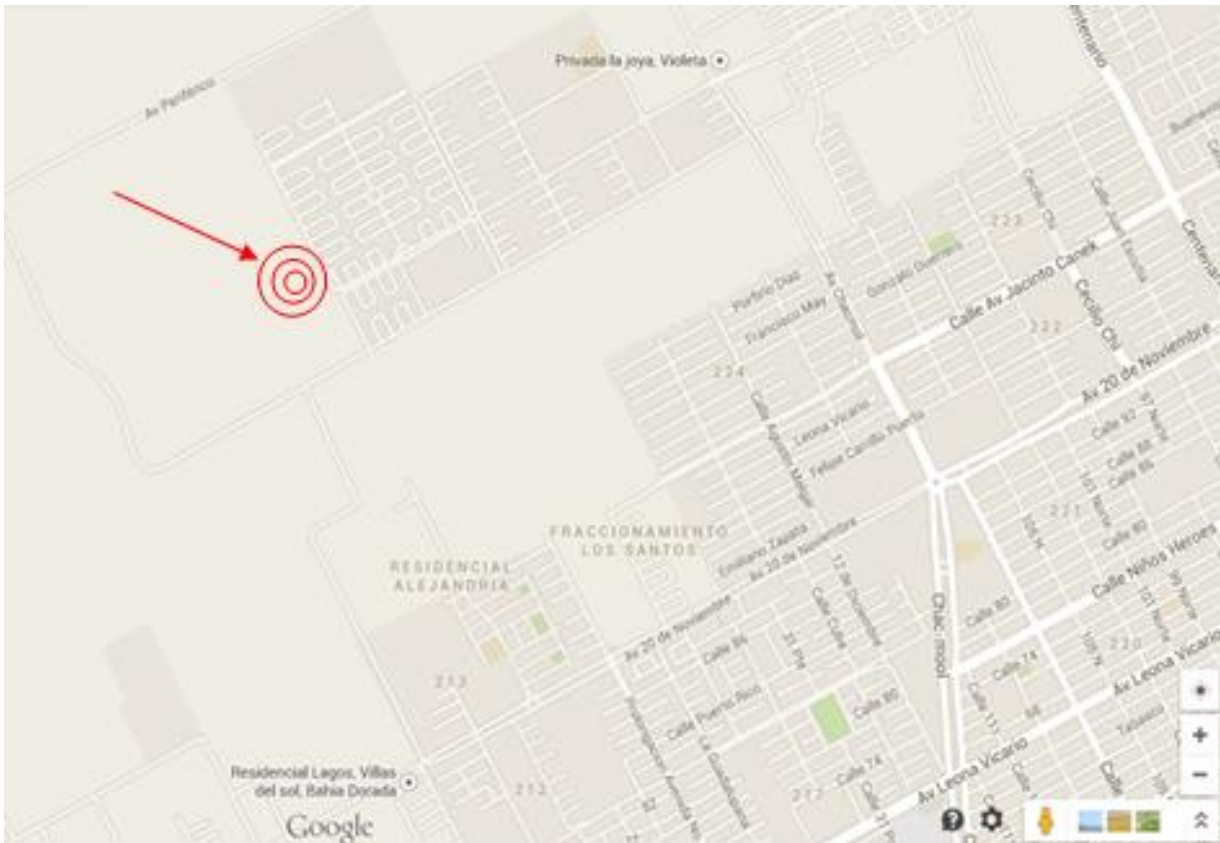
### I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

#### I.1.1 Nombre del proyecto

“AMPLIACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL NORPONIENTE”

#### I.1.2. Ubicación del proyecto

PARCELA NO. 1108, DEL EJIDO DE ISLA MUJERES, MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, DE QUINTANA ROO, C.P. 77510



**Figura 1.1.-** Macro localización del predio dentro de la Zona Urbana de Cancún, Municipio de Benito Juárez.

### **I.1.3. Duración del proyecto**

El Proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente”, se contempla para una vida útil mayor a los 50 años respecto a la construcción, ya que esta tendrá un mantenimiento continuo para garantizar un buen estado estructural y paisajístico.

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

### **I.2.1 Nombre o razón social**

DESARROLLOS HIDRAULICOS DE CANCUN SA DE CV - PLANTA NORPONIENTE

### **I.2.2 Registro federal de contribuyentes**

### **I.2.3 Datos del representante legal**

ING. ROBERTO ENRIQUE ROBLES

#### **I.2.3.1 Presentación de la documentación legal**

El predio donde se pretende desarrollar el proyecto, está legalmente constituido como propiedad del promovente, a continuación se describen los documentos legales anexos a la presente DTU-B, Particular:

- Copia certificada de Escritura Pública que acredite la posesión legal del predio donde se desarrollara el proyecto.
- Copia certificada del Acta Constitutiva de la empresa Desarrollos de Cancún S.A de C.V.
- Copia certificada de Escritura Pública del poder notarial del representante legal de la empresa Desarrollos Hidráulicos de Cancún SA de CV.

En el apartado de ANEXOS se presentan copias de los documentos legales

### **I.2.4 Dirección del promovente para oír y recibir notificaciones**

### **I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO TÉCNICO UNIFICADO**

#### **I.3.1 Nombre del responsable técnico del documento técnico unificado en materia de impacto ambiental**

SEGISO, SEGURIDAD INTEGRAL SOLUCIONES SA DE CV

Responsable Técnico:  
Ing. Octavio Albores Sol.

Responsable técnico Forestal:  
Mtro. Marcos Ruiz Hernández

Colaboradores:  
Ing. Carlos Humberto Ceballos Canché  
Arq. Osiris Martínez Cabrera

#### **I.3.2 Registro federal de contribuyentes**

#### **I.3.3 Dirección del responsable técnico del documento**

#### **I.3.4 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**

##### **Mtro. Marcos Ruiz Hernández**

Con Registro Forestal Nacional:  
Libro QROO, Tipo UI, Volumen 2, número 29, año 14, como Prestador de Servicios Técnicos Forestales Persona Física, inscrito con fecha 10 de Noviembre de 2014.

En este momento no se tiene definido quién será el responsable de dirigir las acciones para la ejecución y seguimiento del cambio de uso del suelo. Una vez obtenido el resolutivo en sentido favorable autorizando el cambio de uso del suelo y previo al inicio de obra, se manifestará mediante oficio, ante las dependencias ambientales correspondientes, quien será el responsable técnico de la ejecución.

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

### II.1. INFORMACIÓN GENERAL.

#### II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto a evaluar es la Construcción, Operación y Mantenimiento de la ampliación de la planta de tratamiento de agua residual Norponiente de la localidad de Cancún, Municipio de Benito Juárez, en el Estado de Quintana Roo.

Como consta en el acta constitutiva de DESARROLLOS HIDRÁULICOS DE CANCUN S.A. DE C.V., (DHC), el objeto de la sociedad es la construcción, ampliación, mejoramiento, reparación, establecimiento y explotación de todo tipo de sistemas de suministro de agua y drenaje, así como obras complementarias de desagüe y tratamiento de aguas.

El servicio de agua potable y alcantarillado en la ciudad de Cancún está concesionado a favor de DHC. La planta Norponiente mantiene un proceso de tratamiento de aguas residuales y cloración de las mismas; las aguas residuales domesticas que llega a esta planta recibe un tratamiento de tipo biológico con medio suspendido, comúnmente conocido como “lodos activados” más una desinfección con cloro.

El tratamiento del agua residual consiste en:

- Separación de sólidos suspendidos y materia orgánica en suspensión, mediante floculación biológica y fisicoquímica.
- La digestión y deshidratación de lodos activados.
- El acondicionamiento final de lodos activados, mediante composteo.
- La desinfección del agua residual con el uso de cloro

La PTAR Norponiente cuenta con una autorización SGPA.-DGIRA.-DEI.1383.04, de fecha 22 de junio de 2004 , misma que establece que la Planta de Tratamiento tendrá una capacidad en su primera etapa de 100 lps, en las siguientes tres etapas restantes la capacidad aumentara a 400 lps a gasto medio generara un efluente que cumplirá con los límites establecidos por la legislación aplicable (NOM-001-SEMARNAT-1996), por lo que el agua tratada podrá ser reusada en estuarios, humedales naturales y riego; sin embargo por el momento solo se prevé su uso dentro de la planta (áreas verdes y proceso), inyectando los excedentes al acuífero.

Con fecha 26 de Octubre de 2004 se emitió el oficio SGPA/DGIRA.DEI.02720.04 donde se modifica el oficio SGPA.-DGIRA.-DEI.1383.04, resolviendo y modificando las superficies del proyecto de la siguiente manera:

## RESUELVE

**SEGUNDO.-** Que las modificaciones al proyecto solicitadas son procedentes, en virtud de que no afectan el contenido de la autorización otorgada, mismas que incluyen el cambio de uso de suelo en las 2.9289 Ha adicionales que requirieren para su realización, siempre y cuando, de manera previa al desmonte del are adicional, se aplique el programa de rescate de flora y fauna arriba citado conforme a lo siguiente:

<b>Obra</b>	<b>Autorizado</b>	<b>Modificación</b>
Vialidades, pozos, oficinas y talleres	0.7200 Ha	0.7221 Ha *
Área de lodos (almacenamiento y secado), canales y lagunas de pulimiento	2.0800 Ha	4.0000 Ha
Estructuras de tratamiento	1.8100 Ha	2.8168 Ha
<b>Subtotal:</b>	<b>4.6100 Ha</b>	<b>7.5389 Ha</b>
Áreas verdes	15.3900 Ha	12.4612 Ha
<b>Total</b>	<b>20.0000 Ha</b>	<b>20.0000 Ha**</b>

\*0.3993 Ha serán para los pozos y sus vialidades, 0.1090 Ha serán para acceso General y 0.2137 Ha para oficinas y talleres.

\*\* La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Quintana Roo, cedió al municipio de Benito Juárez una superficie equivalente a 17,341.76 m<sup>2</sup> para la construcción de calle para uso municipal, por lo cual el área total de la instalación se ajusta de 200,000 m<sup>2</sup> a 182,658.25 m<sup>2</sup>.

### **Tabla 2.1.1.-** Modificación de proyecto de PTAR Norponiente en el año 2004

Debido al crecimiento poblacional, hoy en día la empresa promovente se ve en la necesidad de aumentar su capacidad de tratamiento de agua residual, dado la creación de nuevos fraccionamientos y viviendas en sus colindancias, en primera instancia se tenía contemplado dar abasto a la sociedad con una capacidad de 400 lps pero dado este rápido incremento poblacional hoy se plantea la ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente para que se construya y opera una nueva sección de la PTAR que tendrá una capacidad de 200 lps más, dejando la capacidad instalada final de la planta de 600 lps.

Así mismo la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Quintana Roo, cedió al municipio de Benito Juárez una superficie equivalente a 17,341.76 m<sup>2</sup> para la construcción de calle para uso municipal, sin embargo a la hora de realizar los trazos por parte del personal del municipio la superficie que resulto físicamente fue de 17,295.58 m<sup>2</sup>.

Las superficies con las cuales quedara el proyecto son las siguientes:



DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS		CUADRO DE CONSTRUCCIÓN				
	ÁREA CONSTRUIDA = 56,605.03 m <sup>2</sup> OFICIO: SGPA/DGIRA.DEI.02720.04	E	T	PV	X	Y
	SUPERFICIE TOTAL DE CUSTF = 27,071.21 m <sup>2</sup>	1	2	510,580,357	2,342,167,365	
	ÁREA DE DONACIÓN VIALIDAD MUNICIPIO = 17,295.58 m <sup>2</sup>	2	3	510,792,144	2,341,773,472	
	ÁREA VERDE = 99,028.51 m <sup>2</sup>	3	4	511,186,005	2,341,986,037	
	SUPERFICIE DEL PREDIO = 200,000.025 m <sup>2</sup>	4	1	510,973,601	2,342,379,585	

Fig. 2.1.1.- Prototipo del proyecto

Distribución de área	Superficie m <sup>2</sup>
ÁREA CONSTRUIDA OFICIO: SGPA/DGIRA.DEI.02720.04	56,605.03
SUPERFICIE TOTAL DEL CUSTF	27,071.21
ÁREA DONACIÓN VIALIDAD MUNICIPIO	17,295.58
ÁREA VERDE	99,028.51
<b>SUPERFICIE TOTAL DEL PREDIO</b>	<b>200,000.025</b>

Tabla 2.1.2.- Distribución de las áreas del Proyecto en m<sup>2</sup>

### Descripción de proyecto de Ampliación de PTAR Norponiente

#### I) Tren de Tratamiento de Agua

El agua residual cruda llega al sitio de la PTAR Norponiente a través de las líneas de impulsión provenientes de diversos cárcamos de agua residual cercanos.

- **Pretratamiento, PT**

La PTAR Norponiente II inicia en la etapa de pretratamiento, que consiste en dos módulos de Cribado Grueso Manual (CGM) de 25 mm de claro, Cribado Fino Automático (CFA) de 3 mm de claro y Desarenación tipo Vórtice (DV) de alimentación tangencial; como sistemas complementarios se tiene Prensado de Sólidos (PS) y Lavador de Arena (LA)

El desarenador cuenta con un Sistema Motriz (SMD) que acciona un agitador de baja velocidad para mejorar la circulación y velocidad del agua en la cámara. La extracción de las arenas depositadas en el cono del desarenador se efectúa con la Bomba de Arenas (BA), una por desarenador, la bomba es tipo air-lift.

La etapa de pretratamiento tiene dos líneas de excedencia con capacidad para 600 l/s, para desalojar las corrientes de agua residual cruda y agua pretratada. La línea de excedencia tiene conexión a la batería de pozos de infiltración de agua primaria.

El agua de retorno generada en Prensado de Sólidos se descarga al canal de cribado; la corriente de retorno del Lavador de Arenas se conduce por gravedad hacia el Cárcamo de Recirculación y Alimentación.

- **Caja Distribuidora de Agua Pretratada, CDAP**

El agua pretratada efluente de la etapa de pretratamiento vierte en la Caja de Distribución de Agua Pretratada adosada. La función de la caja es controlar y distribuir esta corriente, mediante 2 compuertas vertedoras (CV), hacia los Sedimentadores Primarios. Las CV son de accionamiento manual.

- **Sedimentación Primaria, SP**

El agua pretratada ingresa a las 2 unidades de Sedimentación Primaria, en las que se efectúa la remoción gravitacional de una fracción de la DBO y de los SST. Los SP son de planta circular y fondo cónico, con extracción de lodos en la tolva mediante rastras giratorias en su diámetro, accionadas por el Sistema Motriz del Sedimentador Primario (SMSP).

El agua primaria fluye por la parte superior hacia el Cárcamo de Recirculación y Alimentación, mientras que el lodo primario se extrae de las tolvas para enviarse al Espesador Gravitacional de Lodo Primario (EGLP).

El lodo primario se retira con la Bomba de Lodo Primario (BLP), una por cada sedimentador y una de respaldo común, la bomba es de desplazamiento positivo.

El sistema motriz tiene un brazo desnatador que arrastra las natas y grasas flotantes y las vierte en una caja que descarga al Cárcamo de Natas Primarias (CNP). Las natas se transfieren con la Bomba de Natas Primarias (BNP), una en operación y una de respaldo, de desplazamiento positivo. Las natas al  $\approx 1.0\%$ , se envían al Espesador de Natas (EN) que las concentra al  $\approx 5\%$  y las descarga por gravedad al Tanque de Lodo Espesado.



- **Cárcamo de Recirculación y Alimentación, CRA**

El CRA es un tanque de planta rectangular que recibe a las siguientes corrientes:

- a) Agua efluente primaria
- b) Agua efluente de filtro biológico para recirculación,
- c) Agua de retorno del lavador de arenas,
- d) Recirculación de lodo secundario (eventual),
- e) Agua de retorno del espesado de lodos.

La recirculación de lodo secundario al FB se espera que opere eventualmente y su objetivo es ayudar a controlar eventos de emisión de mal olor y mejorar la sedimentabilidad del lodo secundario.

- **Recirculación**

Una fracción del agua efluente de FB se recircula por gravedad hacia el CRA y complementa la tasa mínima de mojado requerida en el filtro, en las horas en que el caudal de agua residual es insuficiente para satisfacer la tasa de aplicación.

El diseño del FB requiere un caudal de recirculación de 120 l/s para ambos filtros, en la caja de salida del FB se tiene una compuerta vertedora para ajustar el caudal efluente que retornará al CRA.

- **Alimentación**

El efluente primario y la recirculación de efluente de filtro biológico se combinan con las corrientes de retorno de espesado de lodos y natas.

El CRA eleva la corriente combinada hacia el Filtro Biológico, para tal efecto cuenta con 4 unidades de Bomba de Alimentación a Filtro Biológico (BAFB), con capacidad conjunta para 600 l/s (400 + 120 l/s a caudal medio, o 600 l/s de caudal máximo), más un equipo de respaldo.

La operación de las BAFB es controlada por el medidor de nivel del CRA, que determinará el arranque y paro de dichas bombas en función del tirante hidráulico registrado. Una de las BALA tiene variador de frecuencia para ajustar el caudal enviado al FB.

- **Derivación de agua primaria**

En el CRA se puede efectuar la distribución del efluente primario directamente a Reactor de Lodos Activados, en alguna de estas situaciones:

- a) El FB se podrá construir en una etapa posterior, por lo que se requiere una línea para enviar el agua primaria que se pueda tratar en el Reactor de Lodos Activados (RLA).
- b) Cuando se requiera más carbono (DBO) en el reactor para el proceso de denitrificación.

El funcionamiento de esta línea de conducción es por carga hidráulica, ya que está situada a una elevación superior a la estructura que tiene como destino. El control del caudal del agua derivada del CRA es por medio de compuertas de accionamiento manual.

- **Caja Distribuidora al Filtro Biológico, CDFB**

El agua primaria combinada con agua de recirculación a filtro se descarga a presión en la parte baja de la CDFB. La función de la caja es distribuir esta corriente hacia los Filtros Biológicos, mediante 2 compuertas vertedoras (CV). Las CV son de accionamiento manual.

La línea hacia el Filtro Biológico tiene un medidor de flujo de tipo electromagnético para registrar los caudales instantáneos y totalizar el volumen de agua primaria enviada a tratamiento secundario.

- **Filtro Biológico, FB**

La corriente proveniente de la CDFB ingresa por carga hidráulica a la columna central del Filtro Biológico (FB), que la entrega en la parte superior del filtro al Brazo Distribuidor (BD) de accionamiento motriz. El FB contiene a los Módulos de Medio Plástico (MMP), de tipo cruzado con diseño para remoción de DBO superior al 70 %.

El agua efluente del FB se colecta en la parte inferior del falso fondo y soportes, prefabricados y de material plástico. La base del FB tiene ligera pendiente hacia el canal central que colecta el efluente y lo conduce a un registro final, que lo envía a la siguiente etapa biológica. Este registro tiene una compuerta vertedora para ajustar o cancelar el caudal de recirculación al FB, a través del CRA.

- **Caja Distribuidora a Lodos Activados, CDLA**

El agua efluente del FB se conduce por gravedad a la Caja Distribuidora a Lodos Activados (CDLA); la caja también recibe las siguientes corrientes:

- a) Recirculación de lodo secundario,
- b) Retorno de desaguado de lodo digerido,
- c) Efluente primario (estacionalmente).

La función de la caja es mezclar las corrientes y distribuir las a los Reactores de Lodos Activados. La distribución del caudal se efectúa mediante 2 compuertas vertedoras, las cuales son de accionamiento manual.

- **Reactor de Lodos Activados, RLA**

El Reactor de Lodos Activados (RLA) está modulado en dos unidades con operación en paralelo, el RLA se divide en dos secciones que operan en serie: el TAX y el TA.

### **Tanque Anóxico, TAx**

La corriente combinada efluente de la CDLA pasa por gravedad al Tanque Anóxico (TAx). El TAx es de flujo hidráulico tipo pistón, con arreglo de dos canales en laberinto, sin aereación y con dos Agitadores Sumergibles (ASTax), uno al inicio de cada canal.

En el TAx se efectúa el proceso de denitrificación, que ocurre al mezclar la DBO del efluente del FB y la DBO del efluente primario, con la corriente de recirculación de lodo secundario, misma que proporciona los nitratos producidos en la etapa aereada, complementada con la recirculación interna proveniente de la parte final del TA. Esta última se descarga ahogada al inicio del TAx.

La remoción del nitrógeno se efectúa por gran variedad de bacterias que para oxidar el sustrato orgánico presente, en ausencia de oxígeno disuelto, toman el oxígeno ligado químicamente a los nitritos y nitratos, removiendo el nitrógeno del agua que escapa como gas del TAx.

En la parte inicial del segundo canal se tiene un sensor de ORP para verificar que prevalezcan condiciones anóxicas en el licor mezclado.

### **Tanque Aereado, TA**

El licor mezclado del TAx pasa al Tanque Aereado (TA) donde se efectúa la remoción de la DBO aún presente en el efluente del FB, así como la nitrificación del NTK.

El TA es de flujo hidráulico tipo pistón, con arreglo de cuatro canales en laberinto. En el TA la concentración de SSTLM es  $\approx 3,250$  mg/l, la edad de lodos total en el reactor es  $< 2.5$  días.

El suministro de aire al TA se efectúa por una red de Difusores de Burbuja Fina (DBF) distribuidos de manera uniforme en el fondo de los canales.

El aire lo suministran los Sopladores de Proceso para Tanque Aereado (SPTA), uno para cada RLA, y un equipo de respaldo común a ambos reactores. La capacidad de los sopladores la determina el aire para proporcionar el oxígeno para biodegradar la DBO y oxidar a nitratos el nitrógeno amoniacal, restando el oxígeno recuperado en la fase de denitrificación.

La recirculación interna de licor mezclado al TAx,  $\approx 150$  % el caudal de agua residual influente, se efectúa por medio de la Bomba de Recirculación Interna (BRI), una en operación por reactor, las bombas son de tipo axial de alto flujo y baja carga.

El TA tiene sensores de oxígeno disuelto para monitorear que la concentración de OD se encuentre en el rango de 1.5 a 2.5 mg/l, controlando la operación del motor de los SPTA para que mediante el suministro de aire se adecúe esta condición de proceso. Por lo anterior, los sopladores cuentan con dispositivo para variación de frecuencia.

El sistema SCADA tiene comunicación con el tablero de control de los sopladores para visualizar las variables de estado de dichos equipos.

En la línea principal de aire procedente del banco de sopladores se tiene medición de presión y de flujo másico de aire.

En la parte final del TA se tienen sensores de NTK y NO<sub>3</sub>, para verificar que el reactor esté nitrificando y que está ocurriendo la denitrificación requerida para no exceder el LMP de NT.

En caso de valores altos de NTT en el licor mezclado efluente (> 40 mg/l), se podrá incrementar el caudal de recirculación de lodo secundario, al 100% del caudal influente, así como derivar efluente primario directo al RLA. En esta situación, el caudal derivado de efluente primario debe estar en el rango del 15 % al 30% del caudal influente.

El licor mezclado efluente del RLA pasa por gravedad hacia la etapa de sedimentación secundaria.

- **Caja Distribuidora de Licor Mezclado, CDLM**

La línea proveniente de cada RLA descarga en la CDLM, misma que efectúa la mezcla de ambas corrientes y distribuye el caudal entre los sedimentadores.

Con esta caja se obtiene flexibilidad operativa ya que permite implementar los siguientes esquemas:

- a) Operar los dos reactores y los dos sedimentadores
- b) Operar dos reactores y un sedimentador
- c) Operar uno u otro reactor con los dos sedimentadores
- d) Operar uno u otro reactor con un sedimentador.

- **Clarificador Secundario, CS**

En dos unidades de CS se efectúa la separación de la biomasa del licor mezclado, son tanques de planta circular con alimentación central del licor mezclado, el agua fluye radialmente hacia el canal perimetral.

Los sólidos del licor mezclado se depositan en la parte inferior del tanque, con fondo inclinado para concentrar los lodos en una tolva. El agua clarificada tiene patrón de flujo radial ascendente y se colecta en un canal perimetral superior.

En el agua clarificada efluente se espera una concentración de SST  $\leq 25$  mg/L, por las siguientes razones: pared lateral profunda, moderada carga hidráulica y operación estable debido al proceso biológico en dos etapas.

La concentración y extracción del lodo depositado se efectúa con rastras rotatorias, las rastras tienen en la parte superior un brazo desnatador que retira las natas que ocasionalmente se forman en los CS.

El accionamiento de las rastras y brazo desnatador es con el Sistema Motriz del Clarificador Secundario (SMCS) que está acoplado a una tornamesa con protección por torque en caso de obstrucción o taponamiento en el fondo y tolva del sedimentador.

En el efluente combinado de los CS se tiene un sensor de SST para monitorear su adecuada operación. Al detectar valores  $> 30$  mg/l de SST se activará una alarma en el panel de control y una alarma visual en la PTAR para alertar de esta situación, indicativa de rebote de lodos y/o arrastre de sólidos en los CS.

- **Cárcamo de Natas Secundarias, CNS**

Las natas secundarias retiradas del CS se descargan por gravedad al CNS, de ahí se envían con la Bomba de Natas Secundarias (BNS), una en operación y una de respaldo, al equipo Espesador de Natas (EN), que las concentra al  $\approx 5$  % y las descarga por gravedad al Tanque de Lodo Espesado. Las bombas serán controladas por medio de niveles y un “timer” que las prende 5 minutos cada 2 horas, o antes cuando el CNS alcanza el nivel máximo preestablecido, de igual forma, el paro de las bombas es cuando se alcanza el nivel mínimo preestablecido.

- **Cárcamo de Recirculación de Lodo, CRL**

El CRL es del tipo “booster”, el lodo que se concentra en la tolva del CS se extrae a través de la línea de succión a la que están acoplados los equipos de bombeo, de ahí parte la corriente de recirculación hacia el reactor biológico.

El lodo secundario se recircula a la CDLA con las Bombas de Recirculación de Lodo (BRL), dos por tren más una bomba de respaldo común, las bombas son centrífugas. La línea de recirculación tiene medidor de flujo electromagnético para registrar los caudales instantáneos y totalizar el volumen de lodo recirculado.

La concentración de sólidos en la línea de recirculación es  $\approx 8,000$  mg/l, el caudal total de recirculación de lodo es del 70 % al 100 % del caudal medio de agua residual influente.

Las BRL tienen variador de frecuencia para ajustar el caudal de recirculación en función del caudal de agua residual influente y los requerimientos de desnitrificación.

La biomasa en exceso se retira del RLA por medio de la Bomba de Purga de Lodo (BPL) una por tren en operación normal y una de respaldo, las bombas son tipo lobular. La purga de lodos se envía al Espesador de Lodo Secundario (ELS). El arranque y paro de la BPL es en función del programa de purga de lodo.

En la línea de purga de lodo se tiene medidor de flujo de tipo electromagnético para registrar el caudal instantáneo y totalizar el volumen de lodo purgado.

- **Sistema de Desinfección, SD**

El efluente del Clarificador Secundario se conduce por gravedad hacia el Sistema de Desinfección, la que se efectúa mediante la aplicación de gas cloro, el sistema de desinfección se moduló en dos Tanques de Contacto de Cloro (TCC).

El sistema de desinfección se diseñó con el tiempo hidráulico de retención y la dosificación de cloro requerida para cumplir la calidad objetivo de < 1000 coliformes fecales como NMP/100 ml.

La geometría de los TCC se apega a las disposiciones de diseño establecidos para: relación tirante hidráulico: ancho de canal, longitud total: ancho de canal y rango de velocidad.

La capacidad del clorador se estableció con base en la demanda máxima horaria de cloro, seleccionando un equipo que satisface dicha demanda e incorporando un equipo de respaldo de igual capacidad, así como un evaporador. Este criterio proporciona la seguridad y flexibilidad requeridas para la desinfección del agua tratada, acorde a los objetivos de calidad establecidos.

Para el manejo seguro y adecuado del consumo y existencias de gas cloro está prevista la instalación de dos básculas, cada una con capacidad para dos tanques de tonelada de cloro, lo que reduce las maniobras de manipulación de los tanques e incrementa la seguridad en el manejo.

El sistema de desinfección incluye los dispositivos de monitoreo y seguridad requeridos para el manejo adecuado y seguro del gas cloro, para el control de emergencias se incluye un sistema de contención y neutralización de fugas de cloro mediante un scrubber.

- **Cisterna de Agua Tratada, CAT**

Una fracción del caudal de agua tratada efluente del TCC se almacenará en la Cisterna de Agua Tratada (CAT), para alimentar los equipos de bombeo del Hidroneumático de Agua Tratada (HAT) para los servicios de la PTAR, tales como riego de áreas verdes, servicios sanitarios, agua de servicios para los equipos de pretratamiento, espesado y desaguado de lodos, entre otros. En el Hidroneumático de Agua Tratada se efectuará el monitoreo de estado y presión.

La línea a gravedad efluente de la CAT tiene un medidor de flujo de tipo electromagnético para registrar los caudales instantáneos y totalizar el volumen de agua tratada enviada a infiltración.

## II) Tren de Tratamiento de Lodos

- **Espesado**

### Lodo primario

El lodo primario se transfiere de la tolva del SP hacia Espesador Gravitacional de Lodo (EGL), por medio de BLP. En el espesador se incrementa al  $\approx 6.5$  % la concentración de sólidos en el lodo.

El lodo primario se retira de la tolva del EGL por medio de la Bomba de Lodo Primario Espesado (BLPE), una en operación y una de respaldo, la bomba es de desplazamiento positivo.

La corriente líquida sobrenadante del EGL se conduce por gravedad hacia el Cárcamo de Recirculación y Alimentación (CRA) del tren de tratamiento de agua.

### **Lodo secundario**

La purga de lodo secundario se bombea al Espesador Mecánico de Lodo (EML), cuyo equipo principal es una mesa con banda perforada de lenta rotación y con chicanas que favorecen la separación y drenado del agua de los lodos.

Se dosifica polímero a una tasa de 5 kg por tonelada de SST en el lodo para incrementar la captura y concentración de sólidos, pasando al  $\approx 5.0\%$ .

El sistema tiene reactor de floculación con accionamiento motriz, preparación y dosificación de polímero y solución de polímero, medición de flujo de lodos y polímero, entre otros periféricos. El arranque de la BPL da la señal de activación de las bombas dosificadoras de polímero y de solución de polímero, las flechas del floculador motriz y los rodillos y bandas.

La corriente de agua de retorno de espesado de lodo secundario se envía por gravedad hacia el Cárcamo de Recirculación y Alimentación (CRA).

- **Tanque de Lodo Espesado, TLE**

El lodo secundario espesado se descarga a gravedad al Tanque de Lodo Espesado (TLE), el cual recibe la descarga por bombeo de lodo primario espesado y la descarga a gravedad de las natas espesadas.

El TLE tiene capacidad de regulación de 8 horas y está equipado con un Agitador Sumergible de Lodo Espesado (ASLE) para mezclar y homogeneizar las corrientes de lodos y natas. El tanque tiene Bomba de Lodo Espesado (BLE), una en operación y una de respaldo, para transferir el lodo hacia la etapa de digestión, previa operación de tamizado.

La BLE tiene variador de frecuencia para ajustar el caudal de alimentación de lodo en función del desempeño del equipo de tamizado y del programa de carga al digestor.

La línea a presión que parte del TLE tiene medidor de flujo de tipo electromagnético para registrar el caudal instantáneo y totalizar el volumen de lodo y natas espesadas enviado a digestión.

El TLE tiene medición de nivel por ultrasonido: en caso de nivel bajo se suspende la operación de las BLE para protegerlas; en caso de que el lodo alcance el nivel máximo arranca la operación de la bomba de respaldo y se activa una alarma en el panel de control y una alarma visual para alertar de esta situación.

- **Tamizado**

El lodo y natas espesados y homogeneizados se envían con la Bomba de Lodo Espesado (BLE) hacia el Tamiz de Lodo Espesado (TALE), uno en operación, con línea de by-pass en caso de falla o mantenimiento del equipo.

En el TALE se retiran las fibras, plumas, cabello, semillas y basura que pasan a través del pretratamiento y se depositan en los lodos. El TALE tiene una zona de cribado fino, seguida por la zona de compactación de sólidos y la de descarga de sólidos.

Los residuos prensados al 40% de sólidos se envían a disposición final. El lodo tamizado continúa su recorrido hacia el Digestor Anaerobio de Lodos.

- **Digestor Anaerobio de Lodo, DAL**

El Digestor Anaerobio de Lodo (DAL) es tipo mesofílico y de alta tasa, con temperatura media de operación de 36 oC. Se proporciona mezclado con la potencia e intensidad suficiente para asegurar una temperatura homogénea, lograr un desempeño estable y evitar la formación de natas y depósitos de sólidos en el tanque.

La edad de lodos de 20 días en el digestor permite lograr una remoción del 45 % en la masa de SSV que ingresa, lo que excede la remoción mínima del 38% establecida en la NOM-004-SEMARNAT-2002.

La geometría del tanque es tipo “silo”, con relación altura: diámetro cercana a 1.0; el tanque es un cilindro de concreto con tapa fija, con fondo y tapa cónica, y con una cámara en la parte superior para alojar equipos de mezclado, sensores, válvulas y registros, entre otros periféricos.

Para el calentamiento del lodo y el digestor se tendrá la Bomba de Recirculación de Lodo Digerido (BRLD), una en operación y una de respaldo. Las bombas toman el lodo del fondo del tanque y lo envían a un intercambiador de calor. El lodo caliente se reincorpora en la parte superior del digestor en un punto cercano al de alimentación de lodo espesado.

Los lodos estabilizados salen del digestor a través de aberturas en la parte alta de la pared recta, por dichas aberturas rebosa el lodo desplazado por la corriente de lodo espesado influente. El efluente de lodo estabilizado se envía por gravedad al Tanque de Lodo Digerido (TLD).

El TLD tiene capacidad para almacenar por 24 horas el lodo digerido, lo que da flexibilidad operativa a la PTAR. En caso de falla de los equipos de desaguado o en el suministro de energía eléctrica, no se afecta el funcionamiento del tren de lodos, al almacenarse los lodos digeridos en tanto se restablecen las condiciones operativas.

- **Aprovechamiento de Biogás, ABG**

El biogás que se genera en la estabilización anaerobia de lodos se extrae en continuo de la cámara en la parte superior del digestor.



El biogás será aprovechado como combustible en los Calentadores de Agua Caliente (CAC). El calor generado en los calentadores se utilizará para calentar agua, las Bombas de Agua Caliente (BAC), una en operación y una de respaldo, la envían hacia los Intercambiadores de Calor (ICC), en los que se eleva la temperatura del lodo digerido en recirculación.

Para el tratamiento del biogás se prevé remover humedad, partículas e impurezas. El acondicionamiento del biogás evitará el desgaste y mantenimiento intensivo en las calderas. Al implementarse la cogeneración será necesario remover el H<sub>2</sub>S y siloxanos del biogás para evitar daño al motor de combustión interna.

Dado que la producción de biogás tiene variaciones en la generación y en la composición del biogás, cuando se efectúe el aprovechamiento del biogás en cogeneración se instalará un Gasómetro de Membrana Plástica (GMP) para almacenar la producción por varias horas.

Con el almacenamiento de biogás se maximiza el beneficio de su aprovechamiento, ya que se tendrá la posibilidad de amortiguar las variaciones en la producción y en el consumo del biogás. Los excedentes no aprovechados serán dispuestos de forma segura en una Antorcha de Quemado de Biogás (AQB), con capacidad para quemar la generación total de biogás y con los dispositivos de respaldo y seguridad requeridos por estas instalaciones.

- **Tanque de Lodo Digerido, TLD**

Los lodos estabilizados se desplazan del DAL y se conducen hacia el TLD. El TLD es un tanque de día, de planta circular, cuya función es evitar interferencias en la operación del DAL y alimentar los equipos de bombeo a desaguado.

El TLD tiene capacidad de regulación de 24 horas y está equipado con un Agitador Sumergible de Lodo Digerido (ASLD) para evitar la formación de depósitos de sólidos y lodo en el fondo del tanque.

El lodo digerido se transfiere a desaguado con la Bomba de Lodo Digerido (BLD), una en operación y un equipo de respaldo. Las BLD tendrán variador de frecuencia para ajustar el caudal de alimentación de lodo en función del desempeño y operación del equipo de desaguado.

El TLD tiene medición de nivel por ultrasonido: en caso de nivel bajo se suspende la operación de las BLD para protegerlas; en caso de que el lodo alcance el nivel máximo se activa una alarma en el panel de control y una alarma visual para alertar de esta situación y suspender la alimentación de lodo espesado al digestor.

- **Desaguado Mecánico de Lodo, DML**

El lodo digerido se envía del TLD al sistema de Desaguado Mecánico de Lodo (DML). El equipo principal es el Filtro Banda con drenado libre seguido de prensa que aplica presión en la zona de descarga de lodo.

Los lodos desaguados o biosólidos tendrán una concentración de sólidos en el rango del 19 al 22 %, en función del porcentaje de lodo secundario en la mezcla de lodo a digestión. Se dosifica polímero a una tasa de 6 kg por tonelada de SST en el lodo.

El sistema de DML cuenta con reactor de floculación, preparación y dosificación de polímero y solución de polímero, medición de flujo de lodo y polímero, compresor y otros periféricos; estará automatizado y controlado por el tablero de control del paquete de desaguado.

El arranque de la BLD da la señal de activación de las bombas dosificadoras de polímero y de solución de polímero, los rodillos y bandas, de la flechas del floculador, del compresor, así como de la bomba de lavado.

La corriente de agua de retorno de desaguado de lodo digerido se envía por gravedad al Cárcamo de Retorno de Desaguado (CRD). El CRD cuenta con la Bomba de Retorno de Desaguado (BRD), una en operación y una de respaldo, de tipo centrifugo. Esta corriente con alta concentración de DBO, SST y nutrientes se bombea hacia la Caja Distribuidora a Lodos Activados.

- **Sistema de Control de Olor**

Para controlar la emisión de mal olor y minimizar las molestias a la población asentada en la periferia de la PTAR, está prevista la instalación de cubiertas de material plástico para contener el aire sucio dentro de las estructuras del tren de tratamiento de agua que a continuación se indican:

- Caja distribuidora y canal de cribado grueso y fino
- Caja Distribuidora de Agua Pretratada
- Sedimentador Primario

En el tren de tratamiento de lodos se tendrán cubiertas en las siguientes unidades y equipos:

- Espesador Gravitacional de Lodo,
- Tanque de Lodo Espesado
- Tanque de Lodo Digerido
- Equipo de Desaguado Mecánico de Lodo
- Cárcamo de Retorno de Desaguado

Para el tratamiento del aire sucio que se extrae de las unidades en que se contiene, se instalarán Filtros Biológicos de Control de Olor (FBCO). Son dos las unidades de FBCO, una para la etapa de pretratamiento y tratamiento primario, y otra para las unidades del tren de tratamiento de lodos.

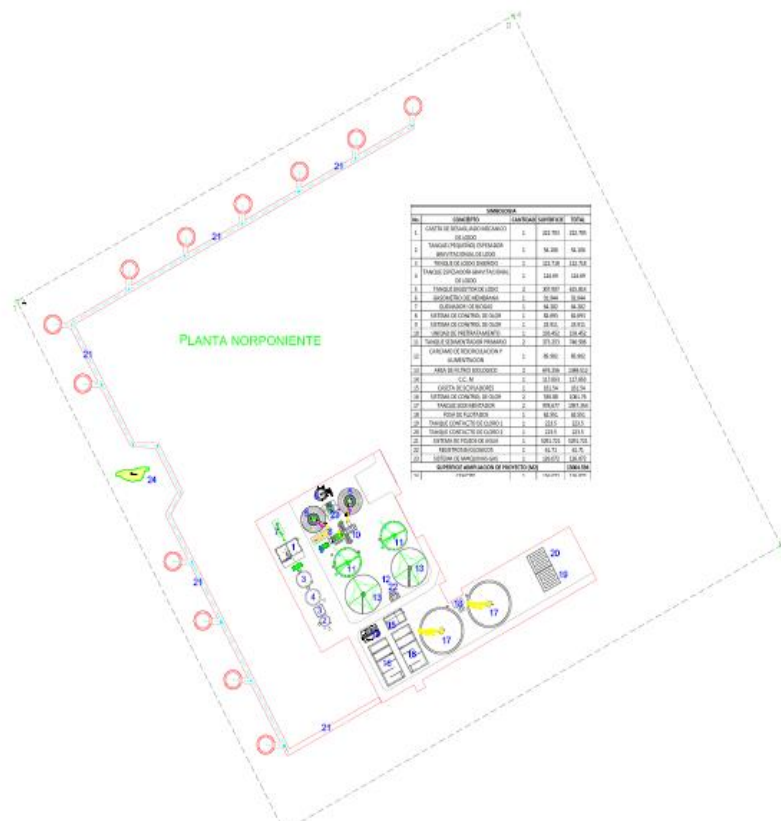
El aire sucio contenido en las unidades se extrae con Ventilador Centrífugo (VC), a una tasa de 5 cambios de aire por hora, lo que provoca un ligero vacío y evita que el aire sucio escape de las unidades.

El FBCO es un lecho de composta y/o material de soporte instalado sobre una base que aloja las líneas de distribución de aire, el sistema se instala en un contenedor que capta el aire filtrado y lo libera a la atmósfera a través de una columna de descarga. El filtro biológico es un sistema eficiente que remueve más del 99% del H<sub>2</sub>S en el aire sucio, amoniaco y compuestos orgánicos volátiles.

El funcionamiento del FBCO es simple, no requiere productos químicos para su operación, requiere energía eléctrica para los ventiladores que extraen el aire sucio, así como la adición de agua tratada para humidificar el aire sucio alimentado y mantener húmedo el lecho. La composta agotada será sustituida cada 3 a 5 años en función de la intensidad de su uso y del contenido de H<sub>2</sub>S a remover.

### Descripción de grafica del proyecto de Ampliación de PTAR Norponiente

El proyecto de “Ampliación de la PTAR Norponiente” conlleva la construcción de una serie de obras para poder llevar a cabo el proceso de tratamiento de aguas residuales, mismas que se señalan a continuación:



**Figura 2.1.2.-** Descripción de obras que se construirán para el desarrollo del proyecto “Ampliación de PTAR Norponiente”

## DESCRIPCION DE OBRAS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

SIMBOLOGIA				
No.	CONCEPTO	CANTIDAD	SUPERFICIE	TOTAL
1	CASETA DE DESAGUADO MECANICO DE LODO	1	222.703	222.703
2	TANQUE (PEQUEÑO) ESPESADOR GRAVITACIONAL DE LODO	1	54.106	54.106
3	TANQUE DE LODO DIGERIDO	1	122.718	122.718
4	TANQUE ESPESADOR GRAVITACIONAL DE LODO	1	124.69	124.69
5	TANQUE DIGESTOR DE LODO	2	307.907	615.814
6	GASOMETRO DE MEMBRANA PLASTICA	1	91.944	91.944
7	QUEMADOR DE BIOGAS	1	64.282	64.282
8	SISTEMA DE CONTROL DE OLOR	1	82.693	82.693
9	SISTEMA DE CONTROL DE OLOR	1	23.911	23.911
10	UNIDAD DE PRETRATAMIENTO	1	193.452	193.452
11	TANQUE SEDIMENTADOR PRIMARIO	2	373.253	746.506
12	CARCAMO DE RECIRCULACION Y ALIMENTACION	1	85.902	85.902
13	AREA DE FILTRO BIOLOGICO	2	674.256	1348.512
14	C.C.M	1	117.653	117.653
15	CASETA DE SOPLADORES	1	161.54	161.54
16	SISTEMA DE CONTROL DE OLOR	2	530.88	1061.76
17	TANQUE SEDIMENTADOR SECUNDARIO	2	978.677	1957.354
18	FOSA DE FLOTADOS	1	62.551	62.551
19	TANQUE CONTACTO DE CLORO 1	1	223.5	223.5
20	TANQUE CONTACTO DE CLORO 2	1	223.5	223.5
21	SISTEMA DE POZOS DE AGUA	1	5291.721	5291.721
22	REGISTROS BIOLOGICOS	1	61.71	61.71
22	SISTEMA DE MAQUINAS GAS	1	126.072	126.072
<b>SUPERFICIE AMPLIACION DE PROYECTO (M2)</b>				<b>13,064.594</b>

**Tabla 2.1.3.- Obras que integran el proyecto "Ampliación de PTAR Norponiente"**

Dentro del predio donde se desarrollara el proyecto se cuenta con un cenote, el cual no se está aprovechando, ni se pretende aprovechar, dentro de las medidas preventivas y mitigación se contemplará la protección de este cenote, este cuenta con una superficie de 126.07 m<sup>2</sup>

### II.1.2 Objetivo del proyecto

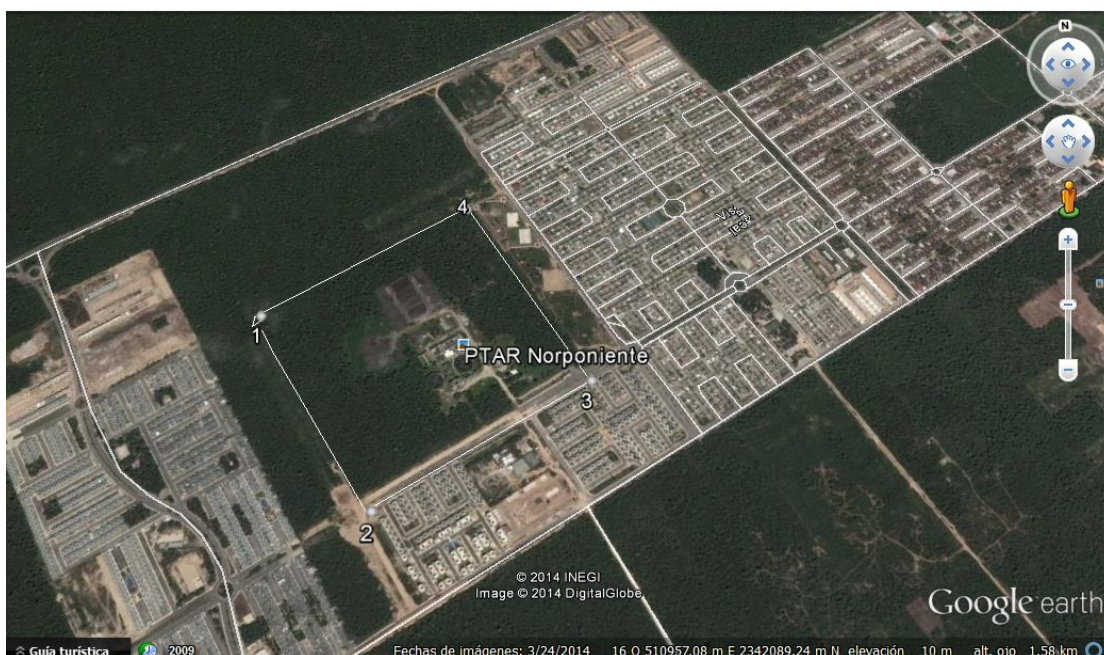
El proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento Agua Residual Norponiente”, tiene como objetivo la remoción de la vegetación de un terreno forestal para llevar a cabo la construcción de nuevas obras que serán utilizadas para el tratamiento de las aguas residuales generadas por la población de Cancún en el Municipio de Benito Juárez, de manera eficiente y con el mínimo impacto ambiental. Por lo que es necesario implementar la infraestructura para satisfacer los requerimientos de la población y proporcionar el servicio de tratamiento de agua residual a los ciudadanos de Cancún.

Es por ello que en términos generales los objetivos del presente proyecto están basados en contribuir al desarrollo planificado y ordenado que las autoridades y la población desean para la ciudad de Cancún, cabecera del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, incrementar la infraestructura de tratamiento para aguas residuales en la zona norponiente de la ciudad de Cancún que de acuerdo con los instrumentos de planeación se desea vaya la tendencia de crecimiento urbano, contribuir de manera directa en el sector inmobiliario, ya que habrá de favorecer la mejora en la calidad de vida y evitar problemas de olores por falta de capacidad de tratamiento en la zona antes mencionada.

### II.1.3 Ubicación física

La Planta Norponiente actualmente cuenta con una extensión de 182,704.41 m<sup>2</sup> de 200,000.00<sup>1</sup> m<sup>2</sup> en su origen; está ubicada en PARCELA NO. 1108, DEL EJIDO DE ISLA MUJERES, MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, DE QUINTANA ROO, C.P. 77510

<sup>1</sup> La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Quintana Roo, cedió al municipio de Benito Juárez una superficie equivalente a



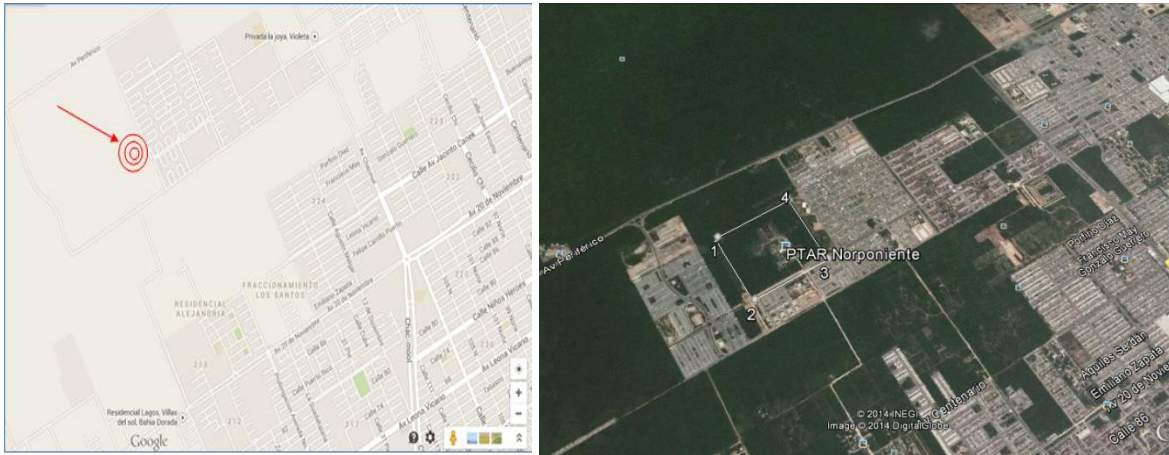
**Figura 2.1.3.-** Ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente

Punto	X	Y
1	510580.357	2342167.355
2	510792.144	2341773.472
3	511186.005	2341986.037
4	510973.601	2342379.595

**Tabla 2.1.4.-** Coordenadas UTM del predio donde se desarrollara el proyecto.

### II.1.4 Urbanización del área

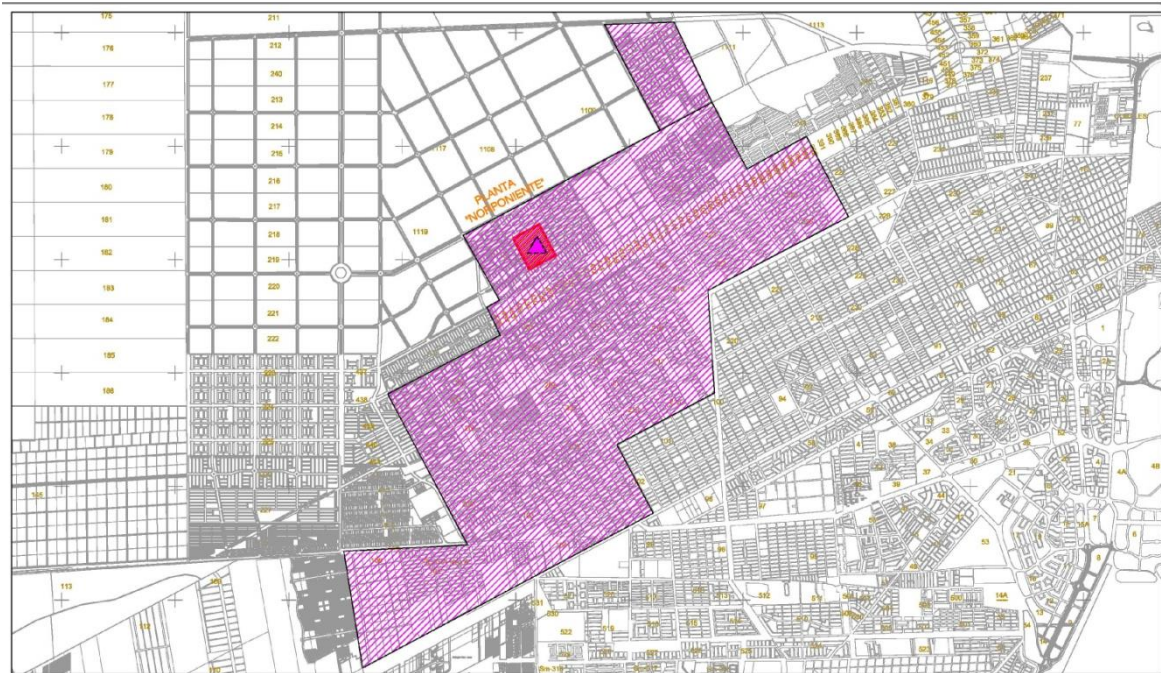
El proyecto se ubica dentro de la zona urbana de la ciudad de Cancún en el Municipio de Benito Juárez, teniendo las siguientes colindancias:



**Figura 2.1.4.-** Ubicación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente

Rumbo	Colindancia	Distancia (m)	Descripción
Norte	Selva mediana subperennifolia, Av. Periférico	270	Futuro habitacional
Este	Terreno en breña	200	Destinado a equipamiento urbano
	Fraccionamiento habitacional Residencial	320	Habitacional en construcción
Sur	Fraccionamiento habitacional	160	Habitacional
Oeste	Construcción fraccionamiento habitacional	280	Habitacional

**Tabla 2.1.5.-** Colindancias del proyecto a un radio aproximado de 500 m.



**Figura 2.1.5.-** Ubicación del sitio de la Planta Norponiente y cobertura de servicio.

Las colindancias de la PTAR Norponiente en el radio de 500 metros se establecen a continuación:

**Al norte:** La PTAR Norponiente colinda con terrenos propiedad de Consorcio de Ingeniería Integral S.A. de C.V., con lotes cubiertos por selva mediana subperennifolia con diferentes grados de conservación y vegetación indicadora de perturbación por situaciones naturales y antropogénicas. Estos terrenos están destinados para equipamiento urbano a futuro.



**Figura 2.1.6.-** Vista de la colindancia Norte de la PTAR Norponiente



**Al este:** Se ubica un terreno despalmado que es ocupado como base de una ruta de transporte y un pequeño comercio y al frente de éste un fraccionamiento habitado.



**Figura 2.1.7.-** Vista de la colindancia Este de la PTAR Norponiente, donde se observa que el terreno ha sido desmontado y despalmado y es utilizado como base-estacionamiento de una ruta de transporte urbano.



**Figura 2.1.8.-** En la colindancia Este también se aprecia que el terreno despalmado tiene instalado un pequeño comercio.



**Figura 2.1.9.-** Colindancia Este después del terreno en breña, existe un fraccionamiento habitado

**Al sur:** Fraccionamientos habitados.



**Figura 2.1.10.-** Colindancia Sur.

**Al Oeste:** La colindancia Oeste muestra zona en construcción de casas habitación, se muestra que el terreno ya fue desmontado y despalmado, con avance significativo en terracerías y ya se encuentra una zona en obra negra.

Existe movimiento continuo de maquinaria y personal de la obra, se observan polvaredas resultantes del movimiento de tierras.



**Figura 2.1.11.-** Colindancia Oeste

De acuerdo con lo anterior, se observan dentro del radio de 500 m como zonas vulnerables los fraccionamientos colindantes al Este y Sur, y posterior a terminar su construcción, será vulnerable la colindancia Oeste.

La mayoría de las viviendas del área urbana de Cancún son unifamiliares con paredes de piedra o block y techo de losa y/o de cartón. La densidad poblacional, según estadísticas del INEGI, es de 316 hab. / Km<sup>2</sup>. En el radio de 500 m de la PTAR Norponiente el uso de suelo predominante es habitacional, con algunos pequeños comercios familiares.

### **II.1.5 Inversión requerida**

La inversión estimada por concepto de cambio de uso de suelo y construcción del proyecto es de \$237'000,000 pesos (doscientos treinta y siete millones de pesos 00/100 m.n)

Las obras proyectadas, implica la generación de medidas para la prevención y mitigación de impactos ambientales, ya que con la generación de este proyecto se pretenden alcanzar un mayor nivel de Saneamiento a nivel municipal, con ello se está previniendo y mitigando los efectos ambientales que trae como consecuencia no contar con tal infraestructura. Estos efectos van desde los malos olores, hasta las enfermedades provocadas por esta causa, así como la propagación de fauna nociva.

Del mismo modo, dentro de este proyecto se están considerando áreas verdes en la superficie libre del predio donde se ubicará la ampliación de la PTAR cuyo costo se absorberá dentro del presupuesto anual de operación del proyecto una vez construida la planta.

## II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

### II.2.1 Dimensiones del proyecto

La ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual conlleva la actualización de la capacidad instalada de tratamiento y volúmenes de agua residual por tratar, a continuación se presenta una descripción de cómo quedarán las características del sistema de tratamiento de agua residual y las obras que requerirán para este fin:

#### a) Caudal de agua residual influente

Caudal medio: 400 l/s (1,440 m<sup>3</sup>/h)

- Con base en dotación de 230 litros por habitante - día,
- 75 % de coeficiente de retorno y cobertura del 100 %

Caudal máximo: 600 l/s (2,160 m<sup>3</sup>/h)

#### b) Calidad del agua residual cruda

Parámetro	Concentración Promedio, mg/l	Concentración de Diseño, mg/l
DBO	417.0	479.6
DBO soluble	208.5	239.8
DQO	925.7	1,064.6
SST	398.0	457.7
SSV	298.5	343.3
NTK	75.2	86.5
Fósforo	11.6	13.3

**Tabla 2.1.6.-** Calidad del agua residual cruda

#### c) Capacidad de la PTAR

- Masa de DBO influente (promedio): 14,412 kg/día
- Población equivalente: 240,000 habitantes
- Con base en aportación de 60 gDBO por habitante por día

#### d) Destino y calidad del agua tratada

Cuerpo receptor,	Subsuelo, infiltrada a 100 de profundidad
Norma:	NOM-003-SEMARNAT-1997
Tipo:	Reuso con contacto indirecto
LMP's Promedio Mensual:	
• DBO:	≤ 30 mg/l
• SST:	≤ 30 mg/l
• NT:	≤ 40 mg/l
• PT:	≤ 15 mg/l
• CF:	≤ 1000 NMP/100 ml
• HH:	≤ 5 h/l

#### e) Calidad de los biosólidos

- Norma: NOM-004-SEMARNAT-2002
- Destrucción de SSV: > 38%
- Clase: "B"
- Concentración de sólidos: > 18.0 %

#### f) Condiciones del sitio

- Temperatura ambiental, variante °C
- Temperatura del agua residual, variante °C
- Nivel del terreno natural, 6 a 8 msnmm
- Presión atmosférica, 759 mm Hg

#### g) Tren de tratamiento de agua

- Pretratamiento
- Sedimentación primaria
- Cárcamo de recirculación y alimentación
- Tratamiento Dual: Filtro biológico y Reactor de lodos activados
- Sedimentación secundaria
- Desinfección con gas cloro

#### h) Tren de tratamiento de lodos

- Espesado de lodos y natas
- Tamizado
- Digestión Anaerobia
- Aprovechamiento de biogás
- Desaguado mecánico

### II.2.1.1 Unidades que Integran la ampliación de la PTAR Norponiente.

La Ampliación de la PTAR Norponiente está integrada por dos grandes sistemas: el Tren de Tratamiento de Agua y el Tren de Tratamiento de Lodos, ambos trenes a su vez están conformados por diversas operaciones y procesos de tratamiento, con sus respectivos equipos, sistemas y unidades complementarias.

Tren de Tratamiento de Agua		Tren de Tratamiento de Lodos	
Pretratamiento	PT	Cárcamo de natas primarias	CNP
Caja distribuidora de agua pretratada	CDAP	Cárcamo de natas secundarias	CNS
Sedimentación primaria	SP	Espesado de natas	EGL
Caja distribuidora de agua primaria	CDAP	Espesado gravitacional de lodo primario	EGL
Cárcamo de recirculación y alimentación	CRA	Espesado mecánico de lodo secundario	EML
Caja distribuidora a filtro biológico	CDFB	Tanque de lodo espesado	TLE
Filtro biológico	FB	Tamizado de lodo espesado	TLE
Caja distribuidora a lodos activados	CDLA	Digestor anaerobio de lodo	DAL
Reactor de lodos activados	RLA	Aprovechamiento de biogás	ABG
Clarificación secundaria	CS	Tanque de lodo digerido	TLD
Desinfección de agua tratada	DAT	Desaguado de lodo digerido	DLD
Infiltración de agua tratada	IAT	Cárcamo de Retorno de Desaguado	CRD

**Tabla 2.1.7.-** Unidades y estructuras de proceso de la Ampliación de la PTAR Norponiente.

Concepto	Unidad	SP	CRA	FB	RLA	CS	TCC
Tipo		Convencional	Húmedo	Medio plástico, Remoción de DBO	Remoción biológica de Nitrógeno. Preanóxico, flujo pistón	Convencional	
Número de unidades	-	2	1	2	2	2	2
Planta		Circular	Rectangular	Circular	Rectangular	Circular	Rectangular
Diámetro	m	21.0	--	28.5	--	34.5	--
Ancho	m	--	6.0	--	15.0	--	12.1
Longitud	m	--	12.0	--	31.3	--	12.8
Profundidad hidráulica	m	3.5	3.0	4.88	5.5	4.0	3.0
Área	m <sup>2</sup>	346	72.0	638	470	935	155
Volumen	m <sup>3</sup>	1,333	215	3,100	2,582	3,739	463
Tiempo hidráulico de retención, caudal medio	hora	1.9	0.10	NA	3.44	2.50	0.62

**Tabla 2.1.8.-** Unidades Dimensiones y capacidad de las principales estructuras de proceso del

## tren de tratamiento de agua

Descripción	Unidad	EGL	CNS	TLE	DAnL	TLD
Tipo		Gravitacional				
Número de unidades	-	1	1	1	2	1
Planta		Circular	Circular	Rectangular	Circular	Circular
Diámetro	m	9.3		--	18.0	7.0
Ancho	m	--		3.6	--	--
Longitud	m	--		3.6	--	--
Profundidad hidráulica o de medio	m	3.5		4.1	20.0	4.1
Área	m <sup>2</sup>			13.0	254.5	38.5
Volumen	m <sup>3</sup>	68		53.1	4,530	157.8
Tiempo hidráulico de retención	hora	22.2		9.2	20 días	27.5

**Tabla 2.1.9.-** Dimensiones y capacidad de las principales estructuras de proceso del tren de tratamiento de lodos

### II.2.1.2 Descripción de proyecto de Ampliación de PTAR Norponiente

#### I) Tren de Tratamiento de Agua

El agua residual cruda llega al sitio de la PTAR Norponiente a través de las líneas de impulsión provenientes de diversos cárcamos de agua residual cercanos.

- **Pretratamiento, PT**

La PTAR Norponiente II inicia en la etapa de pretratamiento, que consiste en dos módulos de Cribado Grueso Manual (CGM) de 25 mm de claro, Cribado Fino Automático (CFA) de 3 mm de claro y Desarenación tipo Vórtice (DV) de alimentación tangencial; como sistemas complementarios se tiene Prensado de Sólidos (PS) y Lavador de Arena (LA).

El desarenador cuenta con un Sistema Motriz (SMD) que acciona un agitador de baja velocidad para mejorar la circulación y velocidad del agua en la cámara. La extracción de las arenas depositadas en el cono del desarenador se efectúa con la Bomba de Arenas (BA), una por desarenador, la bomba es tipo air-lift.

La etapa de pretratamiento tiene dos líneas de excedencia con capacidad para 600 l/s, para desalojar las corrientes de agua residual cruda y agua pretratada. La línea de excedencia tiene conexión a la batería de pozos de infiltración de agua primaria.

El agua de retorno generada en Prensado de Sólidos se descarga al canal de cribado; la corriente de retorno del Lavador de Arenas se conduce por gravedad hacia el Cárcamo de Recirculación y Alimentación.

- **Caja Distribuidora de Agua Pretratada, CDAP**

El agua pretratada efluente de la etapa de pretratamiento vierte en la Caja de Distribución de Agua Pretratada adosada. La función de la caja es controlar y distribuir esta corriente, mediante 2 compuertas vertedoras (CV), hacia los Sedimentadores Primarios. Las CV son de accionamiento manual.

- **Sedimentación Primaria, SP**

El agua pretratada ingresa a las 2 unidades de Sedimentación Primaria, en las que se efectúa la remoción gravitacional de una fracción de la DBO y de los SST. Los SP son de planta circular y fondo cónico, con extracción de lodos en la tolva mediante rastras giratorias en su diámetro, accionadas por el Sistema Motriz del Sedimentador Primario (SMSP).

El agua primaria fluye por la parte superior hacia el Cárcamo de Recirculación y Alimentación, mientras que el lodo primario se extrae de las tolvas para enviarse al Espesador Gravitacional de Lodo Primario (EGLP).

El lodo primario se retira con la Bomba de Lodo Primario (BLP), una por cada sedimentador y una de respaldo común, la bomba es de desplazamiento positivo.

El sistema motriz tiene un brazo desnatador que arrastra las natas y grasas flotantes y las vierte en una caja que descarga al Cárcamo de Natas Primarias (CNP). Las natas se transfieren con la Bomba de Natas Primarias (BNP), una en operación y una de respaldo, de desplazamiento positivo. Las natas al  $\approx 1.0\%$ , se envían al Espesador de Natas (EN) que las concentra al  $\approx 5\%$  y las descarga por gravedad al Tanque de Lodo Espesado.

- **Cárcamo de Recirculación y Alimentación, CRA**

El CRA es un tanque de planta rectangular que recibe a las siguientes corrientes:

- a) Agua efluente primaria
- b) Agua efluente de filtro biológico para recirculación,
- c) Agua de retorno del lavador de arenas,
- d) Recirculación de lodo secundario (eventual),
- e) Agua de retorno del espesado de lodos.

La recirculación de lodo secundario al FB se espera que opere eventualmente y su objetivo es ayudar a controlar eventos de emisión de mal olor y mejorar la sedimentabilidad del lodo secundario.



- **Recirculación**

Una fracción del agua efluente de FB se recircula por gravedad hacia el CRA y complementa la tasa mínima de mojado requerida en el filtro, en las horas en que el caudal de agua residual es insuficiente para satisfacer la tasa de aplicación.

El diseño del FB requiere un caudal de recirculación de 120 l/s para ambos filtros, en la caja de salida del FB se tiene una compuerta vertedora para ajustar el caudal efluente que retornará al CRA.

- **Alimentación**

El efluente primario y la recirculación de efluente de filtro biológico se combinan con las corrientes de retorno de espesado de lodos y natas.

El CRA eleva la corriente combinada hacia el Filtro Biológico, para tal efecto cuenta con 4 unidades de Bomba de Alimentación a Filtro Biológico (BAFB), con capacidad conjunta para 600 l/s (400 + 120 l/s a caudal medio, o 600 l/s de caudal máximo), más un equipo de respaldo.

La operación de las BAFB es controlada por el medidor de nivel del CRA, que determinará el arranque y paro de dichas bombas en función del tirante hidráulico registrado. Una de las BALA tiene variador de frecuencia para ajustar el caudal enviado el FB.

- **Derivación de agua primaria**

En el CRA se puede efectuar la distribución del efluente primario directamente a Reactor de Lodos Activados, en alguna de estas situaciones:

- a) El FB se podrá construir en una etapa posterior, por lo que se requiere una línea para enviar el agua primaria que se pueda tratar en el Reactor de Lodos Activados (RLA).
- b) Cuando se requiera más carbono (DBO) en el reactor para el proceso de denitrificación.

El funcionamiento de esta línea de conducción es por carga hidráulica, ya que está situada a una elevación superior a la estructura que tiene como destino. El control del caudal del agua derivada del CRA es por medio de compuertas de accionamiento manual.

- **Caja Distribuidora al Filtro Biológico, CDFB**

El agua primaria combinada con agua de recirculación a filtro se descarga a presión en la parte baja de la CDFB. La función de la caja es distribuir esta corriente hacia los Filtros Biológicos, mediante 2 compuertas vertedoras (CV). Las CV son de accionamiento manual.

La línea hacia el Filtro Biológico tiene un medidor de flujo de tipo electromagnético para registrar los caudales instantáneos y totalizar el volumen de agua primaria enviada a tratamiento secundario.

- **Filtro Biológico, FB**

La corriente proveniente de la CDFB ingresa por carga hidráulica a la columna central del Filtro Biológico (FB), que la entrega en la parte superior del filtro al Brazo Distribuidor (BD) de accionamiento motriz. El FB contiene a los Módulos de Medio Plástico (MMP), de tipo cruzado con diseño para remoción de DBO superior al 70 %.

El agua efluente del FB se colecta en la parte inferior del falso fondo y soportes, prefabricados y de material plástico. La base del FB tiene ligera pendiente hacia el canal central que colecta el efluente y lo conduce a un registro final, que lo envía a la siguiente etapa biológica. Este registro tiene una compuerta vertedora para ajustar o cancelar el caudal de recirculación al FB, a través del CRA.

- **Caja Distribuidora a Lodos Activados, CDLA**

El agua efluente del FB se conduce por gravedad a la Caja Distribuidora a Lodos Activados (CDLA); la caja también recibe las siguientes corrientes:

- a) Recirculación de lodo secundario,
- b) Retorno de desaguado de lodo digerido,
- c) Efluente primario (estacionalmente).

La función de la caja es mezclar las corrientes y distribuir las a los Reactores de Lodos Activados. La distribución del caudal se efectúa mediante 2 compuertas vertedoras, las cuales son de accionamiento manual.

- **Reactor de Lodos Activados, RLA**

El Reactor de Lodos Activados (RLA) está modulado en dos unidades con operación en paralelo, el RLA se divide en dos secciones que operan en serie: el TAX y el TA.

**Tanque Anóxico, TAX**

La corriente combinada efluente de la CDLA pasa por gravedad al Tanque Anóxico (TAX). El TAX es de flujo hidráulico tipo pistón, con arreglo de dos canales en laberinto, sin aereación y con dos Agitadores Sumergibles (ASTax), uno al inicio de cada canal.

En el TAX se efectúa el proceso de desnitrificación, que ocurre al mezclar la DBO del efluente del FB y la DBO del efluente primario, con la corriente de recirculación de lodo secundario, misma que proporciona los nitratos producidos en la etapa aerada, complementada con la recirculación interna proveniente de la parte final del TA. Esta última se descarga ahogada al inicio del TAX.

La remoción del nitrógeno se efectúa por gran variedad de bacterias que para oxidar el sustrato orgánico presente, en ausencia de oxígeno disuelto, toman el oxígeno ligado químicamente a los nitritos y nitratos, removiendo el nitrógeno del agua que escapa como gas del TAX.

En la parte inicial del segundo canal se tiene un sensor de ORP para verificar que prevalezcan condiciones anóxicas en el licor mezclado.

### **Tanque Aereado, TA**

El licor mezclado del TAX pasa al Tanque Aereado (TA) donde se efectúa la remoción de la DBO aún presente en el efluente del FB, así como la nitrificación del NTK.

El TA es de flujo hidráulico tipo pistón, con arreglo de cuatro canales en laberinto. En el TA la concentración de SSTLM es  $\approx 3,250$  mg/l, la edad de lodos total en el reactor es  $< 2.5$  días.

El suministro de aire al TA se efectúa por una red de Difusores de Burbuja Fina (DBF) distribuidos de manera uniforme en el fondo de los canales.

El aire lo suministran los Sopladores de Proceso para Tanque Aereado (SPTA), uno para cada RLA, y un equipo de respaldo común a ambos reactores. La capacidad de los sopladores la determina el aire para proporcionar el oxígeno para biodegradar la DBO y oxidar a nitratos el nitrógeno amoniacal, restando el oxígeno recuperado en la fase de denitrificación.

La recirculación interna de licor mezclado al TAX,  $\approx 150$  % el caudal de agua residual influente, se efectúa por medio de la Bomba de Recirculación Interna (BRI), una en operación por reactor, las bombas son de tipo axial de alto flujo y baja carga.

El TA tiene sensores de oxígeno disuelto para monitorear que la concentración de OD se encuentre en el rango de 1.5 a 2.5 mg/l, controlando la operación del motor de los SPTA para que mediante el suministro de aire se adecúe esta condición de proceso. Por lo anterior, los sopladores cuentan con dispositivo para variación de frecuencia.

El sistema SCADA tiene comunicación con el tablero de control de los sopladores para visualizar las variables de estado de dichos equipos.

En la línea principal de aire procedente del banco de sopladores se tiene medición de presión y de flujo másico de aire.

En la parte final del TA se tienen sensores de NTK y  $\text{NO}_3$ , para verificar que el reactor esté nitrificando y que está ocurriendo la denitrificación requerida para no exceder el LMP de NT.

En caso de valores altos de NTT en el licor mezclado efluente ( $> 40$  mg/l), se podrá incrementar el caudal de recirculación de lodo secundario, al 100% del caudal influente, así como derivar efluente primario directo al RLA. En esta situación, el caudal derivado de efluente primario debe estar en el rango del 15 % al 30% del caudal influente.

El licor mezclado efluente del RLA pasa por gravedad hacia la etapa de sedimentación secundaria.

- **Caja Distribuidora de Licor Mezclado, CDLM**

La línea proveniente de cada RLA descarga en la CDLM, misma que efectúa la mezcla de ambas corrientes y distribuye el caudal entre los sedimentadores.

Con esta caja se obtiene flexibilidad operativa ya que permite implementar los siguientes esquemas:

- a) Operar los dos reactores y los dos sedimentadores
- b) Operar dos reactores y un sedimentador
- c) Operar uno u otro reactor con los dos sedimentadores
- d) Operar uno u otro reactor con un sedimentador.

- **Clarificador Secundario, CS**

En dos unidades de CS se efectúa la separación de la biomasa del licor mezclado, son tanques de planta circular con alimentación central del licor mezclado, el agua fluye radialmente hacia el canal perimetral.

Los sólidos del licor mezclado se depositan en la parte inferior del tanque, con fondo inclinado para concentrar los lodos en una tolva. El agua clarificada tiene patrón de flujo radial ascendente y se colecta en un canal perimetral superior.

En el agua clarificada efluente se espera una concentración de SST  $\leq 25$  mg/L, por las siguientes razones: pared lateral profunda, moderada carga hidráulica y operación estable debido al proceso biológico en dos etapas.

La concentración y extracción del lodo depositado se efectúa con rastras rotatorias, las rastras tienen en la parte superior un brazo desnatador que retira las natas que ocasionalmente se forman en los CS.

El accionamiento de las rastras y brazo desnatador es con el Sistema Motriz del Clarificador Secundario (SMCS) que está acoplado a una tornamesa con protección por torque en caso de obstrucción o taponamiento en el fondo y tolva del sedimentador.

En el efluente combinado de los CS se tiene un sensor de SST para monitorear su adecuada operación. Al detectar valores  $> 30$  mg/l de SST se activará una alarma en el panel de control y una alarma visual en la PTAR para alertar de esta situación, indicativa de rebote de lodos y/o arrastre de sólidos en los CS.

- **Cárcamo de Natas Secundarias, CNS**

Las natas secundarias retiradas del CS se descargan por gravedad al CNS, de ahí se envían con la Bomba de Natas Secundarias (BNS), una en operación y una de respaldo, al equipo Espesador de

Natas (EN), que las concentra al  $\approx 5\%$  y las descarga por gravedad al Tanque de Lodo Espesado. Las bombas serán controladas por medio de niveles y un “timer” que las prende 5 minutos cada 2 horas, o antes cuando el CNS alcanza el nivel máximo preestablecido, de igual forma, el paro de las bombas es cuando se alcanza el nivel mínimo preestablecido.

- **Cárcamo de Recirculación de Lodo, CRL**

El CRL es del tipo “booster”, el lodo que se concentra en la tolva del CS se extrae a través de la línea de succión a la que están acoplados los equipos de bombeo, de ahí parte la corriente de recirculación hacia el reactor biológico.

El lodo secundario se recircula a la CDLA con las Bombas de Recirculación de Lodo (BRL), dos por tren más una bomba de respaldo común, las bombas son centrífugas. La línea de recirculación tiene medidor de flujo electromagnético para registrar los caudales instantáneos y totalizar el volumen de lodo recirculado.

La concentración de sólidos en la línea de recirculación es  $\approx 8,000$  mg/l, el caudal total de recirculación de lodo es del 70 % al 100 % del caudal medio de agua residual influente.

Las BRL tienen variador de frecuencia para ajustar el caudal de recirculación en función del caudal de agua residual influente y los requerimientos de denitrificación.

La biomasa en exceso se retira del RLA por medio de la Bomba de Purga de Lodo (BPL) una por tren en operación normal y una de respaldo, las bombas son tipo lobular. La purga de lodos se envía al Espesador de Lodo Secundario (ELS). El arranque y paro de la BPL es en función del programa de purga de lodo.

En la línea de purga de lodo se tiene medidor de flujo de tipo electromagnético para registrar el caudal instantáneo y totalizar el volumen de lodo purgado.

- **Sistema de Desinfección, SD**

El efluente del Clarificador Secundario se conduce por gravedad hacia el Sistema de Desinfección, la que se efectúa mediante la aplicación de gas cloro, el sistema de desinfección se moduló en dos Tanques de Contacto de Cloro (TCC).

El sistema de desinfección se diseñó con el tiempo hidráulico de retención y la dosificación de cloro requerida para cumplir la calidad objetivo de  $< 1000$  coliformes fecales como NMP/100 ml. La geometría de los TCC se apega a las disposiciones de diseño establecidos para: relación tirante hidráulico: ancho de canal, longitud total: ancho de canal y rango de velocidad.

La capacidad del clorador se estableció con base en la demanda máxima horaria de cloro, seleccionando un equipo que satisface dicha demanda e incorporando un equipo de respaldo de

igual capacidad, así como un evaporador. Este criterio proporciona la seguridad y flexibilidad requeridas para la desinfección del agua tratada, acorde a los objetivos de calidad establecidos. Para el manejo seguro y adecuado del consumo y existencias de gas cloro está prevista la instalación de dos básculas, cada una con capacidad para dos tanques de tonelada de cloro, lo que reduce las maniobras de manipulación de los tanques e incrementa la seguridad en el manejo.

El sistema de desinfección incluye los dispositivos de monitoreo y seguridad requeridos para el manejo adecuado y seguro del gas cloro, para el control de emergencias se incluye un sistema de contención y neutralización de fugas de cloro mediante un scrubber.

- **Cisterna de Agua Tratada, CAT**

Una fracción del caudal de agua tratada efluente del TCC se almacenará en la Cisterna de Agua Tratada (CAT), para alimentar los equipos de bombeo del Hidroneumático de Agua Tratada (HAT) para los servicios de la PTAR, tales como riego de áreas verdes, servicios sanitarios, agua de servicios para los equipos de pretratamiento, espesado y desaguado de lodos, entre otros. En el Hidroneumático de Agua Tratada se efectuará el monitoreo de estado y presión.

La línea a gravedad efluente de la CAT tiene un medidor de flujo de tipo electromagnético para registrar los caudales instantáneos y totalizar el volumen de agua tratada enviada a infiltración.

## **II) Tren de Tratamiento de Lodos**

- **Espesado**

### **Lodo primario**

El lodo primario se transfiere de la tolva del SP hacia Espesador Gravitacional de Lodo (EGL), por medio de BLP. En el espesador se incrementa al  $\approx 6.5$  % la concentración de sólidos en el lodo.

El lodo primario se retira de la tolva del EGL por medio de la Bomba de Lodo Primario Espesado (BLPE), una en operación y una de respaldo, la bomba es de desplazamiento positivo.

La corriente líquida sobrenadante del EGL se conduce por gravedad hacia el Cárcamo de Recirculación y Alimentación (CRA) del tren de tratamiento de agua.

### **Lodo secundario**

La purga de lodo secundario se bombea al Espesador Mecánico de Lodo (EML), cuyo equipo principal es una mesa con banda perforada de lenta rotación y con chicanas que favorecen la separación y drenado del agua de los lodos.

Se dosifica polímero a una tasa de 5 kg por tonelada de SST en el lodo para incrementar la captura y concentración de sólidos, pasando al  $\approx 5.0$  %.

El sistema tiene reactor de floculación con accionamiento motriz, preparación y dosificación de polímero y solución de polímero, medición de flujo de lodos y polímero, entre otros periféricos. El arranque de la BPL da la señal de activación de las bombas dosificadoras de polímero y de solución de polímero, las flechas del floculador motriz y los rodillos y bandas.

La corriente de agua de retorno de espesado de lodo secundario se envía por gravedad hacia el Cárcamo de Recirculación y Alimentación (CRA).

- **Tanque de Lodo Espesado, TLE**

El lodo secundario espesado se descarga a gravedad al Tanque de Lodo Espesado (TLE), el cual recibe la descarga por bombeo de lodo primario espesado y la descarga a gravedad de las natas espesadas.

El TLE tiene capacidad de regulación de 8 horas y está equipado con un Agitador Sumergible de Lodo Espesado (ASLE) para mezclar y homogeneizar las corrientes de lodos y natas. El tanque tiene Bomba de Lodo Espesado (BLE), una en operación y una de respaldo, para transferir el lodo hacia la etapa de digestión, previa operación de tamizado.

La BLE tiene variador de frecuencia para ajustar el caudal de alimentación de lodo en función del desempeño del equipo de tamizado y del programa de carga al digestor.

La línea a presión que parte del TLE tiene medidor de flujo de tipo electromagnético para registrar el caudal instantáneo y totalizar el volumen de lodo y natas espesadas enviado a digestión.

El TLE tiene medición de nivel por ultrasonido: en caso de nivel bajo se suspende la operación de las BLE para protegerlas; en caso de que el lodo alcance el nivel máximo arranca la operación de la bomba de respaldo y se activa una alarma en el panel de control y una alarma visual para alertar de esta situación.

- **Tamizado**

El lodo y natas espesados y homogeneizados se envían con la Bomba de Lodo Espesado (BLE) hacia el Tamiz de Lodo Espesado (TALE), uno en operación, con línea de by-pass en caso de falla o mantenimiento del equipo.

En el TALE se retiran las fibras, plumas, cabello, semillas y basura que pasan a través del pretratamiento y se depositan en los lodos. El TALE tiene una zona de cribado fino, seguida por la zona de compactación de sólidos y la de descarga de sólidos.

Los residuos prensados al 40% de sólidos se envían a disposición final. El lodo tamizado continúa su recorrido hacia el Digestor Anaerobio de Lodos.

- **Digestor Anaerobio de Lodo, DAL**

El Digestor Anaerobio de Lodo (DAL) es tipo mesófilico y de alta tasa, con temperatura media de

operación de 36 oC. Se proporciona mezclado con la potencia e intensidad suficiente para asegurar una temperatura homogénea, lograr un desempeño estable y evitar la formación de natas y depósitos de sólidos en el tanque.

La edad de lodos de 20 días en el digestor permite lograr una remoción del 45 % en la masa de SSV que ingresa, lo que excede la remoción mínima del 38% establecida en la NOM-004-SEMARNAT-2002.

La geometría del tanque es tipo “silo”, con relación altura: diámetro cercana a 1.0; el tanque es un cilindro de concreto con tapa fija, con fondo y tapa cónica, y con una cámara en la parte superior para alojar equipos de mezclado, sensores, válvulas y registros, entre otros periféricos. Para el calentamiento del lodo y el digestor se tendrá la Bomba de Recirculación de Lodo Digerido (BRLD), una en operación y una de respaldo. Las bombas toman el lodo del fondo del tanque y lo envían a un intercambiador de calor. El lodo caliente se reincorpora en la parte superior del digestor en un punto cercano al de alimentación de lodo espesado.

Los lodos estabilizados salen del digestor a través de aberturas en la parte alta de la pared recta, por dichas aberturas rebosa el lodo desplazado por la corriente de lodo espesado influente. El efluente de lodo estabilizado se envía por gravedad al Tanque de Lodo Digerido (TLD).

El TLD tiene capacidad para almacenar por 24 horas el lodo digerido, lo que da flexibilidad operativa a la PTAR. En caso de falla de los equipos de desaguado o en el suministro de energía eléctrica, no se afecta el funcionamiento del tren de lodos, al almacenarse los lodos digeridos en tanto se restablecen las condiciones operativas.

- **Aprovechamiento de Biogás, ABG**

El biogás que se genera en la estabilización anaerobia de lodos se extrae en continuo de la cámara en la parte superior del digestor.

El biogás será aprovechado como combustible en los Calentadores de Agua Caliente (CAC). El calor generado en los calentadores se utilizará para calentar agua, las Bombas de Agua Caliente (BAC), una en operación y una de respaldo, la envían hacia los Intercambiadores de Calor (ICC), en los que se eleva la temperatura del lodo digerido en recirculación.

Para el tratamiento del biogás se prevé remover humedad, partículas e impurezas. El acondicionamiento del biogás evitará el desgaste y mantenimiento intensivo en las calderas. Al implementarse la cogeneración será necesario remover el H<sub>2</sub>S y siloxanos del biogás para evitar daño al motor de combustión interna.

Dado que la producción de biogás tiene variaciones en la generación y en la composición del biogás, cuando se efectúe el aprovechamiento del biogás en cogeneración se instalará un Gasómetro de Membrana Plástica (GMP) para almacenar la producción por varias horas.



Con el almacenamiento de biogás se maximiza el beneficio de su aprovechamiento, ya que se tendrá la posibilidad de amortiguar las variaciones en la producción y en el consumo del biogás. Los excedentes no aprovechados serán dispuestos de forma segura en una Antorcha de Quemado de Biogás (AQB), con capacidad para quemar la generación total de biogás y con los dispositivos de respaldo y seguridad requeridos por estas instalaciones.

- **Tanque de Lodo Digerido, TLD**

Los lodos estabilizados se desplazan del DAL y se conducen hacia el TLD. El TLD es un tanque de día, de planta circular, cuya función es evitar interferencias en la operación del DAL y alimentar los equipos de bombeo a desaguado.

El TLD tiene capacidad de regulación de 24 horas y está equipado con un Agitador Sumergible de Lodo Digerido (ASLD) para evitar la formación de depósitos de sólidos y lodo en el fondo del tanque.

El lodo digerido se transfiere a desaguado con la Bomba de Lodo Digerido (BLD), una en operación y un equipo de respaldo. Las BLD tendrán variador de frecuencia para ajustar el caudal de alimentación de lodo en función del desempeño y operación del equipo de desaguado.

El TLD tiene medición de nivel por ultrasonido: en caso de nivel bajo se suspende la operación de las BLD para protegerlas; en caso de que el lodo alcance el nivel máximo se activa una alarma en el panel de control y una alarma visual para alertar de esta situación y suspender la alimentación de lodo espesado al digestor.

- **Desaguado Mecánico de Lodo, DML**

El lodo digerido se envía del TLD al sistema de Desaguado Mecánico de Lodo (DML). El equipo principal es el Filtro Banda con drenado libre seguido de prensa que aplica presión en la zona de descarga de lodo.

Los lodos desaguados o biosólidos tendrán una concentración de sólidos en el rango del 19 al 22 %, en función del porcentaje de lodo secundario en la mezcla de lodo a digestión. Se dosifica polímero a una tasa de 6 kg por tonelada de SST en el lodo.

El sistema de DML cuenta con reactor de floculación, preparación y dosificación de polímero y solución de polímero, medición de flujo de lodo y polímero, compresor y otros periféricos; estará automatizado y controlado por el tablero de control del paquete de desaguado.

El arranque de la BLD da la señal de activación de las bombas dosificadoras de polímero y de solución de polímero, los rodillos y bandas, de la flechas del floculador, del compresor, así como de la bomba de lavado.

La corriente de agua de retorno de desaguado de lodo digerido se envía por gravedad al Cárcamo de Retorno de Desaguado (CRD). El CRD cuenta con la Bomba de Retorno de Desaguado (BRD), una en operación y una de respaldo, de tipo centrífugo. Esta corriente con alta concentración de DBO, SST y nutrientes se bombea hacia la Caja Distribuidora a Lodos Activados.

- **Sistema de Control de Olor**

Para controlar la emisión de mal olor y minimizar las molestias a la población asentada en la periferia de la PTAR, está prevista la instalación de cubiertas de material plástico para contener el aire sucio dentro de las estructuras del tren de tratamiento de agua que a continuación se indican:

- Caja distribuidora y canal de cribado grueso y fino
- Caja Distribuidora de Agua Pretratada
- Sedimentador Primario

En el tren de tratamiento de lodos se tendrán cubiertas en las siguientes unidades y equipos:

- Espesador Gravitacional de Lodo,
- Tanque de Lodo Espesado
- Tanque de Lodo Digerido
- Equipo de Desaguado Mecánico de Lodo
- Cárcamo de Retorno de Desaguado

Para el tratamiento del aire sucio que se extrae de las unidades en que se contiene, se instalarán Filtros Biológicos de Control de Olor (FBCO). Son dos las unidades de FBCO, una para la etapa de pretratamiento y tratamiento primario, y otra para las unidades del tren de tratamiento de lodos.

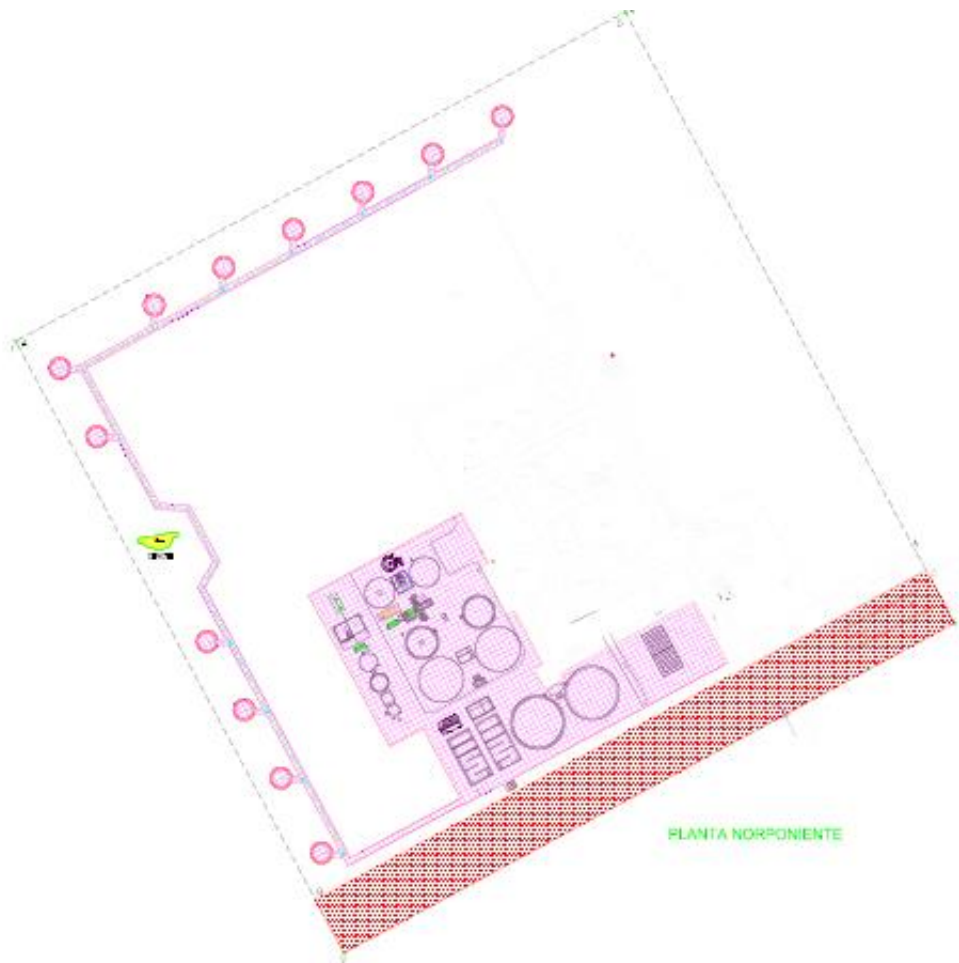
El aire sucio contenido en las unidades se extrae con Ventilador Centrífugo (VC), a una tasa de 5 cambios de aire por hora, lo que provoca un ligero vacío y evita que el aire sucio escape de las unidades.

El FBCO es un lecho de composta y/o material de soporte instalado sobre una base que aloja las líneas de distribución de aire, el sistema se instala en un contenedor que capta el aire filtrado y lo libera a la atmósfera a través de una columna de descarga. El filtro biológico es un sistema eficiente que remueve más del 99% del H<sub>2</sub>S en el aire sucio, amoníaco y compuestos orgánicos volátiles.

El funcionamiento del FBCO es simple, no requiere productos químicos para su operación, requiere energía eléctrica para los ventiladores que extraen el aire sucio, así como la adición de agua tratada para humidificar el aire sucio alimentado y mantener húmedo el lecho. La composta agotada será sustituida cada 3 a 5 años en función de la intensidad de su uso y del contenido de H<sub>2</sub>S a remover.

### II.2.1.3 Descripción de grafica del proyecto de Ampliación de PTAR Norponiente

El proyecto de “Ampliación de la PTAR Norponiente” conlleva la construcción de una serie de obras para poder llevar a cabo el proceso de tratamiento de aguas residuales, mismas que se señalan a continuación:



DISTRIBUCION DE AREAS		CUADRO DE CONSTRUCCION			
		E-T	PV	X	Y
	SUPERFICIE TOTAL DE CUSTF = 27,071.213 m <sup>2</sup>	1	2	510580.357	2342167.365
	AREA DE DONACIÓN VIALIDAD MUNICIPIO = 17,295.583 m <sup>2</sup>	2	3	510792.144	2341773.472
	SUPERFICIE DEL PREDIO = 200,000.025 m <sup>2</sup>	3	4	511186.005	2341986.037
		4	1	510973.601	2342379.595

**Figura 2.1.11.-** Superficie donde se desarrollara la ampliación del proyecto (superficie sujeta a CUSTF)

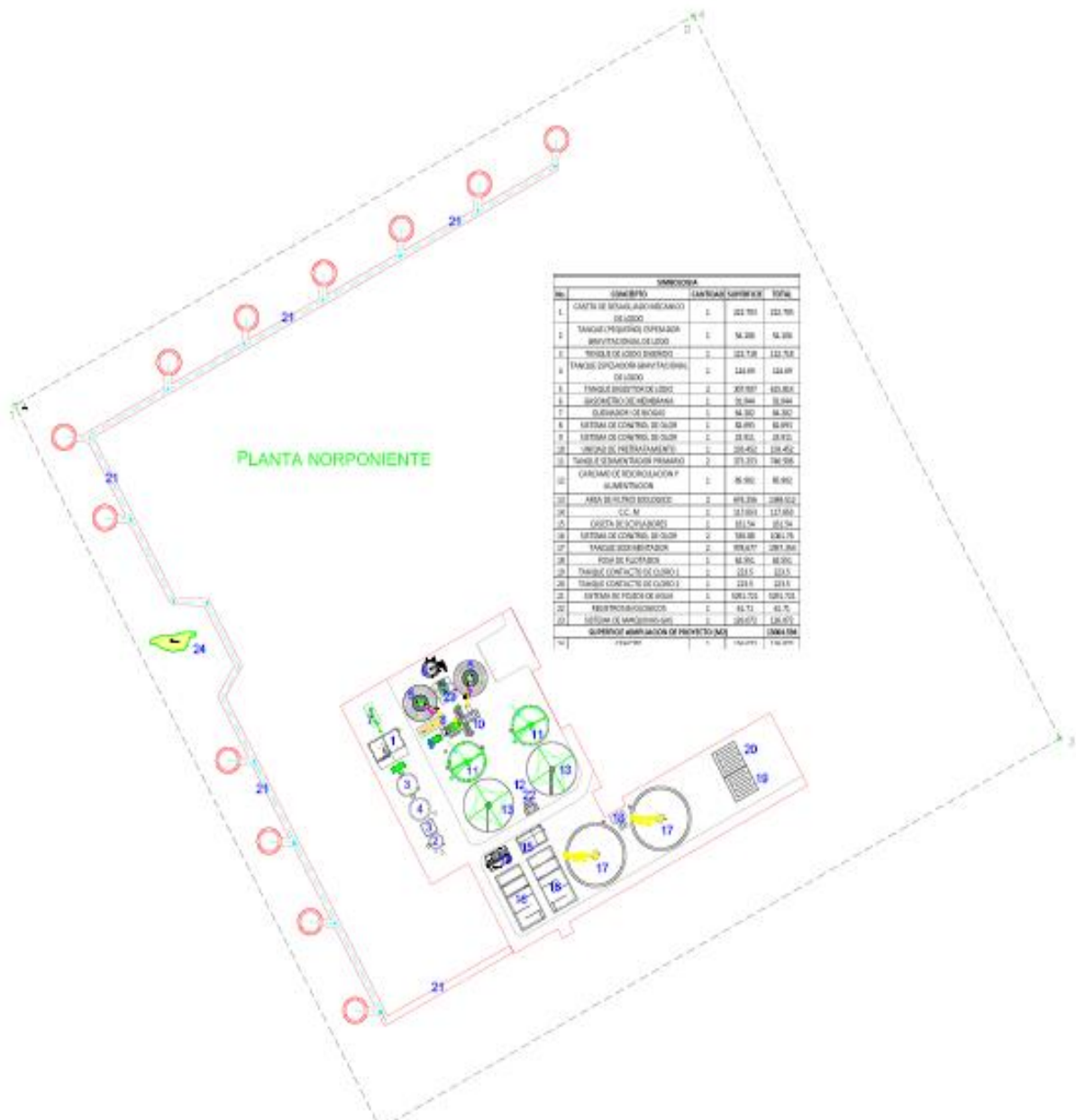


Figura 2.1.12.- Descripción de obras que se construirán para el desarrollo del proyecto “Ampliación de PTAR Norponiente”

\*\*\*En la sección de anexos se pueden apreciar detalladamente los planos antes mencionados

## DESCRIPCION DE OBRAS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

SIMBOLOGIA				
No.	CONCEPTO	CANTIDAD	SUPERFICIE	TOTAL
1	CASETA DE DESAGUADO MECANICO DE LODO	1	222.703	222.703
2	TANQUE (PEQUEÑO) ESPESADOR GRAVITACIONAL DE LODO	1	54.106	54.106
3	TANQUE DE LODO DIGERIDO	1	122.718	122.718
4	TANQUE ESPESADOR GRAVITACIONAL DE LODO	1	124.69	124.69
5	TANQUE DIGESTOR DE LODO	2	307.907	615.814
6	GASOMETRO DE MEMBRANA PLASTICA	1	91.944	91.944
7	QUEMADOR DE BIOGAS	1	64.282	64.282
8	SISTEMA DE CONTROL DE OLOR	1	82.693	82.693
9	SISTEMA DE CONTROL DE OLOR	1	23.911	23.911
10	UNIDAD DE PRETRATAMIENTO	1	193.452	193.452
11	TANQUE SEDIMENTADOR PRIMARIO	2	373.253	746.506
12	CARCAMO DE RECIRCULACION Y ALIMENTACION	1	85.902	85.902
13	AREA DE FILTRO BIOLOGICO	2	674.256	1348.512
14	C.C.M	1	117.653	117.653
15	CASETA DE SOPLADORES	1	161.54	161.54
16	SISTEMA DE CONTROL DE OLOR	2	530.88	1061.76
17	TANQUE SEDIMENTADOR SECUNDARIO	2	978.677	1957.354
18	FOSA DE FLOTADOS	1	62.551	62.551
19	TANQUE CONTACTO DE CLORO 1	1	223.5	223.5
20	TANQUE CONTACTO DE CLORO 2	1	223.5	223.5
21	SISTEMA DE POZOS DE AGUA	1	5291.721	5291.721
22	REGISTROS BIOLOGICOS	1	61.71	61.71
22	SISTEMA DE MAQUINAS GAS	1	126.072	126.072
<b>SUPERFICIE AMPLIACION DE PROYECTO (M2)</b>				<b>13,064.594</b>

**Tabla 2.1.10.- Obras que integran el proyecto "Ampliación de PTAR Norponiente"**

Dentro del predio donde se desarrollara el proyecto se cuenta con un cenote, el cual no se está aprovechando, ni se pretende aprovechar, dentro de las medidas preventivas y mitigación se contemplará la protección de este cenote, este cuenta con una superficie de 126.07 m<sup>2</sup>

### II.2.1.3 Superficie destinada al cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Capítulo II, artículo 7, se establece lo siguiente:

V. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales;

De esta manera, dentro del predio se solicitará el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), la superficie donde se desarrollará el proyecto, la cual corresponde a una superficie de **27,071.21m<sup>2</sup> (2.70 Ha)** de Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia).

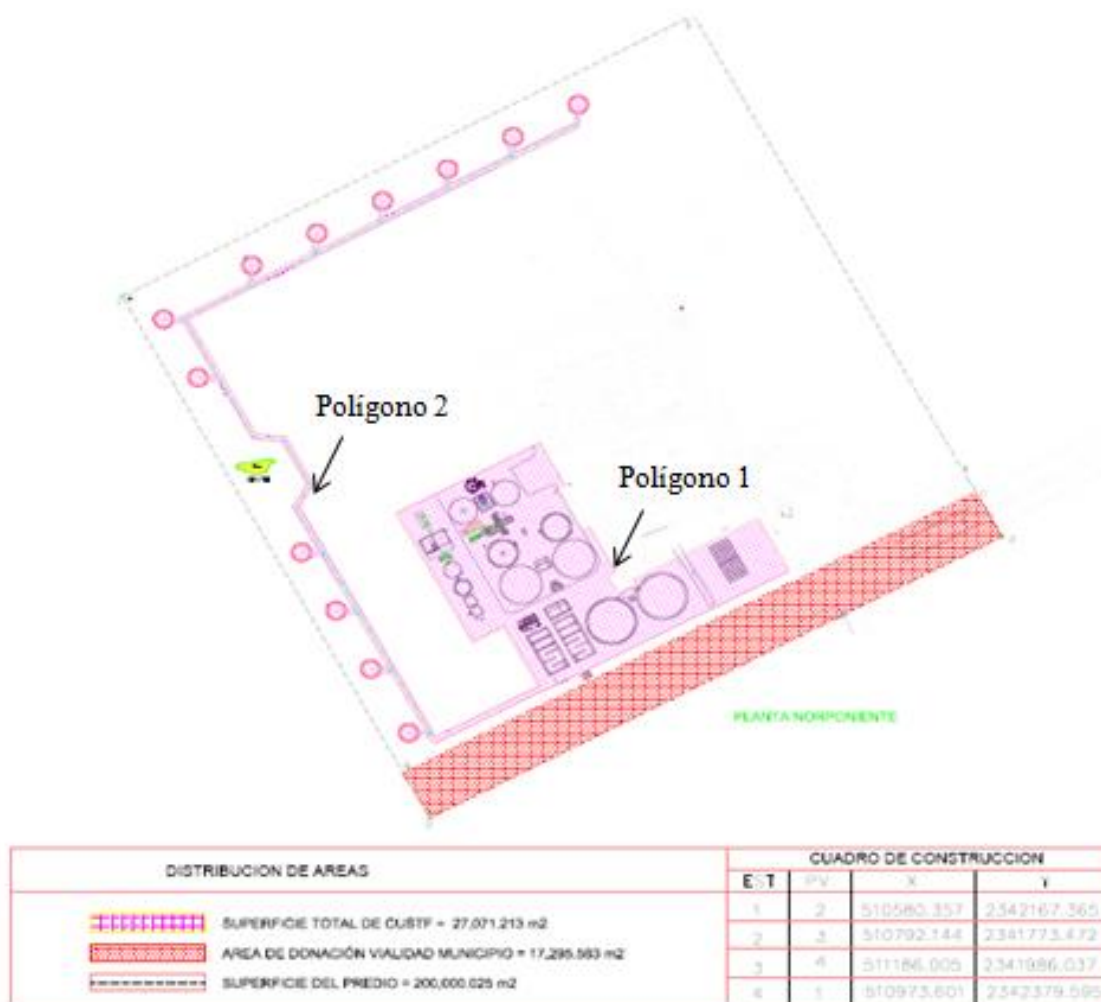


Figura 2.1.13.- Superficie sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales.(color rosa)

La superficie sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales se ubica en las siguientes coordenadas UTM:

CUADRO DE CONSTRUCCION (POLIGONO 1) PTAR		
PUNTO	COORDENADAS	
	X	Y
1	510769.055	2342003.747
2	510821.636	2341906.32
3	510843.118	2341917.913
4	510869.654	2341868.726
5	510894.833	2341882.31
6	510897.676	2341877.042
7	510904.314	2341880.618
8	510901.466	2341885.895
9	511039.736	2341960.489
10	511018	2342000
11	510932.052	2341953.614
12	510934.219	2341949.594
13	510922	2341943
14	510914.698	2341956.549
15	510920.405	2341959.629
16	510901.98	2341993.768
17	510896.7	2341990.918
18	510879.916	2342022.017
19	510885.179	2342024.9
20	510867.825	2342057.055
<b>SUPERFICIE = 21,779.616 M<sup>2</sup></b>		

CUADRO DE CONSTRUCCION (POLIGONO 2) SISTEMA DE POZOS		
PUNTO	COORDENADAS	
	X	Y
1	510794.725	2341829.357
2	510869.183	2341869.6
3	510867.251	2341873.181
4	510796.342	2341834.778
5	510702.397	2342008.597
6	510712.133	2342025.661
7	510692.576	2342061.846
8	510672.967	2342063.049
9	510625.96	2342150.023
10	510895.237	2342295.561
11	510895.828	2342305.188
12	510898.158	2342306.216
13	510899.906	2342307.84
14	510901.074	2342310.143
15	510901.38	2342312.154
16	510901.074	2342314.164
17	510899.906	2342316.467
18	510898.158	2342318.091
19	510896.068	2342319.017
20	510894.343	2342319.251
21	510892.609	2342319.055
22	510890.484	2342318.159
23	510888.683	2342316.544
24	510887.461	2342314.21
25	510887.15	2342312.154
26	510887.461	2342310.097
27	510888.683	2342307.763
28	510890.484	2342306.148
29	510891.835	2342305.442
30	510891.381	2342298.024
31	510850.603	2342275.985
32	510850.905	2342280.909
33	510853.235	2342281.936
34	510854.984	2342283.56
35	510856.151	2342285.864



36	510856.457	2342287.874
37	510856.151	2342289.884
38	510854.984	2342292.188
39	510853.235	2342293.812
40	510851.145	2342294.738
41	510849.42	2342294.971
42	510847.686	2342294.776
43	510845.561	2342293.88
44	510843.76	2342292.264
45	510842.538	2342289.93
46	510842.227	2342287.874
47	510842.538	2342285.818
48	510843.76	2342283.484
49	510845.561	2342281.868
50	510846.912	2342281.163
51	510846.458	2342273.744
52	510805.68	2342251.705
53	510805.982	2342256.622
54	510808.312	2342257.649
55	510810.06	2342259.273
56	510811.228	2342261.577
57	510811.534	2342263.587
58	510811.228	2342265.597
59	510810.06	2342267.901
60	510808.312	2342269.525
61	510806.222	2342270.451
62	510806.222	2342270.451
63	510802.763	2342270.489
64	510800.638	2342269.593
65	510798.837	2342267.977
66	510797.615	2342265.643
67	510797.304	2342263.587
68	510797.615	2342261.531
69	510798.837	2342259.197
70	510800.638	2342257.581
71	510801.989	2342256.876
72	510801.535	2342249.465

73	510760.766	2342227.43
74	510761.069	2342232.363
75	510763.399	2342233.39
76	510765.147	2342235.014
77	510766.315	2342237.318
78	510766.62	2342239.328
79	510766.315	2342241.338
80	510765.147	2342243.642
81	510763.399	2342245.266
82	510761.309	2342246.192
83	510759.584	2342246.425
84	510757.85	2342246.229
85	510755.725	2342245.334
86	510753.924	2342243.718
87	510752.702	2342241.384
88	510752.391	2342239.328
89	510752.702	2342237.272
90	510753.924	2342234.937
91	510755.725	2342233.322
92	510757.076	2342232.616
93	510756.621	2342225.19
94	510715.844	2342203.15
95	510716.145	2342208.071
96	510718.475	2342209.098
97	510720.224	2342210.722
98	510721.391	2342213.026
99	510721.697	2342215.036
100	510721.391	2342217.046
101	510720.224	2342219.35
102	510718.475	2342220.974
103	510716.385	2342221.9
104	510714.66	2342222.133
105	510712.926	2342221.937
106	510710.801	2342221.042
107	510709	2342219.426
108	510707.779	2342217.092
109	510707.467	2342215.036

110	510707.779	2342212.98
111	510709	2342210.645
112	510710.801	2342209.03
113	510712.152	2342208.324
114	510711.699	2342200.91
115	510670.912	2342178.866
116	510671.215	2342183.79
117	510673.545	2342184.818
118	510675.293	2342186.441
119	510676.461	2342188.745
120	510676.766	2342190.755
121	510676.461	2342192.766
122	510675.293	2342195.069
123	510673.545	2342196.693
124	510671.455	2342197.619
125	510669.73	2342197.853
126	510667.996	2342197.657
127	510665.871	2342196.761
128	510664.07	2342195.146
129	510662.848	2342192.811
130	510662.537	2342190.755
131	510662.848	2342188.699
132	510664.07	2342186.365
133	510665.871	2342184.75
134	510667.222	2342184.044
135	510666.767	2342176.63
136	510620.539	2342151.64
137	510620.797	2342151.16
138	510615.813	2342151.47
139	510614.838	2342153.82
140	510613.253	2342155.61
141	510610.976	2342156.82
142	510608.973	2342157.17
143	510606.956	2342156.91
144	510604.627	2342155.8
145	510602.965	2342154.08
146	510601.993	2342152.02

147	510601.722	2342150.3
148	510601.878	2342148.56
149	510602.727	2342146.41
150	510604.302	2342144.58
151	510606.609	2342143.3
152	510608.658	2342142.95
153	510610.72	2342143.21
154	510613.081	2342144.38
155	510614.736	2342146.15
156	510615.471	2342147.48
157	510623.037	2342147.02
158	510644.572	2342107.17
159	510639.592	2342107.48
160	510638.617	2342109.83
161	510637.032	2342111.62
162	510634.755	2342112.83
163	510632.752	2342113.18
164	510630.735	2342112.92
165	510628.406	2342111.81
166	510626.744	2342110.09
167	510625.772	2342108.03
168	510625.5	2342106.31
169	510625.657	2342104.57
170	510626.506	2342102.42
171	510628.081	2342100.59
172	510630.388	2342099.31
173	510632.436	2342098.96
174	510634.499	2342099.22
175	510636.86	2342100.39
176	510638.515	2342102.16
177	510639.25	2342103.49
178	510646.812	2342103.03
179	510670.505	2342059.19
180	510690.113	2342057.99
181	510707.557	2342025.71
182	510697.822	2342008.65
183	510715.828	2341975.34

184	510710.87	2341975.64
185	510709.872	2341977.99
186	510708.288	2341979.78
187	510706.01	2341980.99
188	510704.006	2341981.19
189	510701.827	2341980.86
190	510699.755	2341979.84
191	510698.109	2341978.17
192	510697.129	2341976.16
193	510696.828	2341974.46
194	510696.913	2341972.73
195	510697.762	2341970.58
196	510699.279	2341968.68
197	510701.599	2341967.35
198	510703.687	2341966.96
199	510705.804	2341967.2
200	510708.231	2341968.4
201	510709.917	2341970.22
202	510710.612	2341971.65
203	510718.068	2341971.19
204	510739.597	2341931.36
205	510734.618	2341931.66
206	510733.642	2341934.01
207	510732.057	2341935.8
208	510729.749	2341936.91
209	510727.776	2341937.21
210	510725.804	2341936.95
211	510723.535	2341935.85
212	510721.896	2341934.19
213	510720.91	2341932.17
214	510720.61	2341930.48
215	510720.723	2341928.76
216	510721.513	2341926.59
217	510723.056	2341924.71
218	510725.351	2341923.37
219	510727.456	2341922.98
220	510729.574	2341923.22

221	510732.007	2341924.41
222	510733.699	2341926.24
223	510734.407	2341927.67
224	510741.838	2341927.21
225	510763.362	2341887.39
226	510758.439	2341887.69
227	510757.407	2341890.04
228	510755.791	2341891.79
229	510753.512	2341892.94
230	510751.541	2341893.23
231	510749.575	2341892.96
232	510747.308	2341891.86
233	510745.675	2341890.21
234	510744.698	2341888.2
235	510744.395	2341886.51
236	510744.507	2341884.79
237	510745.296	2341882.64
238	510746.825	2341880.75
239	510749.134	2341879.4
240	510751.22	2341879
241	510753.342	2341879.24
242	510755.785	2341880.43
243	510757.483	2341882.26
244	510758.194	2341883.69
245	510765.602	2341883.24
246	510789.429	2341839.16
247	510784.523	2341839.46
248	510783.474	2341841.81
249	510781.865	2341843.57
250	510779.581	2341844.71
251	510777.608	2341845
252	510775.643	2341844.73
253	510773.384	2341843.62
254	510771.759	2341841.97
255	510770.78	2341839.96
256	510770.479	2341838.28
257	510770.591	2341836.56

258	510771.363	2341834.41
259	510772.938	2341832.57
260	510775.201	2341831.17
261	510777.286	2341830.77
262	510779.411	2341831
263	510781.858	2341832.19
264	510783.562	2341834.02
265	510784.279	2341835.46
266	510791.669	2341835.01
<b>SUPERFICIE = 5,291.596 M<sup>2</sup></b>		

**Tabla 2.1.11.- Superficie sujeta a CUSTF**

## II.2.2 Representación gráfica regional

El proyecto se localiza en la Cuenca Hidrológica Región XII denominada “Península de Yucatán”.

La Región XII, Península de Yucatán incluye en su totalidad a los estados de Yucatán y Quintana Roo, y en su mayor parte al estado de Campeche (98%), con excepción del municipio de Palizada, representando así una superficie regional de 138,399.91 km<sup>2</sup>, 7% de la nacional. Cuenta con tres ríos de importancia: Candelaria y Champotón en Campeche y Hondo en Quintana Roo, siendo éste último, frontera internacional con la República de Belice. El conjunto del escurrimiento regional es del orden del 1% respecto al nacional.

La Región XII, Península de Yucatán, se ubica al sureste de la República Mexicana, su localización geográfica se encuentra entre los meridianos 86° 45' y 92° 30' de longitud oeste y los paralelos 17° 50' y 21° 40' de latitud norte . La Región XII, Península de Yucatán, está integrada por los Estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

La región se describe como una gran superficie plana y de baja altitud; su principal rasgo fisiográfico es la Sierrita de Ticul, con una extensión de 110 km y elevaciones cercanas a los 200 msnm. Prevalecen los climas cálidos y cuenta con una precipitación media anual de 1,159 mm, cerca de 60 % superior a la media nacional. Su colindancia con el mar Caribe y el Golfo de México la convierten en zona de incidencia de fenómenos hidrometeorológicos tales como nortes y ciclones tropicales.

Junto con las peculiaridades de la región que se han descrito, es relevante señalar sus características geológicas dominantes: una plataforma calcárea con hoyos y cavidades y un suelo escaso que, entre otras cosas, restringen la génesis de las corrientes superficiales.

Los resultados del diagnóstico regional contratado por la CNA en 1997, señalan que la Península de Yucatán corresponde a una cuenca hidrológica abierta, con un solo acuífero cárstico de tipo libre. La incidencia tan alta de la precipitación pluvial y la ausencia notable de escurrimientos superficiales, indican una alta permeabilidad en toda su superficie. La recarga del acuífero se produce de manera uniforme, siguiendo el patrón de distribución de la precipitación.



**Figura 2.1.14.- Región XII Península de Yucatán**

### **Subregión Quintana Roo (RH 33 Yucatán Este)**

La zona donde se desea llevar a cabo el proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica denominada Yucatán Norte (Yucatán) con clave RH-32 y la cuenca denominada 32A Quintana Roo, donde no existen subdivisiones de cuencas y subcuencas, al no existir escurrimientos superficiales, por lo que la condición hidrogeológica es de equilibrio en la zona costera de Quintana Roo. Esta cuenca comprende el 100% de la superficie territorial de los municipios de Benito Juárez, Solidaridad y Lázaro Cárdenas, al Norte comprende la zona continental del municipio de Isla Mujeres, además de que se extiende hacia el Oeste dentro del territorio del vecino estado de Yucatán; mientras que hacia el Sur abarca la mayor parte del municipio de Tulum.



Esta cuenca, a pesar de contar con una precipitación pluvial superior a 1,000 mm anuales y la elevada evaporación, se caracteriza por presentar escurrimientos superficiales efímeros o de muy corto recorrido, debido a la alta permeabilidad del material que constituye el terreno, lo que originan una importante infiltración del agua de lluvia con excepción de las zonas costeras que están sujetas a inundación y de pequeñas depresiones que son denominadas aguadas. Esta cuenca se caracteriza por un rango de escurrimiento de 0% a 5% excepto en la franja costera donde tienen escurrimientos desde 10% a 20% debido a la presencia de arcillas y limos (INEGI, 2002).

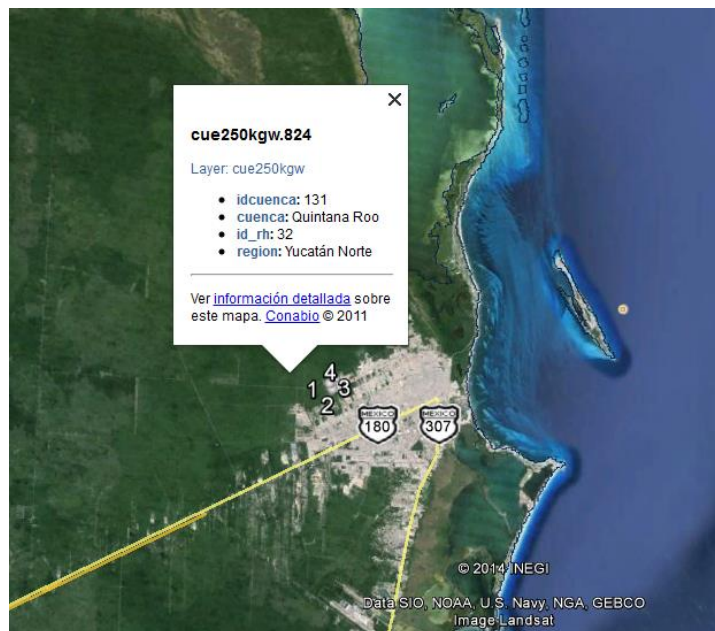
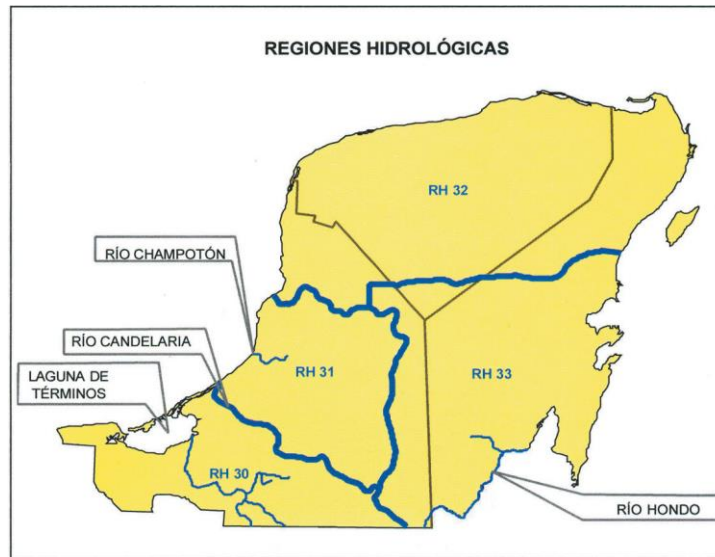
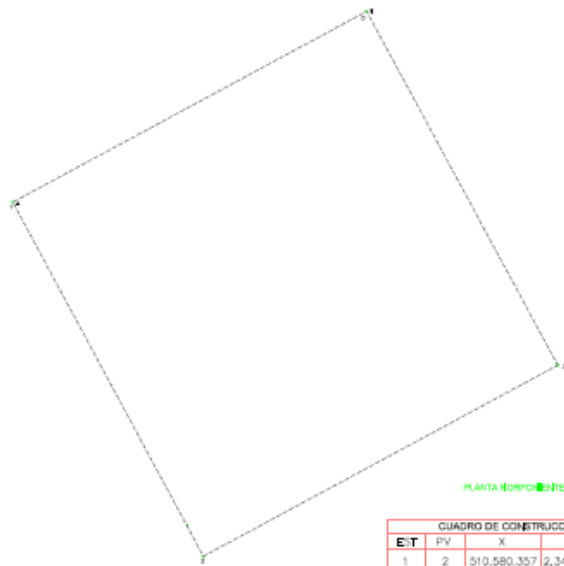
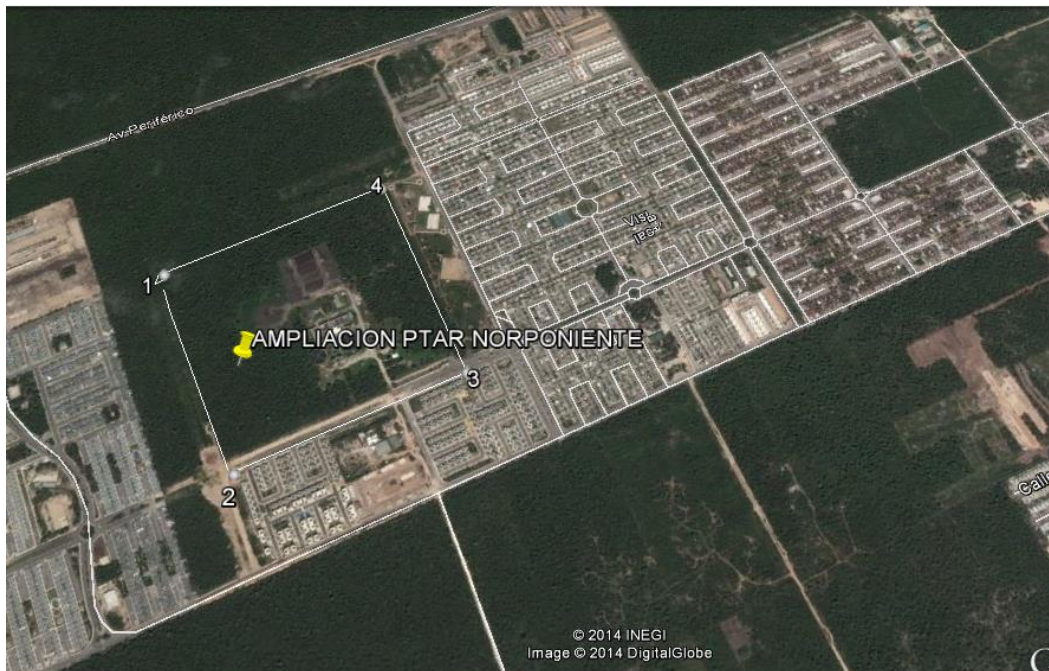


Figura 2.1.15.- Subregión RH 32 Yucatán Norte

### II.2.3 Representación gráfica local

La localización espacial de las áreas en las que se requiere remover la vegetación para llevar a cabo las obras correspondientes al proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente”, se muestran en la siguiente imagen, así como sus dimensiones:



PLANTA NORPONIENTE

CUADRO DE CONSTRUCCION				
EST	PV	X	Y	
1	2	510,580.357	2,342,167.365	
2	3	510,792.144	2,341,773.472	
3	4	511,186.005	2,341,986.037	
4	1	510,973.601	2,342,379.595	
SUPERFICIE = 200,000.025 M2				

Figura 2.1.16.- Ubicación del predio del proyecto.

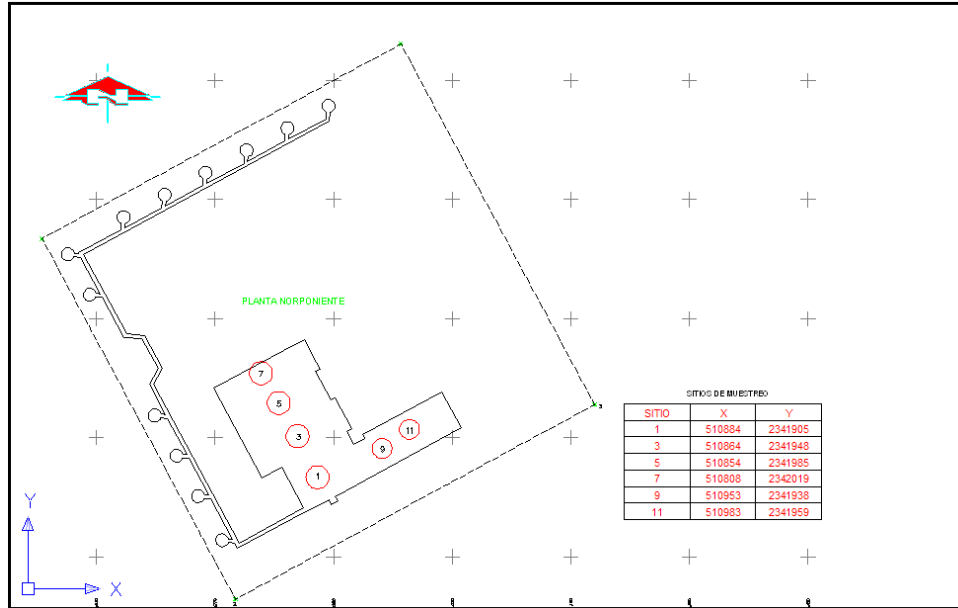


Figura 2.1.17.- Ubicación de los sitios de muestreo.

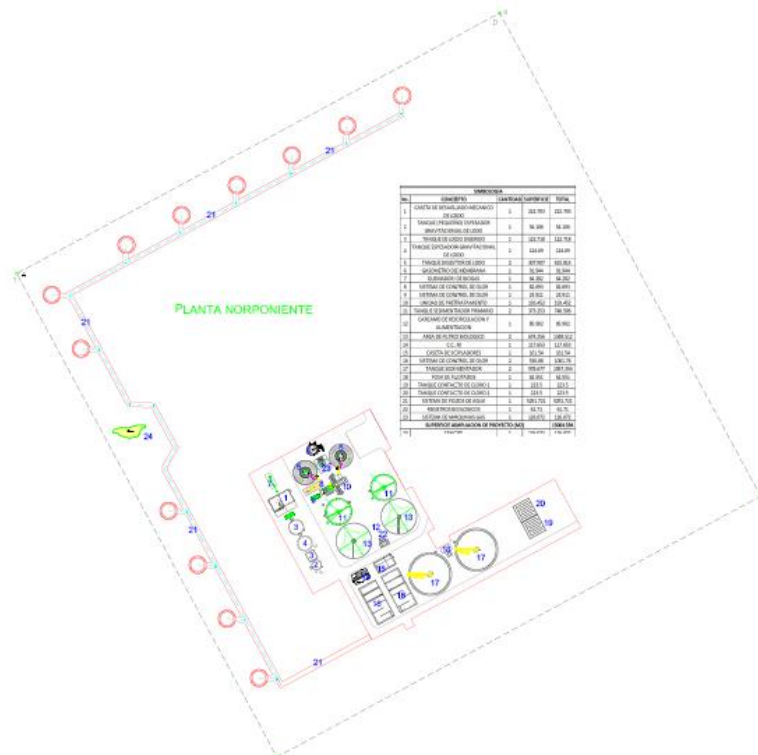


Figura 2.1.18.- Obras en el proyecto, superficie sujeta a cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

## **II.2.4 Preparación del Sitio**

### **AVISO DE INICIO DE ACTIVIDADES**

Se dará aviso a las autoridades ambientales del inicio de las actividades del área sujeta al cambio de uso de suelo contemplado para el desarrollo del proyecto.

### **TRAZO Y DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS DE APROVECHAMIENTO (PRELIMINARES)**

Se efectuará el trazo, delimitación y marcaje de las áreas destinadas a desmontar a través del método de levantamiento directo denominado Geodésico o Topográfico, el cual consiste en el levantamiento geodésico y/o topográfico que comprende una serie de medidas efectuadas en campo, cuyo propósito final es determinar las coordenadas geográficas o geodésicas de puntos situados sobre la superficie terrestre.

Esta actividad implica la medición con apoyo en satélites, mediante un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y procedimientos tradicionales tales como: poligonación, triangulación, trilateración, radiación o la combinación de éstos con equipos de medición de alta precisión.

### **RESCATE DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE (PRELIMINARES)**

Se procederá al rescate manual de los individuos de flora silvestre dentro del área sujeta al cambio de uso de suelo. Se priorizará la extracción de plántulas y juveniles sanos y vigorosos, así como la recolección de semillas, con énfasis en las especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, de acuerdo con el programa de rescate de vegetación.

Una vez concluido el rescate de vegetación, o durante el mismo, se procederá a recorrer el área para ahuyentar a la fauna presente o identificar a los individuos de lento desplazamiento, los cuales deberán rescatarse y ser llevados a las áreas con vegetación natural no sujetas a CUSTF; así como la revisión de oquedades y nidos de árboles, para ahuyentar y rescatar aves, y trasladarlas a las superficies donde no se realizará el desmonte.

### **VIVERO RÚSTICO PROVISIONAL (PRELIMINARES)**

Para acopiar y resguardar las plantas provenientes de las áreas que se pretenden desmontar, se establecerá un vivero rústico provisional. En este sitio se realizará también el acopio del material triturado que se obtenga de las áreas de desmonte para ser reutilizados en las superficies limitadoras de obstáculos. Para la operación y mantenimiento del vivero, se estima el empleo de seis personas que laboraran en el mismo de manera permanente hasta concluir las actividades de cambio de uso de suelo.

### **DESMONTE DEL SITIO**

El desmonte de la vegetación se realizará una vez que sean liberadas las áreas por el personal encargado de realizar el rescate de flora y fauna silvestre. Hay que considerar que el desmonte

se realizará en forma gradual, lo que permitirá ajustar el desplante para evitar afectaciones directas a la flora y fauna silvestre.

Previo al desmonte, se identificarán los árboles que serán respetados y que no interfieran con el proyecto, tomando las provisiones necesarias para no dañarlos.

El desmonte se realizará con la ayuda de herramientas mecánicas y manuales como motosierra, hacha y machete, así como el empleo de maquinaria como tractores y camiones de volteo. Esta actividad implica el siguiente proceso:

- Corte o talado de individuos de porte arbustivo y altura considerable (árboles), por una sección próxima al suelo (entre 10 y 20 cm). Esta operación se ejecuta por medio de motosierra.
- Separación del fuste y el follaje. Se ejecuta por medio de motosierras.
- Acopio de los fustes con el uso de maquinaria con tractores.
- Desbroce a través de la separación de los brazos del follaje y se ejecuta por medio de motosierras.
- Retiro de tocones y raíces con el uso de maquinaria, retroexcavadoras.

Esta actividad se realizara hasta retirar la capa en la cual se encuentran las raíces de los árboles y arbustos existentes. Los productos vegetales de menor tamaño obtenidos de esta actividad serán esparcidos en el área a fin de que se reincorporen al suelo.

#### **ASTILLADO, CARGA Y ACARREO**

Consistirá en retirar los residuos generados como producto del desmonte; la materia vegetal transformada en partículas pequeñas con ayuda de las astilladoras, será transportado con camiones de volteo a una área de acopio localizada dentro del área de la misma planta, esto con el fin de ser reincorporadas al suelo posteriormente.

Los troncos y materia vegetal de mayor tamaño serán pasados por una astilladora para reducir su tamaño y posteriormente ser reincorporados al suelo. Cabe mencionar que las astilladoras serán trasladadas a lugares cercanos a las zonas donde se estén realizando las actividades de desmonte.

#### **II.2.5 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto**

Dado Que este proyecto se trata de una ampliación dentro de un mismo predio donde ya existe la PTAR Norponiente, no se tiene contemplado obras de infraestructura de apoyo para los trabajos de construcción. En la PTAR Norponiente ya se cuentan con sanitarios, bodegas y un área para resguardo de los materiales y equipos que se utilizaran para el desarrollos de la ampliación de la planta.

## **II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto**

El proyecto no contempla obras asociadas al proyecto, cuando se termine la construcción de la ampliación de la PTAR Norponiente se canalizara una parte del efluente que actualmente da tratamiento la Planta.

## **II.2.7 Estimación del volumen por especie de materias primas forestales derivadas del cambio de uso de suelo.**

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, las materias primas forestales son los productos del aprovechamiento de los recursos forestales que no han sufrido procesos de transformación hasta el segundo grado (Capítulo II, artículo 7, inciso XVII); por lo que a continuación se describe la metodología que se aplicó en este estudio para su estimación.

### **II.2.7.1 Metodología para el inventario forestal en el área propuesta para el cambio de uso del suelo**

En el presente estudio la caracterización dasométrica de la vegetación se hizo con base a un inventario forestal con un sistema de muestreo de tipo sistemático para una mejor distribución de las unidades de muestreo en campo, con una intensidad de muestreo del 11% para las especies de blandas y duras tropicales. La distancia entre cada unidad de muestreo fue de 50 m entre sitios.

Para determinar la estructura y composición florística de los ecosistemas que se distribuyen en el predio, primeramente la vegetación fue caracterizada de acuerdo a criterios fisonómicos, para ello se realizó el análisis de la carta de usos de suelo y vegetación de la Escala 1:250,000 Serie V. INEGI. A partir de estas, se determinó la presencia de los patrones de distribución de la vegetación, mismos que fueron corroborados durante un extenso recorrido de campo a través del cual se pudo constatar que la vegetación está compuesta por Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia.

Del recorrido de prospección previamente indicado, y considerando las dimensiones del predio, se optó por realizar un muestreo de vegetación cuyos puntos de las unidades de muestreo fueron distribuidos sistemáticamente, de tal manera que se generaron en total 6 unidades de muestreo para el cálculo del volumen. Una vez determinado el número de unidades y su distribución sistemática en un plano, fueron obtenidas las coordenadas UTM del punto central de cada unidad de muestreo. Una vez en campo, con el apoyo del plano obtenido en gabinete, las coordenadas de los sitios y un GPS (Global Positioning System), fue posible ubicar los puntos de cada sitio de muestreo, cuya orientación se estableció con la ayuda de una brújula. Una vez marcadas las unidades se procedió a la delimitación de los sitios para dar paso al inventario y registro de los individuos existentes.

### II.2.7.2 Diseño de muestreo.

El inventario forestal se realizó mediante un diseño de muestreo sistemático (figura 2.18) distribuidos a todo lo largo de la superficie propuesta para el CUSTF del proyecto distribuidas aproximadamente a cada 50 m entre sitios, se realizó un inventario forestal que constó de 6 unidades de muestreo generales.

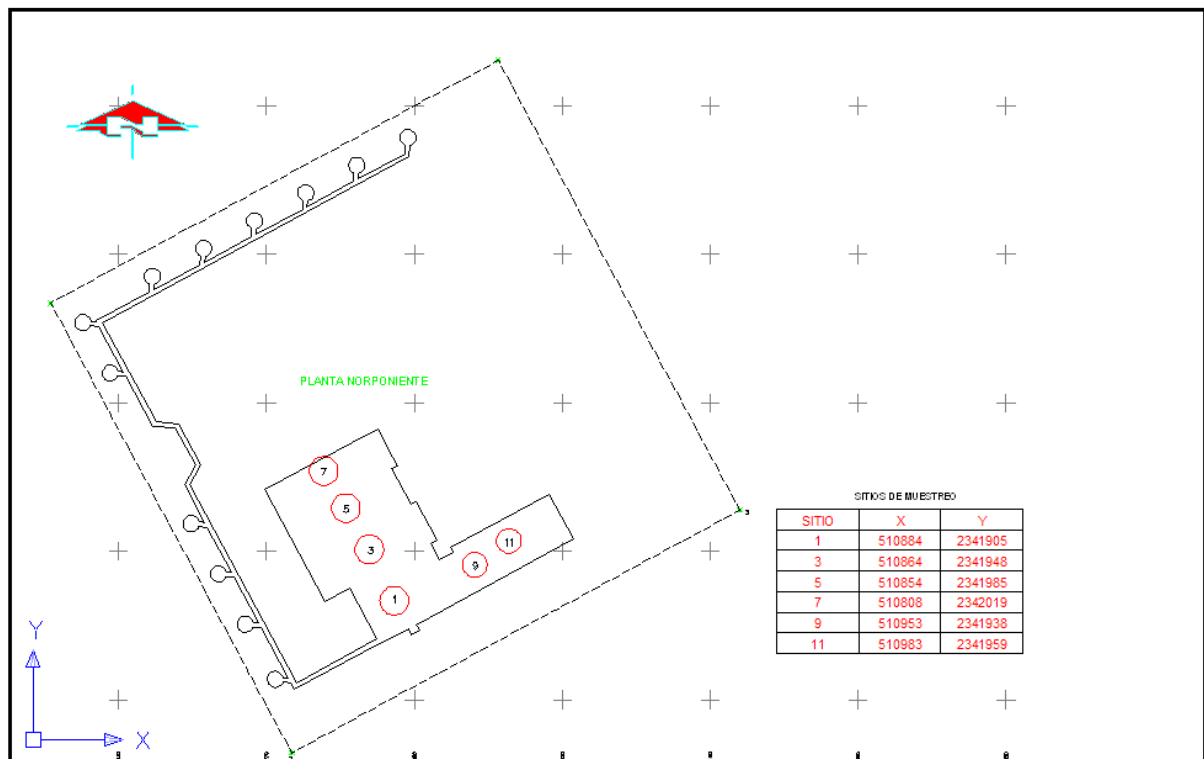


Figura 2.1.19.- Distribución espacial de las unidades de muestreo en el predio.

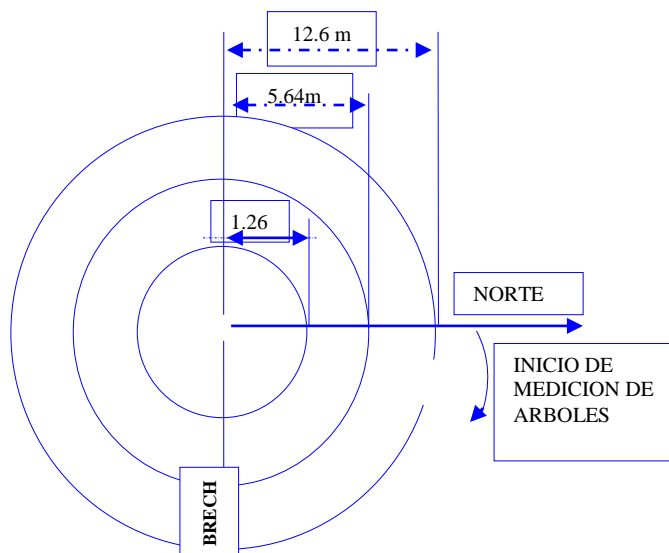
### II.2.7.3 Forma y tamaño de los sitios de muestreo.

Cada unidad de muestreo se realizó de manera circular la cual consistió en una unidad de 500 m<sup>2</sup>, (12.6 m de radio) con subunidades concéntricas de 100 m<sup>2</sup> (5.54 m de radio) y 5 m<sup>2</sup> (1.25 m de radio). En los círculos de 500 m<sup>2</sup>, se llevó a cabo el muestreo de todos los individuos enraizados con diámetro del tallo medidos a 1.30 metros del suelo (DAP) mayor a 10 cm. En la unidad de 100 m<sup>2</sup>, se realizó el muestreo de todos los individuos de 3 a 9.9 cm de diámetro. En la unidad de 5 m<sup>2</sup> se registran los individuos de la regeneración menores de 3 cm de diámetro.

En la unidad de 500 m<sup>2</sup> se realizó el muestreo del arbolado, marcando cada individuo con numeración seguida y obteniendo el registro de la clave o nombre común de la especie, el diámetro del tallo medidos a 1.30 metros del suelo, sin importar si se encontraban deformes, torcidos e inclinados, se tomó la altura total hasta el ápice de los individuos. En las subunidades

de muestreo de 100 m<sup>2</sup> se registró el número de individuos juveniles. Así como la clave o nombre común de la especie, el diámetro del tallo medidos a 1.30 metros del suelo y la altura total. Mientras que en las subunidades de 5 m<sup>2</sup> solo se registra el nombre de la especie y la altura de cada individuo.

**Figura 2.1.20.-** Esquema de las unidades circulares o concéntricas utilizadas en el levantamiento de datos de campo del estudio base.



#### II.2.7.4 Intensidad de muestreo.

Las 6 unidades de muestreo de 500 m<sup>2</sup> que se establecieron sistemáticamente dentro del predio donde se pretende el proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente”, se obtuvo una superficie total de muestreo de 3,000 m<sup>2</sup> que representa un poco más del 11% de intensidad de muestreo de la superficie propuesta a solicitud de cambio de uso del suelo en Terrenos Forestales conformada en una superficie de 2.70 hectáreas.

Las intensidades se estimaron con la siguiente fórmula:  $IM(\%) = \text{Intensidad e muestreo } (\%)$ .

$$IM (\%) = \frac{\text{Superficie muestreada}}{\text{Superficie total}} * 100$$

Para las unidades de 500 m<sup>2</sup>:

$$IM (\%) = \frac{3,000}{27071} * 100 = 11.0\%$$

Dónde:  $IM (\%) = \text{Intensidad de muestreo expresada en porcentaje.}$



Los resultados de su aplicación indican que se alcanzó una intensidad de muestreo buena.

En la siguiente tabla, se presenta la ubicación del centro de las unidades de muestreo conforme al número de sitio que corresponde.

Ubicación geográfica de los sitios de muestreo		
No. Sitio	Coordenadas geografías en UTM con Datum WGS-84	
	X	Y
1	510884	2341905
3	510864	2341948
5	510854	2341985
7	510808	2342019
9	510953	2341938
11	510983	2341959

**Tabla 2.1.12.-** Ubicación de los sitios de muestreo. Se presentan las coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo. Datum WGS-84 México.

En las siguientes imágenes se ilustra parte del trabajo de campo implementado durante el inventario forestal.



Señalización de sitio de muestreo



Medición de DAP



Marcaje de árbol



Árboles marcados para verificación

**Figura 2.1.21.-** Se muestra parte del trabajo de campo durante el inventario forestal del predio del proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente”.

#### II.2.7.5 Procesamiento de la información.

En cuanto a las fórmulas utilizadas para el procesamiento de los datos para el cálculo de área basal y Volumen Total Árbol (VTA) por especie, se usó la hoja de cálculo EXCEL, para obtener los resultados que más adelante se describen.

### II.2.7.6 Fórmulas utilizadas.

El área basal es la superficie de la sección transversal del tallo de un árbol a la altura del pecho. El área basal (AB) se calcula mediante el diámetro medidos a 1.30 metros del suelo o también llamada a la altura del pecho, según la siguiente fórmula:

Para estimar el área basal se utilizó la siguiente fórmula:

$$AB_{m^2} = 0.7854 \cdot DN_{m^2}^2$$

Dónde:

AB = Área basal (m<sup>2</sup>).

DN = Diámetro normal (m).

DN = Diámetro a la altura del pecho (en metros) al cuadrado

$\frac{1}{4}\pi$  = Un cuarto de Pi = (3.1416)/4

El área basal de una especie, de una categoría diamétrica, de un grupo diamétrico ya sea por hectárea o de todo el predio es igual a la suma de las áreas basales de todos los árboles considerados en cada caso.

El cálculo del Volumen Total Árbol (VTA), se realizó considerando los resultados del Inventario Nacional Forestal de 1960. Para determinar el Volumen Total de los Arboles existentes por hectárea y en la superficie del proyecto para el cambio de uso de suelo propuesto, se utilizaron las ecuaciones de volúmenes para 13 grupos de especies para utilizarse en el Primer Inventario Nacional Forestal del estado de Campeche. Los grupos de especies que suman en total 49 especies y las ecuaciones generadas se observan en la tabla 2.11. Son estas las ecuaciones más utilizadas en Campeche y al mismo tiempo, son las que maneja el paquete de cómputo Selva que fue generado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias INIFAP.

### Modelos matemáticos para estimar Volumen:

El modelo que se utilizó para construir las tablas de volúmenes fue el siguiente:

$$V_{cc} = \text{Exp}[\beta_0 + \beta_1 \text{Log}(D) + \beta_2 \text{Log}(A)]$$

Dónde:

Exp= base de los logaritmos neperianos.

Log= logaritmo natural.

Grupo	Ecuación	Nombre científico
IV.	$V_{CC} = e^{[ 9.84923104+1.91175328LN(D)+1.04555238LN(A)]}$	<i>Manilkarazapota</i>
v.	$V_{CC} = e^{[ 9.88284891+1.92178549LN(D)+1.04714889LN(A)]}$	<i>Bursera simaruba</i>
VIII.	$V_{CC} = e^{[ 8.81312542+1.56449274LN(D)+1.08361129LN(A)]}$	<i>Metopiumbrownei</i>
x.	$V_{CC} = e^{[ 9.56438150+1.82330416LN(D)+1.01741981LN(A)]}$	<i>Lysilomabahamensis</i> <i>Swartziacubensis</i>
XI	$V_{CC} = e^{[ 9.52774573+1.76329569LN(D)+1.08168791LN(A)]}$	<i>Thevetiagaumeri</i>
XIII.	$V_{CC} = e^{[ 9.41737421+1.76385327LN(D)+1.04067809LN(A)]}$	<i>Ficus cotinifolia</i> <i>Pouteriacampechiana</i> <i>Coccolobadiversifolia</i> <i>Drypeteslateriflora</i> <i>Ficus máxima</i> <i>Ficus obtusifolia</i> <i>Ficus pertusa</i> <i>Sabal yapa</i> <i>Piscidiapiscipula</i> <i>Nectandracoriacea</i> <i>Simarouba amara</i> <i>Ceiba aesculifolia</i> <i>Sideroxylonfoetidissimum</i> <i>Vitexgaumeri</i> <i>Dendropanaxarboreus</i> <i>Sideroxylonsalicifolium</i>

**Tabla 2.1.13.-** Ecuaciones utilizadas para volúmenes con corteza ( $V_{CC}$ ), en  $m^3$  para las especies localizadas en el predio.

Quando no existían ecuaciones para algunas especies, se utilizaron las fórmulas existentes generadas por De los Santos (1976) en el área concesionada a la Unidad de Explotación Forestal Maderas Industrializadas de Quintana Roo, elaboró tablas de volúmenes con corteza y sin corteza para seis grupos de especies de los montes de la Península de Yucatán, agrupando un total de 33 especies del estado de Quintana Roo.

El modelo utilizado fue el de la variable combinada:

$$V_{cc} = \beta_0 + \beta_1 D^2 A$$

GRUPO	ECUACIÓN	NOMBRE COMUNES	NOMBRE CIENTÍFICO
1 Cedro rojo	$V_{cc}=0.12267+0.00005539AD^2$ $V_{sc}=0.07055+0.00004770AD^2$	Cedro rojo	<i>Cedrela odorata L.</i>
2. Blandas corrientes	$V_{cc}=0.01219+0.00005794AD^2$ $V_{sc}=0.01247+0.00004755AD^2$	Ca'ascat Ceiba Copal Chacah Higo mono Jobo Maculís Negrito o paasak Sacchacah Tastab	<i>Lueheaspeciosa</i> <i>Ceiba pentandra</i> <i>Protium copal</i> <i>Bursera simaruba</i> <i>Picussa</i> <i>Spondias mombin</i> <i>Tabebuia rosea</i> <i>Simarouba glauca</i> <i>Dendropanax arboreus</i> <i>Guettarda combsii</i>
3 Duras corrientes	$V_{cc}=0.01686+0.00005674AD^2$ $V_{sc}=0.00842+0.00005089AD^2$	Bojón Ciricote Chactecoc Chacteviga Chechem negro Chicozapote Chintoc Granadillo Guayacán Habín Kanixte Katalox Machiche Mora Pucté Ramón Tzalam Ya'axnic Zapotillo	<i>Cordia alliodora</i> <i>Cordia dodecandra</i> <i>Sickingia salvadorensis</i> <i>Caesalpinia platyloba</i> <i>Metopium brownei</i> <i>Manilkara zapota</i> <i>Krugiodendron ferreum</i> <i>Platymiscium yucatanum</i> <i>Guaiacum sanctum</i> <i>Piscidia communis</i> <i>Pouteria campechiana</i> <i>Swartzia cubensis</i> <i>Lonchocarpus castilloi</i> <i>Maclura tinctoria</i> <i>Bucida buceras</i> <i>Brosimum alcastrum</i> <i>Lysiloma bahamensis</i> <i>Vitex gaumeri</i> <i>Sideroxylon meyeri</i>
4 Amapola	$V_{cc}=0.05678+0.00004948AD^2$ $V_{sc}=0.03139+0.00003895AD^2$	Amapola	<i>Pseudobombax ellipticum</i>
5 Caoba de planadas	$V_{cc}=0.23266+0.00004821AD^2$ $V_{sc}=0.17110+0.00004159AD^2$	Caoba	<i>Swietenia macrophylla King</i>
6 Caoba de bajos	$V_{cc}=0.20363+0.00004812AD^2$ $V_{sc}=0.13579+0.00004204AD^2$	Caoba	<i>Swietenia macrophylla King</i>

**Tabla 2.1.14.-** Ecuaciones de volúmenes con corteza (Vcc) y sin corteza (Vsc) (m3) para grupos de especies del estado de Quintana Roo.

Las formulas desarrolladas estiman solo volumen de fuste total (VFT). Para obtener el Volumen Total Árbol VTA, al VFT se multiplica por el factor de conversión que permite estimar el Volumen Total del Árbol, y para obtener el VFL, al VFT se multiplica por coeficiente mórfico, dicho factor se calculó para las especies registradas en el predio, mismas que se presentan en la siguiente tabla.

Factor	Especies
2.153	<i>Chaca</i>
2.018	<i>Chechem</i>
2.510	<i>Jabín</i>
2.165	<i>Tzalam, katalox</i>
2.160	<i>Chicozapote</i>
2.500	<i>Otras (Especies tropicales comunes)</i>

**Tabla 2.1.15.-** Factores de conversión a Volumen Total Árbol

### II.2.7.7 Resultados de la estimación del Volumen Total Árbol de las materias primas forestales.

#### Existencias Volumétricas Total (VTA) para todas las especies.

En la tabla 2.14 se resume el promedio (estadístico básico) de las variables dasométricas para cada una de las especies inventariadas, se presentan los cálculos obtenidos las existencias volumétricas reales por hectárea y por la superficie de cambio de uso de suelo en el que se incluyen todas las especies registradas en la superficie propuesta de CUSTF, como se ha mencionado se tomó la altura total de los individuos, medidos desde los 10 centímetros de diámetro en adelante sin importar si los individuos se encontraban deformes, torcidos o inclinados.

En total se estimó un Volumen Total Árbol (VTA) de 87.94 m<sup>3</sup> con corteza por hectárea, el Volumen Total Árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 2.70 hectáreas es de 238.07m<sup>3</sup>con corteza, las especies que contribuyen más en este volumen son las especies *Lysiloma latisiliquum*, *Ficus cotinifolia* y *Manilkara zapota*.

En el siguiente cuadro se presenta el Volumen Total Árbol de cada especie expresada por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo estimado a partir de los datos obtenidos del inventario forestal para el proyecto.

Especie	Nombre común	Por hectárea				Por 2.70 hectáreas		
		DN/ prom	IND/HA	AB/HA (m <sup>2</sup> /ha)	VTA/HA (m <sup>3</sup> /ha)	IND/CUSF (2.70 ha)	AB/CUSF (2.70 ha)	VTA/CUSF (2.70 ha)
Cascabela gaumeri	Akitz	13.433	10	0.145	1.162	27	0.391	3.145
Bursera simaruba	Chaca rojo	11.8	17	0.184	1.650	45	0.498	4.467
Metopium brownei	Chechem	11.5	20	0.210	2.399	54	0.567	6.494
Manilkara zapota	Chicozapote	30.2	10	0.962	10.641	27	2.604	28.807
Lysilomalatisiliquum	Tzalam	19.1	120	3.862	24.319	325	10.454	65.833
Thouinia paucidentata	Kanchunup	14.9	3	0.058	0.613	9	0.157	1.661
Ficus cotinifolia	Álamo	15.8	80	1.716	11.185	217	4.644	30.279
Chrysophyllum mexicanum	Chike	17.7	3	0.082	0.872	9	0.222	2.359
Swartzia cubensis	Katalox	12.0	23	0.266	1.577	63	0.720	4.269
Diospyros verae-crucis	dive	11.4	7	0.068	0.718	18	0.183	1.943
Drypetes lateriflora	Ekulub	13.3	10	0.144	1.625	27	0.391	4.399
Ficus obtusifolia	Fiob	20.8	3	0.113	0.625	9	0.307	1.691
Ficus pertusa	Fipe	11.9	37	0.419	2.733	99	1.134	7.400
Sabal yapa	Guano	22.0	3	0.127	0.948	9	0.343	2.567
Lonchocarpus rugosus	Kanasin	10.5	7	0.059	0.716	18	0.159	1.937
Pouteria campechiana	Kaniste	16.6	3	0.072	0.880	9	0.195	2.382
Ceiba aesculifolia	Pim	11.6	33	0.356	3.695	90	0.965	10.003
Dendropanax arboreus	Sakchaca	12.0	20	0.236	2.382	54	0.639	6.447
Gliricidia sepium	Sakyab	12.8	20	0.268	2.965	54	0.726	8.027
Ottoschulzia pallida	Uvasche	10.7	7	0.059	0.712	18	0.161	1.926
Psidium discipula	Jabín	18.3	20	0.542	3.869	54	1.466	10.474
Simaruba glauca	Pasak	16.6	7	0.144	0.946	18	0.391	2.562
Vitex gaumeri	Yaaxnic	14.7	83	1.542	9.682	226	4.173	2.798
Cecropia peltata	Guarumbo	15.65	7	0.128	1.034	18	0.347	2.798
<b>Total</b>			<b>553</b>	<b>11.761</b>	<b>87.946</b>	<b>1,498</b>	<b>31.839</b>	<b>238.078</b>

**Tabla 2.1.16.-** Concentrado del número total de individuos con DN  $\geq$  10 cm (IND/HA), área basal (AB/HA) expresada en m<sup>2</sup>, Volumen Total Árbol m<sup>3</sup> (VTA) y por la superficie sujeta a CUSTF de las especies identificadas en el terreno forestal para el proyecto.

Los resultados del inventario forestal en el predio nos permiten concluir que en el terreno destinado para el cambio de uso del suelo para el proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente”, por la composición de especies y las características dasométricas del arbolado que presenta, existen por hectárea 553 individuos, el estimado que se pudiera encontrar en la superficie de cambio de uso de suelo propuesto es de 1,498 individuos, como ya se ha mencionado el Volumen Total Árbol por hectárea es de 87.94m<sup>3</sup>, el Volumen Total Árbol estimado que se pudiera encontrar en la superficie solicitada de cambio de uso de suelo en las 2.70 hectáreas es de 238.07 m<sup>3</sup>. (Los resultados obtenidos de área basal y volumen se estimaron con corteza).

### **II.2.8 Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso del suelo.**

Se ha definido a los recursos biológicos forestales, como aquellas especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquellas de interés científico, biotecnológico o comercial; siendo servicios tangibles, utilizados por el ser humano como insumos en la producción o en el consumo final y que se gastan y transforman en el proceso, como madera, frutos, semillas, carnes, pieles, medicinas, entre otros, los cuales son utilizados por el ser humano para su consumo o comercialización.

En general, los recursos biológicos son comercializados para su uso directo en el consumo intermedio o final, así que existen mercados donde se fijan sus precios. En otros casos, los recursos se valoran a través del precio de recursos asociados o sustitutos que se comercializan, como se verá posteriormente.

Para estimar económicamente los recursos biológicos forestales del área se deben tener indicadores cuantificados que estén determinados por los procedimientos normales del mercado de la economía, desde hace décadas atrás se extraen productos maderables y no maderables de la selva con fines de mercadeo, no obstante siempre ha existido una disyuntiva en el costo del recurso, existiendo siempre una diferencia de acuerdo con la zona.

Para la valoración de los usos indirectos que proporcionan los servicios ambientales, en general no existen mercados, y la valoración tiene que recurrir a mercados simulados y a otros métodos de valoración.

La estimación económica de los recursos biológicos forestales que se encuentran dentro del área sujeta a cambio de uso del suelo en terrenos forestales de este proyecto, incluyendo flora y fauna, y de acuerdo con lo que se establece en la fracción XXIV del Artículo 7 de la LGDFS, los Recursos biológicos forestales comprenden las especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquellas de interés científico, biotecnológico o comercial; a continuación se presenta una alternativa de valoración



económica de los recursos que pudieran tener un valor económico:

Los recursos biológicos forestales presentes en la vegetación de selva de este predio son de naturaleza diversa, tales como plantas, animales y microorganismos y sus partes: frutos, cortezas, hojas, tallos, bulbos, resinas, pieles, fibras, humus, etc. Los cuáles aunque no sean aprovechados de forma comercial, por su potencial uso doméstico y debido a que son de apropiación libre, para su valoración económica se requiere de criterios distintos a los monetarios convencionales.

Para efecto de la estimación del valor económico del volumen de la madera que será afectado por el cambio de uso del suelo, fueron considerados todas las especies maderables que serán removidas.

Con la finalidad de realizar la estimación económica de los recursos biológicos forestales presentes en el área del proyecto, la estrategia aplicada en este estudio parte de la valoración de los recursos forestales que tienen un precio de mercado en la región, las cuales se agrupan por similitud y se consideran como productos forestales sustitutos. Estas materias primas se clasifican en maderables y no maderables.

#### **II.2.8.1 Valoración económica directa.**

El valor de uso directo de los recursos forestales resulta ser el medio más accesible en su concepción para la estimación económica de los recursos biológicos forestales, debido a que se reconoce de manera inmediata a través del consumo de los mismos (madera para aserrío, palizada, leña, carbón y triturado etc.).

**Madera para aserrío.** En el siguiente cuadro se presenta la estimación del valor económico por especie estimado para los individuos registrados, considerando el uso potencial de la madera que podría utilizarse como madera en rollo para aserrío de primera y segunda mano con diámetros de 25 cm y mayores. Se considera que el precio de la madera promedio para aserrío duras y blandas de baja calidad varía de acuerdo con el tipo de madera y si es obtenida a orilla de brecha o a pie de tocón. Para este caso se presenta el precio de la madera obtenida a pie de tocón. (Los cálculos para aserrío están basados en el VFL, se estimó toda la madera obtenida en m<sup>3</sup> para conversión a aserrío sin importar si se encontraba en condiciones para su venta).

Materia prima	Nombre común	Valor Económico/m3 (00/100, M.N)	Volumen Comercial (m3/ha)	Valor Económico (m3/ha)	Volumen Comercial (m3/2.70ha)	Valor Económico (2.70 ha)
Madera para aserrío	Chicozapote	2100	2.86	6,006.00	7.72	16,212.00
	Tzalam	1900	4.02	7,638.00	10.85	20,615.00
	Álamo	1500	0.47	705.00	1.26	1,890.00
	Yaaxnic	1800	0.50	900.00	1.35	2,430.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$15,249.00</b>		<b>\$41,147.00</b>

**Tabla 2.1.17.-** Estimación del volumen comercial (m<sup>3</sup>) por especie, por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo para este proyecto.

De acuerdo con el cuadro anterior, el valor total económico estimado de las materias primas forestales que pudieran tener un valor comercial por el cambio de uso de suelo, de las existencias reales volumétricas contabilizando la contribución de los individuos vivos a partir de 25 cm de diámetro y mayores son de aproximadamente 21.18 metros cúbicos de madera en rollo con corteza que asciende a la cantidad de \$ 41,147.00 (Cuarenta y un mil ciento cuarenta y siete pesos 00/100 M.N.).

**Madera para palizada.** En el siguiente cuadro se presenta el desglose de la estimación económica de la madera que podría utilizarse como madera en rollo para palizada de primera y segunda mano con diámetros de 10 cm a 24.9 cm.

Se considera que el precio de la madera de palizada en bacadilla es de \$ 1,400/m<sup>3</sup>. Se consideran precios promedios, ya que se trata principalmente de maderas duras, blandas denominadas comunes tropicales.

Los árboles y arbustos contribuye con 23.88 m<sup>3</sup> de madera en rollo para uso en palizada por hectárea de 24 especies lo que constituye el volumen que se pudiera comercializar derivado del cambio de uso del suelo en este predio.

Materia prima	Nombre común	Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /ha)	Valor Económico/ha (00/100, M.N)	Volumen Comercial (m <sup>3</sup> /2.70ha)	Valor Económico (2.70 ha)
Madera para Palizada	Akitz	0.392	548.46	1.061	1,484.74
	Chaca	0.527	737.13	1.425	1,995.49
	Chechem	0.583	815.66	1.577	2,208.07
	Chicozapote	0.107	149.49	0.289	404.68
	Tzalam	5.674	7,943.84	15.361	21,504.77
	Guarumbo	0.408	570.90	1.104	1,545.47
	Alamo	3.980	5572.10	10.774	15,084.23
	Chike	0.160	224.68	0.434	608.24
	Dive	0.179	250.54	0.484	678.24
	Ekulub	0.451	632.06	1.222	1,711.03
	Fiob	0.338	473.34	0.915	1,281.38
	Fipe	1.177	1,647.20	3.185	4,459.12
	Guano	0.330	462.28	0.894	1,251.44
	Kanasin	0.142	198.93	0.385	538.52
	Kanchunup	0.155	217.39	0.420	588.48
	Kaniste	0.201	281.29	0.544	761.49
	Katalox	0.688	963.15	1.862	2,607.34
	Pim	0.921	1,288.91	2.492	3,489.21
	Sakchaka	0.595	833.64	1.612	2,256.74
	Jabin	1.656	2,318.91	4.484	6,277.51
	Pasak	0.402	562.64	1.088	1,523.13
	Yaaxnic	3.957	5,539.32	10.711	14,995.48
	Sakyab	0.711	994.91	1.924	2,693.32
	Uvasche	0.148	207.65	0.402	562.11
<b>TOTAL</b>		<b>23.88</b>	<b>33,434.43</b>	<b>64.650</b>	<b>\$90,510.34</b>

Nota: Dentro del valor total obtenido para palizada se incluyeron algunas especies que no tienen valor comercial para venta como madera de palizada.

**Tabla 2.1.18.-** Estimación del volumen comercial (m<sup>3</sup>) por especie, por hectárea y por la superficie de cambio de uso del suelo para este proyecto.

Puede decirse que el valor total de los productos forestales maderables que pueden ser utilizados como palizada de valor comercial en el área de desplante de este proyecto es de \$90,510.34 pesos considerando las especies de 10 a 24.9 cm de DAP en una superficie de 2.70 hectáreas donde se solicita el cambio de uso del suelo forestal.

**Madera para leña, triturado y elaboración de carbón.** Para obtener valores para leña, carbón y triturado, se incluyen los individuos de 3.0 cm a 9.9 cm de diámetro, de los cuales se considera que el 30% podría utilizarse para leña, 20 para triturado y el 50% restante como material para la elaboración de carbón.

En el cuadro siguiente, se presenta el desglose de la estimación económica de los porcentajes volumétricos por hectárea que podría utilizarse para leña, material triturado y carbón.

Se contabiliza el 100% del volumen total árbol donde se incluyen los individuos de 3.0 cm a 9.9cm de diámetro, se tiene un precio unitario de campo de \$ 300 pesos por m<sup>3</sup> para leña, para carbón el costo de una tonelada se encuentra en \$ 1,400 pesos que equivalen a 7 m<sup>3</sup> de material vegetal por lo que el costo del m<sup>3</sup> de material vegetal para carbón se estimaría en 120 pesos, para el caso del triturado de material el precio unitario del m<sup>3</sup> se estima en este estudio de \$400 pesos.

Materia prima	% de Aprovechamiento	Volumen total (m <sup>3</sup> /ha)	Precio unitario \$/m <sup>3</sup>	Valor Económico/ha	Valor Económico (2.70ha)
Leña	30	6.70	300	2,010.00	5,427.00
Material triturado	20	4.46	400	1,784.00	4,816.80
carbón	50	11.17	120	1,340.40	3,619.08
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>22.33</b>		<b>\$5,134.40</b>	<b>\$13,862.88</b>

**Tabla 2.1.19.-** Estimación económica de la madera para leña, material triturado y carbol vegetal, con valor comercial de acuerdo con la estimación volumétrica del inventario forestal.

La estimación del porcentaje del volumen, puede decirse que el valor total de los productos forestales maderables que pudieran tener un valor comercial en el área de desplante para leña, triturado y carbón de este proyecto es de \$ 13862.88 pesos considerando las especies de 3 a 9.9 cm de DAP en una superficie de 2.70 hectáreas donde se solicita el cambio de uso del suelo.

**Plantas de ornato.** Los recursos forestales no maderables con potencial de valor comercial que existen en la superficie a solicitar de CUSTF de este proyecto lo constituyen las plantas de ornato como el chit (*Thrinax radiata*), el xiat (*Chamaedorea seifrizii*), bobtum (*Anthurium schlechtendalii*), Akits (*Thevetia gaumeri*) Guano (*Sabal yapa*) y el tulipán (*Malvaviscus arboreus*). A continuación en el siguiente cuadro se presenta un desglose del valor económico de las plantas que pudieran tener un uso ornamental.

Nombre común	Precio unitario \$ por planta	No. de plantas (2.70ha)	Valor Económico (2.70ha)
Chit	30	350	10,500.00
Xiat	25	340	8,500.00
Bobtun	25	193	4,825.00
Akits	15	107	1,605.00
Guano	20	95	1,900.00
Tulipán	10	170	1,700.00
Bromelia	50	60	3,000.00
<b>Total</b>			<b>\$ 32,030.00</b>

**Tabla 2.1.20.-** Valor económico y número de plantas ornamentales por hectárea y por la superficie de cambio de uso de suelo forestal del proyecto.

**La hoja de la palma de Guano (Sabal yapa).** Es otro producto forestal no maderable presente en el área de desplante de este proyecto, sin embargo, esta palma se encuentra muy escasa en el predio, se estima que alcanzan apenas 50 ejemplares adultos, a los que en promedio se les podrían cortar 5 hojas por planta, que a un precio de \$5.00 pesos por hoja nos da un total de \$1,250.00 pesos.

**Materia orgánica (tierra vegetal).** En el suelo de los terrenos forestales existe un amplio grupo de micro-organismos que a pesar de ser menos conspicuos, son abundantes en casi todos los ambientes, donde cohabitan con plantas y animales superiores. En la tierra forestal, estos micro-organismos son los responsables de la descomposición de la materia orgánica y la formación del humus, el cuál juega un papel fundamental en la fertilidad del suelo y la retención de agua del suelo. Aquí podemos encontrar bacterias, hongos, protozoarios, nematodos, anélidos, platelmintos, oligoquetos, microartrópodos, macroartrópodos y moluscos.

Se estima que en ambientes tropicales, este conjunto de organismos descomponen entre 5.5 a 15.5 toneladas/año de materia orgánica muerta que en selvas secas y vegetación de tierras bajas; se estima que en caso de no existir dicho grupo de organismos, éstos desechos incrementarían su altura en 120 cm/año. Una vez concluido el proceso de descomposición (a una tasa de transformación de 2.2:1), llegan acumularse en el suelo forestal de 1.7 a 2.45 ton/ha de humus que absorben agua en proporción de 6 veces su peso, previenen la erosión del suelo y se mineralizan, para poner a disposición de las plantas los nutrientes que requieren para crecer.

Si bien la velocidad del proceso varía a lo largo del año en ambientes con marcada estacionalidad, como es el caso de las selvas secas y vegetación costera de la península de Yucatán; el humus o mantillo es un bien que entra en el mercado convencional de las plantas de ornato y la jardinería, y los precios que alcanza varían de acuerdo con su disponibilidad y distancia a los centro de consumo.

En esta región donde los suelos son limitantes para la actividad agrícola, la escasez de tierra fértil es un recurso forestal no maderable muy apreciado y con alto valor de mercado, que con frecuencia se desperdicia al utilizarlo como material de relleno. Su valoración es un indicador de la contribución de la biodiversidad de este componente dentro del funcionamiento de las selvas. Al considerar que la tierra negra o tierra de monte es muy apreciada y se utiliza extensamente en jardinería; por lo que alcanza precios aproximados de \$ 400.00 por m<sup>3</sup>.

Aunque el predio es pedregoso, existen algunas áreas en las que se acumula en forma natural el sustrato, en la superficie de 2.70 hectáreas que se destinaron para el desarrollo del proyecto; se consideró una capa de suelo de 5 centímetros y se deduce que el potencial de tierra de monte que se pudiera extraer por hectárea es de aproximadamente 35 m<sup>3</sup>, por lo tanto se estima un monto de aproximadamente \$ 37,800 pesos, por la venta de la tierra forestal.

**Valor económico de las especies de fauna silvestre.** De las referencias localizadas sobre la valoración de vertebrados silvestres en México, la mejor corresponde el estudio “Importancia Económica de los Vertebrados Silvestres de México” (Pérez- Gil Salcido R. et al., 1996). En él se hace una revisión minuciosa sobre la existencia de vertebrados silvestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) así como de su uso y valor económico asociado; no obstante dicho estudio no llega a datos específicos sobre el valor económico de los vertebrados silvestres para sus diversos usos. En el siguiente cuadro se presenta una valoración de los vertebrados silvestres con base en sus distintos usos. Por otra parte, y a pesar de conocer el valor económico de algunas especies de vertebrados silvestres, el promovente no pretende realizar aprovechamiento alguno de estos (ya sea con fines de cacería deportiva y/o comercial), ya que para ello se tendría que contar con una Unidad de Manejo Ambiental autorizada por la SEMARNAT.

Al agrupar, las especies de fauna con registro de campo en este predio con uso potencial como mascota y considerando los costos de captura para las especies sin uso local que se registraron durante el trabajo de campo se obtiene un total de 20 especies para el área con cambio de uso con precios unitarios desde \$ 30 hasta \$ 500 pesos, con lo que se estima un valor total de captura de la fauna de \$ 2060.00 pesos M.N. para este grupo de especies.

No	Especie	Nombre común	Registro de campo	Costo de captura (\$)
<b>Reptiles</b>				
1	Noropssagrei	Lagartija chipoyo	X	30
2	Ameiva undulata	Lagartija metalica	X	100
<b>Aves</b>				
1	Columba flavirostris	Paloma	X	50
2	Cyanocoraxyucatanicus	Urraca yucateca	X	100
3	Dendroica dominica	Chipe garganta amarilla	X	70
4	Dendroicapetechia	Gorrión dorsiverde	X	30
5	Divesdives	Tordo cantor	X	30
6	Icterusauratus	Bolsero yucateco	X	70
7	Icterus cucullatus	Bolsero cuculado	X	70
8	Icterus gularis	Bolsero de altamira	X	70
9	Leptotila verreauxi	Paloma	X	70
10	Mimus gilvus	Cenzontle	X	60
11	Myiodynastes luteiventris	Mosquero	X	30
12	Myiozetetes similis	Luis gregario	X	70
13	Ortalis vetula	Chachalaca	X	100
14	Pitangus sulphuratus	Luis grande	X	50
15	Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	X	10
16	Turdus grayi	Ruiseñor	X	50
<b>Mamíferos</b>				
1	Dasyprocta punctata	Sereque	X	500
2	Sciurus yucatanensis	Ardilla de tierra	X	500
			<b>Total</b>	<b>\$ 2,060.00</b>

**Tabla 2.1.21.-** Estimación económica de los recursos biológicos forestales de las especies de fauna con registro de campo en el área propuesta para cambio de uso del suelo.

Con el reconocimiento de las limitaciones técnicas y metodológicas para valorar de manera integral los recursos biológico forestales que existen en este predio, se puede considerar como un indicador el valor total estimado para el área sujeta a cambio de uso del suelo con el procedimiento contingente de valoración de recursos sustitutos descrito con anterioridad, por lo que se obtiene un valor global de \$ 218,660.22 (Son doscientos dieciocho mil seiscientos sesenta pesos 22/100 M.N.).

De acuerdo con lo antes citado, el resumen de las estimaciones de los recursos biológicos existentes en el inmueble de interés se muestra enseguida.

Recurso forestal	Valor total en pesos (\$)
Aserrió	41,147.00
Palizada	90,510.34
Leña	5,427.00
Material triturado	4,816.80
Carbón vegetal	3,619.08
plantas de ornato	32,030.00
Palmas de guano	1,250.00
Tierra vegetal	37,800.00
Fauna	2,060.00
<b>Total</b>	<b>218,660.22</b>

**Tabla 2.1.22.-** Resumen de la estimación de los recursos biológicos forestales.

### II.2.8.2 Valoración económica indirecta

Para la estimación del valor de uso indirecto se realizó con base en la estimación de pago por servicios ambientales, modalidad Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), la cual indica que entre los servicios ambientales se encuentran los productos forestales maderables y no maderables, alimentos, plantas medicinales, vida silvestre, entre otros; los de regulación, que incluyen el agua en cantidad y calidad, regulación asociada a la biodiversidad, regulación de la erosión del suelo, regulación del clima y calidad del aire, regulación de la respuesta a eventos naturales extremos; los culturales, que pueden ser tangibles o intangibles, pero que dependen fuertemente del contexto sociocultural; y los de sustento, que son los procesos ecológicos básicos (CONAFOR, 2014).

Para esta forma de estimación económica indirecta de los recursos biológicos, se tomó como base los valores que presenta la Comisión Nacional Forestal en las Reglas de Operación del Programa Nacional Forestal 2014, Región 8 (Península de Yucatán). En el cuadro siguiente, se presenta la estimación económica indirecta (servicios ambientales) del costo de los recursos biológicos derivados por el cambio de uso de suelo. Dicha estimación se basó en los montos que ofrece la CONAFOR como pago por servicios ambientales, y de acuerdo con la clasificación de montos de la misma, a la cual le corresponde monto de \$ 550.00 (Quinientos cincuenta pesos 00/100 M.N.) por hectárea por año.



Concepto	Costo Unitario (\$)	Unidad	Superficie de afectación por el CUS (ha)	Costo total del recurso biológico por año (\$)
Servicios ambientales	550	hectárea	2.70	\$ 1,485.00

**Tabla 2.1.22.-** Valoración económica indirecta a partir del valor de los servicios ambientales que presta la vegetación que se desarrolla al interior del predio.

Todas las estimaciones obtenidas en este capítulo son sólo hipotéticas, ya que no existe intención para hacer un uso comercial de los productos forestales obtenidos; sino un uso alternativo como el desarrollo del proyecto que se localiza dentro de la zona urbana de la ciudad de Cancún.

## II.2.9 Operación y mantenimiento

### Etapa de Construcción

Implica el desarrollo de las estructuras de concreto y la integración de las tuberías de proceso y servicios auxiliares, o sea la obra civil.

En términos generales para el desarrollo de todas y cada una de las estructuras, se pueden considerar como actividades comunes, atendiendo las especificaciones particulares del proyecto: limpieza y nivelación del terreno, excavación, relleno habilitado y armado de varillas y alambren, cimbra, preparación y colocación del concreto.

- Limpieza trazo y nivelación del terreno para desplante de estructuras con uso de equipo topográfico.
- Excavación con máquina para estructuras en material tipo I y II. Incluye: afloje, extracción del material, afine de taludes y fondo y conservación hasta la construcción de la estructura en la profundidad requerida.
- Plantilla de concreto simple hecho en obra, espesor de 5 cm. Incluye: preparación del desplante, vaciado y curado.
- Relleno de zanjas con material A o B producto de la excavación compactado con pisón de mano al 95% prueba Proctor, capas de 20 cm de espesor. Incluye: selección y volteo de material.
- Acarreo en camión de materiales excedentes: desazolves, excavaciones, etc.,
- Habilitado y armado de varilla corrugada conforme a especificaciones del proyecto, incluye: mano de obra, cortes, doblados, amarres, traslapes y todos los materiales necesarios para su colocación.
- Elaboración de concreto hidráulico, según especificaciones, incluye: mano de obra y materiales necesarios para su elaboración
- Colocación de concreto hidráulico, incluye: maniobras para su colocación, vibrado, curado, cimbrado, descimbrado conforme a las especificaciones de proyecto
- Acabado pulido en losa de piso con cemento espolvoreado. Incluye: agua para humedecer y pulir la superficie.

Equipamiento particular de cada uno de los elementos que conforman el tren de tratamiento. Aquí se contemplan los accesorios requeridos para la correcta operación de cada uno de los elementos del proceso de tratamiento. Esta actividad que no incluye obra civil.

### Etapa de Operación y Mantenimiento.

La operación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente, así como de todo el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Benito Juárez está a cargo de la empresa Promovente, esta misma será la responsable de las actividades de operación y mantenimiento de la Ampliación de la planta de tratamiento Norponiente. Se realizarán análisis periódicos con un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación, para corroborar la calidad del agua tratada y el cumplimiento de los límites máximos permisibles de contaminantes que establecen la legislación mexicana.

#### II.2.10 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Al término de la vida útil del proyecto, el promovente someterá a consideración de esta H. Autoridad, el programa de abandono del proyecto y en su caso, de restauración del sitio, sin embargo no se contempla el abandono del sitio dado que es infraestructura necesaria para el tratamiento de las aguas residuales generadas por la población de Cancún.

#### II.2.11 Programa de trabajo

Se proyecta que la preparación y construcción se llevará a cabo en un periodo de **5 años**, a continuación se describe el cronograma de actividades.

ACTIVIDADES	CUATRIMESTRES														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Trámites y permisos.															
Trazo topográfico y preparación del sitio.															
Rescate de vegetación y ahuyentamiento de fauna															
Transportación de materiales.															
Construcción de infraestructura															
Instalación de red eléctrica y de agua para operación de la PTAR															
Inicio de operación de las nuevas obras.															
Mantenimiento	Se mantendrá un mantenimiento preventivo en todo el tiempo de vida del proyecto														

**Tabla 2.2.1.- Programa general de trabajo.**

## **Personal requerido para el proyecto**

Para el desarrollo del proyecto “**Ampliación de PTAR Norponiente**” se tiene contemplado un total de 44 trabajadores de los cuales 30 serán temporales, estos trabajaran en las tareas de preparación de sitio y construcción y 14 permanentes que trabajaran directamente en la operación y mantenimiento del proyecto.

### **II.2.12 Generación y manejo de residuos líquidos y emisiones a la atmósfera**

Los residuos que se generaran durante la etapa de construcción consisten en desechos propios de la actividad: residuos de morteros y concreto, varilla de acero, cartón y papel, madera y material producto de excavación. Estos serán almacenados de manera temporal en el propio terreno y dispuestos de manera final en los sitios autorizados por la autoridad municipal, de acuerdo a las características del material.

Los residuos domésticos y orgánicos serán generados en menor cantidad, debido al número de trabajadores empleados de la localidad, que llevaran o harán su comida y los restos podrán disponerse, según se generan, con las rutas de recolección municipal.

Las emisiones a la atmósfera surgirán de la emisión de los motores de combustión interna de la maquinaria de construcción y camiones transportistas.

Durante la etapa de operación, los sólidos provenientes de las rejillas de cribado, una vez secos se podrán disponer en el relleno sanitario municipal. Además los lodos provenientes del proceso, estabilizados y deshidratados serán dispuestos atendiendo a la normativa ambiental correspondiente.

### **II.2.13 Residuos**

#### **Residuos sólidos urbanos**

La separación desde contenedores, consta en colocar contenedores de basura con diferentes secciones, con el fin de separar la basura desde los contenedores en 2 secciones, Orgánico e inorgánico, dentro de la clasificación de inorgánicos se separaran los residuos reciclables como Pet, papel, cartón y latas de Aluminio, posteriormente estos se le dará una disposición final de acuerdo al Plan de manejo de Residuos que ya tienen implementado el proyecto.

#### **Residuos de manejo especial**

En este caso la planta generará lodos del tratamiento de las aguas residuales, a este lodo se le dará un tratamiento para deshidratarlo y posteriormente se dispondrá como materia mejoradora de suelo de acuerdo al Plan de manejo de Residuos que ya tienen implementado el proyecto.

### **Residuos peligrosos.**

Los residuos peligrosos que se generaran en el proyecto, estos relacionados con el mantenimiento de la propia planta y envases de los productos químicos que se utilizan para el tratamiento, se tendrá un correcto manejo de estos, cuando se generen en el proyecto se almacenaran temporalmente dentro del Almacén Temporal de Residuos Peligrosos que cuenta la PTAR para posteriormente darle una disposición final con un proveedor del servicio de recolecta autorizado por la SEMARNAT y SCT.

### **III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACION**

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

#### **III.1. ORDENAMIENTOS JURÍDICOS FEDERALES**

##### **III.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en su Artículo 4 sus párrafos quinto y sexto establece lo siguiente:

*Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.*

*Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.*

En base a lo establecido en la CPEUM el proyecto radica en que la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente contribuirá con el bienestar de la población asentada en el norponiente de la Ciudad de Cancún con el saneamiento de las aguas residuales generadas por la actividad doméstica cotidiana, dando cumplimiento a este precepto constitucional, ya que el alcance del proyecto se focaliza al tratamiento de las aguas residuales municipales.

##### **III.1.2 Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente y su reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental.**

Esta Ley es de competencia de la Federación y se publicó en el Diario Oficial el 28 de enero de 1988 y es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto el desarrollo sustentable, entre otros objetivos. Su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental fue expedido mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000.

A continuación se analizan las especificaciones vinculadas a este proyecto:

**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 alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

- I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;
- VII.- Cambio de Uso del Suelo en áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas

Así mismo el artículo 30 de la LGEEPA señala que se deberá presentar a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el medio ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

**Análisis:** De acuerdo a lo señalado en los artículos antes mencionados, el procedimiento de evaluación del impacto ambiental, es el mecanismo que se debe aplicar de manera precautoria para identificar los posibles impactos ambientales que se puedan generar por la construcción y operación del proyecto, por ello y en conformidad a lo establecido en dichos artículos, se cumple de manera evidente al presentar este documento de manera previa a la construcción y operación del proyecto, que por ser una obra que se pretende desarrollar y que cuadra en las fracciones I y VII del Art. 28 de la LGEEPA, así mismo dado que el proyecto maneja una sustancia enlistada dentro de los listados de actividades altamente riesgosas, se anexa al DTU-B, el Estudio de Riesgo ambiental y el Programa de Prevención de Accidentes del proyecto.

Durante las diferentes fases de desarrollo del proyecto, se aplicarán los criterios establecidos en esta Ley respecto a la prevención de la contaminación en el suelo, agua y aire por lo que se verificará en todo momento el cumplimiento de los siguientes artículos:

**Artículo 83.** El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.

**Análisis:** Es importante mencionar que el predio presenta características de una selva median subperennifolia, sin embargo al encontrarse dentro de la zona urbana esta ha perdido paulatinamente su diversidad faunística por las mismas actividades antropogénicas. Durante la



fase de construcción no se utilizarán recursos naturales del área, solo serán utilizados materiales provenientes de distribuidores autorizados. Con respecto a las especies protegidas, antes de iniciar el desmonte del predio se realizará un programa de rescate y reubicación de los individuos que estuvieran bajo algún estatus de protección con el fin de no afectarla.

**Artículo 98.-** Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:

I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;

IV. En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;

VI. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

**Análisis:** El uso de suelo que se pretende no se contrapone a los programas de ordenamiento aplicables para la zona, ya que de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez el proyecto se ubica dentro de la UGA denominada centro de población y en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún este se ubica dentro del uso de suelo de Equipamiento Infraestructura Urbana.

- **Reglamento de la ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental**

El Reglamento de la LGEEPA MEIA establece en el Capítulo II, Art. 5, Inciso A), Fracción VI lo siguiente:

#### CAPÍTULO II

#### DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIEREN AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE LAS EXCEPCIONES

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

##### A) HIDRÁULICAS:

**VI.** Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales, excepto aquellas en las que se reúnan las siguientes características:

a) Descarguen líquidos hasta un máximo de 100 litros por segundo, incluyendo las obras de descarga en la zona federal:

- b) En su tratamiento no realicen actividades consideradas altamente riesgosas, y
- c) No le resulte aplicable algún otro supuesto del artículo 28 de la Ley;

El proyecto se encuentra dentro de este supuesto dado que se trata de la Ampliación de una Planta de Tratamiento de Agua Residual que da el servicio de tratamiento de agua a los ciudadanos de Cancún, así mismo el agua ya tratada se descarga en un cuerpo receptor (pozo de descarga), razón por la cual se está realizando el siguiente DTU Modalidad B y anexa al mismo Estudio de Riesgo Ambiental y Programa de Prevención de Accidentes del proyecto.

### **III.1.3 Ley general de desarrollo forestal sustentable y su reglamento**

Esta Ley es de competencia de la Federación y se publicó en el Diario Oficial el 25 de febrero de 2003 y es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX inciso G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Su Reglamento fue expedido mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005.

De acuerdo con el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) la SEMARNAT sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo; asimismo señala que las autorizaciones que se emitan deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

Para determinar la presencia o ausencia de vegetación forestal al interior del predio, desde el punto de vista jurídico, es menester recurrir a la LGDFS y su Reglamento (R-LGDFS).

De acuerdo con el glosario de términos de la LGDFS (Artículo 7), se entiende por cambio de uso de suelo en terreno forestal la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales (fracción V); en tanto que por terreno forestal se entiende el que está cubierto por vegetación forestal (fracción XL) y por vegetación forestal debe entenderse al conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural,

formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales (fracción XLV).

Por otra parte en el Artículo 2 del R-LGDFS se definen los tipos de vegetación considerados como vegetación forestal, los cuales se describen en los siguientes apartados:

**Bosque**, vegetación forestal principalmente de zonas de clima templado, en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Esta categoría incluye todos los tipos de bosque señalados en la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;

**Selva**, vegetación forestal de clima tropical en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados, excluyendo a los acahuales. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática;

**Análisis.** De acuerdo con estas definiciones, el predio cuenta con características propias de una selva y cuenta con tallas de arboles que pueden ser considerados como forestales, además se pueden apreciar especies como *Thrinax radiata* vegetación con estatus de protección dentro de la NOM-059-SEMARAT-2010, por lo que se concluye que en el predio existe vegetación forestal y por tanto se trata de un terreno forestal. Adicionalmente, se presenta también la evaluación de impactos ambientales aplicables al cambio de uso de suelo que se pretende. Para tal efecto, y considerando que el 22 de diciembre de 2010 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el “Acuerdo por el que se expiden los lineamientos y procedimientos para solicitar en un trámite único ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales las autorizaciones en materia de impacto ambiental y en materia forestal”, la solicitud de ambas autorizaciones tiene lugar en el presente Documento Técnico Unificado, dando cumplimiento a la legislación en cita.

#### III.1.4 Ley general de vida silvestre

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS) es de orden público y de interés social, es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

En su Artículo 18 la LGVS establece que “los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre, tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la

presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.” El promovente cumple con este mandato legal, considerando que no se pretende la explotación o extracción de vida silvestre como parte del proyecto. Es importante mencionar en cambio, que se han establecido zonas de conservación en las que se asegura la salvaguarda de las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo.

Al interior del predio, se registraron especies de flora y fauna en alguna categoría de protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, mismas que el promovente no tiene interés de aprovechar más que como elementos del paisaje y en su caso, para la reforestación de espacios verdes, y para las cuales se han diseñado estrategias que minimizarán el impacto sobre sus poblaciones, entre las que se incluyen las siguientes:

- En las zonas de intervención directa se llevará a cabo el rescate selectivo de la vegetación con énfasis en las especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, particularmente de la palma chiiit (*T. radiata*). Los ejemplares rescatados se resguardarán en un vivero provisional y tras un período de recuperación se reintroducirán al interior de los espacios verdes proyectados.
- Solamente se realizará el desmonte de vegetación sobre la superficie autorizada para el cambio de uso de suelo, dejando gran porcentaje del predio como estado natural, donde únicamente se cuidará la estructura de la vegetación.
- La vegetación rescatada se reforestara en las mismas áreas del predio.
- En las zonas de intervención directa se llevará a cabo el ahuyentamiento de la fauna silvestre a fin de minimizar la posibilidad de encuentro con las cuadrillas de trabajadores y así reducir el riesgo de afectación o daño. En los casos que así lo amerite se llevará a cabo la captura y liberación inmediata de ejemplares al interior del mismo predio.
- El proyecto incluye la preservación de zonas naturales al interior del predio, cabe destacar que únicamente se realizará el cambio de uso de suelo de 27,071.21 m<sup>2</sup> lo que representa únicamente el 13.53% el total del predio, se respetará en todo momento la vegetación con algún estatus de protección.
- El proyecto representa la afectación de 13.53 % de la superficie del predio mas 28.30 % de la parte ya construida y operando de la PTAR Norponiente, en total se tendrá un aprovechamiento del 41.83 % del total del predio dejando en estado natural el 58.17%

por lo que no propiciarán que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción, ni afectarán directamente las poblaciones de dichas especies.

#### **CUMPLIMIENTO DEL ART.60 TER DE LA LGVS**

En relación al Art.60 TER de la LGVS, se menciona que dentro del predio no se encuentra con vegetación de manglar por tal razón este Artículo no es aplicable al proyecto.

#### **III.1.5 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS**

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Durante la construcción de las obras del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como residuos peligrosos, sin embargo, esta generación es de carácter temporal pues estará ligada al tiempo de ejecución del proyecto. En cambio, durante toda la vida útil de las obras en su operación, sólo se anticipa la generación de residuos sólidos urbanos y mínimamente residuos peligrosos pero estos asociados únicamente a las tareas de mantenimiento de los equipos.

En materia de residuos peligrosos, se manifiesta que durante las obras se generarán pequeñas cantidades de residuos peligrosos, no cuantificados a priori, constituidos por envases de aceites, solventes y lubricantes, de estopas y trapos impregnados con aceites, grasas, lubricantes o combustibles y de diversos productos clorados o con residuos de ácidos. Estos residuos serán canalizados para su almacenamiento temporal dentro del Almacén Temporal de Residuos Peligrosos con que cuenta actualmente la parte en operación de la PTAR.

Dada la naturaleza de la obra y de que se ha previsto resguardar temporalmente los residuos durante el desarrollo del proyecto e irles dando destino final conforme se vayan generando, se garantiza que no se incumplirá esta Ley.

#### **III.1.6 LEY DE AGUAS NACIONALES Y SU REGLAMENTO**

Esta Ley se encarga de reglamentar el control de la extracción así como la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales del subsuelo, inclusive las que hayan sido libremente alumbradas y las superficiales, por lo anterior se deberá atender la presente Ley, en particular los

siguientes artículos regulatorios:

Artículo 16. La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional.

Artículo 20. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.

Artículo 25. Una vez otorgado el título de concesión o asignación, el concesionario o asignatario tendrá el derecho de explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales durante el término de la concesión o asignación, conforme a lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos.

### **Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales**

Artículo 134. Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas... a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.

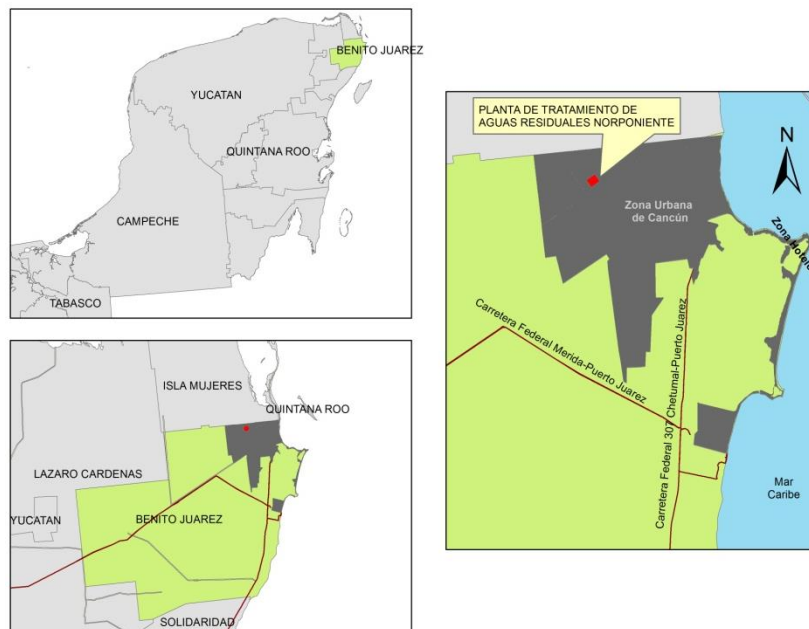
Artículo 151. Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores..., basura, materiales... y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos...

Análisis: De acuerdo a lo que se establece tanto la Ley como el Reglamento de Aguas Nacionales y debido a que se realizará la descarga de agua tratada a un cuerpo de agua subterránea, se seguirán los procedimientos establecidos en esta ley y su reglamento, de esta forma se contará con los permisos necesarios y se tomarán las medidas precisas para prevenir su contaminación, ya sea por el arrastre del viento o por depósito directo, se le dará mantenimiento periódico que permita mantenerlo en condiciones salubres. Los trámites para obtener el permiso de concesión iniciarán a la par con el inicio del proyecto.

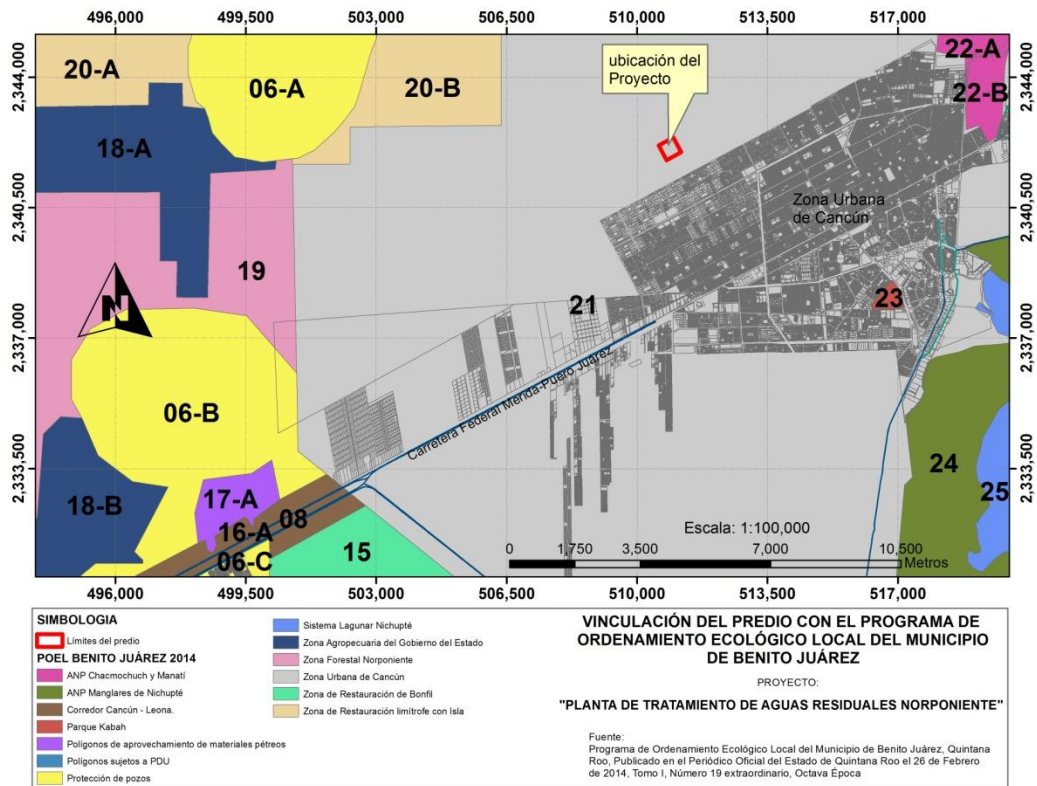
### III.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

#### III.2.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO

El terreno donde se pretende llevar a cabo el proyecto, “Ampliación de Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente” ubicado en Prolongación Avenida 137 S/N, Zona Ejidal Alfredo V. Bonfil, Cancún, Municipio Benito Juárez, Quintana Roo, C.P. 77510. Por tanto, considerando la ubicación del proyecto el instrumento aplicativo es el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, mismo que se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 21 (UGA 21 Zona Urbana de Cancún).



**Figura 3.1.-** Ubicación del proyecto dentro del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.



**Figura 3.2.-** Ubicación del proyecto dentro del POEL del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

El uso del suelo en la zona donde se habrá de establecer el proyecto se rige por el Acuerdo de Coordinación para el Ordenamiento Ecológico local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, por lo que dicho Ordenamiento ubica al proyecto dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 21, denominada Zona Urbana de Cancún, para la cual se ha delineado que debe tener una política ecológica de Aprovechamiento Urbano: la ocupación del territorio al interior de los centros de población legalmente establecidos, para el desarrollo de proyectos que cumplan con los usos y destinos del suelo en los términos que indiquen en el Plan o Programa de Desarrollo Urbano vigente y de acuerdo a la Ley de Asentamientos Humanos del Estado de Quintana Roo.



### UGA 21 – ZONA URBANA DE CANCÚN.

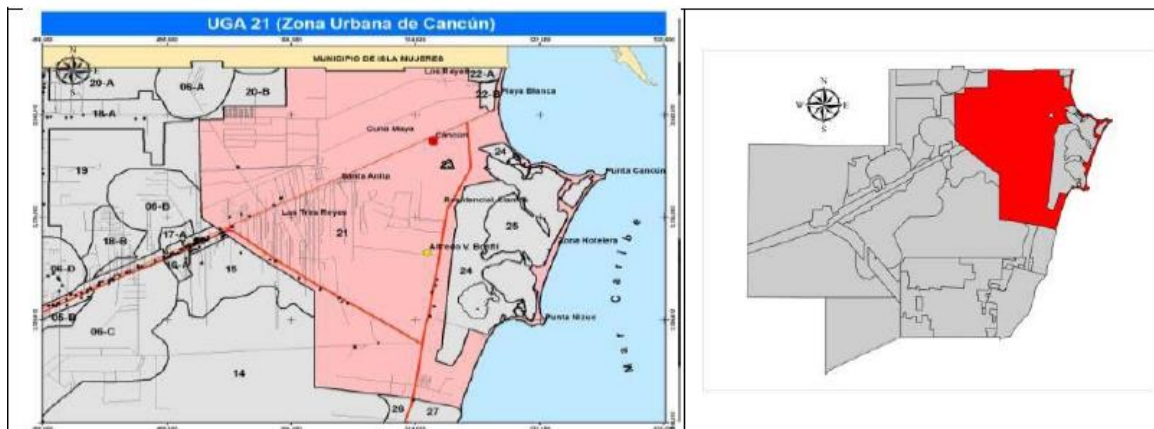


Figura 3.3.- Características de la UGA 21 del POEL del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

A continuación se describe el contenido de Dicha Unidad de Gestión Ambiental.

UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL		21		
NOMBRE	ZONA URBANA DE CANCUN			
POLÍTICA AMBIENTAL	Aprovechamiento sustentable			
SUPERFICIE	34,937.17ha			
Criterios de Delimitación	Esta UGA se delimitó con base en la poligonal del Centro de Población establecida en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio de Benito Juárez (PMDUSBJ), el cual ha sido aprobado por el H. Cabildo Municipal y publicado en la Gaceta Municipal el 26 de diciembre de 2012 y en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 8 de marzo de 2013.			
Condiciones de la Vegetación y Uso de Suelo:	CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
	ZU	Zona Urbana	10,622.07	30.40
	VS2	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en recuperación	9,666.56	27.67
	VSa	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	5,241.10	15.00
	VSA	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en buen estado	2,647.59	7.58
	SV	Sin Vegetación Aparente	2,302.20	6.59
	AH	Asentamiento Humano	2,108.27	6.03
	Ma	Manglar	1,023.16	2.93
	SBS	Selva Baja Subcaducifolia	693.00	1.98
	GR	Mangle Chaparro y graminoides	363.84	1.04
	CA	Cuerpo de Agua	156.52	0.45
	TU	Tular	76.68	0.22
MT	Matorral Costero	36.18	0.10	
<b>TOTAL</b>			<b>34,937.17</b>	<b>100.00</b>

<p>% de UGA que posee vegetación en buen estado de conservación:</p>	<p>10.92 %</p>	<p>Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos:</p>	<p>56.54 %</p>
<p>Objetivo de la UGA:</p>	<p>Regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano, dentro de los límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano futuro.</p>		
<p>Problemática General:</p>	<p>Presión de los recursos naturales por incremento de asentamientos irregulares; Expansión de la mancha urbana fuera de los centros de población; Presión y riesgo de contaminación al acuífero por la expansión urbana y falta de servicios básicos; Incremento en la incidencia y de Incendios Forestales; Carencia de servicios de recolección y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos; Incompatibilidad entre instrumentos de planeación urbana y ambiental; Necesidades de infraestructura en zonas urbanas de Cancún; Cambios de Uso de Suelo no autorizados.</p>		
<p>Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes):</p>	<p>Según INEGI (2010), esta UGA cuenta con 29 localidades, siendo las dos principales Cancún y Alfredo V. Bonfil. La población total de la UGA es de 643,577 habitantes, aunque fuentes paralelas indican que la población total de la ciudad es de poco más de 800,000 habitantes. La red carretera abarca un total de 462.52 km, en su mayoría de caminos pavimentados.</p>		
<p>Lineamientos Ecológicos:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se contiene el crecimiento urbano dentro de los límites del centro de población, propiciando una ocupación compacta y eficiente del suelo urbano de tal manera que las reservas de crecimiento se ocupen hasta obtener niveles de saturación mayores al 70% de acuerdo a los plazos establecidos en el programa de desarrollo urbano de la ciudad de Cancún, para disminuir la tasa de deterioro de los recursos naturales.</li> <li>• Las autoridades competentes deben propiciar que el crecimiento urbano sea ordenado y compacto y estableciendo al menos 12 m<sup>2</sup> de áreas verdes accesibles por habitante, acorde a la normatividad vigente en la materia.</li> <li>• Las autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100 % de las aguas residuales domésticas, así como la gestión integral de la totalidad de los residuos sólidos generados en esta localidad.</li> </ul>		
<p>Recursos y Procesos Prioritarios:</p>	<p>Suelo, Cobertura vegetal</p>		
<p>Parámetros de aprovechamiento:</p>	<p>Sujeto a lo establecido en su Programa de Desarrollo Urbano vigente.</p>		
<p>USOS CONDICIONADOS</p>	<p>Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.</p>		
<p>USOS</p>	<p>Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.</p>		

INCOMPATIBLES													
Recursos y procesos prioritarios	Clave	Criterios de Regulación Ecológica											
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Agua	URB	13	14	15	16	17							
Suelo y Subsuelo		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Flora y Fauna		30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Paisaje		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
		55	56	57	58	59							

**Tabla 3.1.-** Características de la UGA 21 del POEL del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

El POEL BJ menciona que la delimitación de la UGA 21 se basó en la poligonal del Centro de Población establecida en el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio de Benito Juárez (PMDUS BJ), constando de 34,937.17 hectáreas de superficie, con un objetivo de la UGA de “Regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano, dentro de los límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano futuro”.

De acuerdo a la información de la UGA 21 establece que la problemática general es la “Presión de los recursos naturales por incremento de asentamientos irregulares; expansión de la mancha urbana fuera de los centros de población; presión y riesgo de contaminación al acuífero por la expansión urbana y falta de servicios básicos;... y cambios de Uso de suelo no autorizados”.

Adicional a la problemática, en la UGA 21 se menciona como Lineamiento Ecológico que “Las Autoridades competentes deben propiciar el tratamiento del 100% de las aguas residuales domésticas...”

Conforme lo anterior, se puede observar que en primera instancia el proyecto denominado “Ampliación de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente” es congruente con los lineamientos ambientales previstos para la UGA 21 en éste instrumento de Política Ambiental, ya que con su construcción y puesta en operación se propicia el tratamiento de las aguas residuales generadas en la zona norponiente de la Ciudad de Cancún –que es una de las de mayor crecimiento poblacional en el Municipio de Benito Juárez y del Estado de Quintan Roo- y además con la presentación del presente Documento Técnico Unificado se promueve la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales y en Materia de Impacto Ambiental .

A continuación se realizara la vinculación del proyecto con la UGA 21:

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
CG-01	En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas de cultivo, jardines, áreas de reforestación y manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST)	SE CUMPLE Para el control de plagas y enfermedades de plantas en las áreas verdes, se prevé contratar a empresas especialistas que cuente con las autorizaciones de salud y ambientales correspondientes que además de presentar sus permisos vigentes, se les solicitará los comprobantes que garanticen el empleo de sustancias permitidas por la CICOPLAFEST. En el caso de la aplicación de fertilizantes también se tiene considerado emplear únicamente las aprobadas por la CICOPLAFEST. Por lo anterior, se cumplirá con lo establecido en éste criterio.
CG-02	Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no contempla en ninguna etapa la utilización de agroquímicos. Como se analizó en el CG-01 para el mantenimiento de las áreas verdes se utilizarán fertilizantes aprobados por la CICOPLAFEST
CG-03	Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectado.	SE CUMPLE Sólo se desmontaran las áreas autorizada para su aprovechamiento, por lo cual se pretende mantener conservadas las áreas verdes, y en este caso específico dado que el predio carece de vegetación se realizara una reforestación en toda la superficie que no sea utilizada como aprovechamiento.
CG-04	En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al paso a través de un decantador para separar sólidos no disueltos, podrá ser empleado para la captación en cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.	SE CUMPLE El objeto del proyecto de Ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente, es el saneamiento de las aguas negras generadas en la zona Norponiente de la Ciudad de Cancún, por lo que el diseño contempla un drenaje sanitario exclusivo para aguas residuales; esto también se contempla para los servicios internos de las instalaciones. En cuanto al manejo del agua pluvial este será canalizado por medio de rejillas hacia las zonas permeables, conforme lo establece la Comisión Nacional del Agua. Con lo anterior cumplimos con lo establecido en el criterio.
CG-05	Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben contar con lo dispuesto en el	SE CUMPLE

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
	<p>artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.</p>	<p>Considerando que la superficie total del predio es de 200,000 m<sup>2</sup>, de acuerdo con lo señalado en el artículo 132 de la LEEPAQROO que establece que los predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo, se informa que actualmente se tienen utilizados 56,605.03 m<sup>2</sup> de superficie y se prevé utilizar 27,071.21 m<sup>2</sup> más para la construcción de la nueva etapa Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, dando entonces un total de superficie afectada del 83,676.24 m<sup>2</sup>, que corresponde al 41.83%; sin embargo la superficie sujeta a CUSTF considerada como polígono 2 corresponde a una superficie de 5291.596 de la cual solamente se refiere a la conexión de la PTAR al sistema de pozos, es decir que se realizaran las conexiones enterradas para posteriormente reforestar sobre ellas, por lo cual de reforestaran 4000 m<sup>2</sup> que corresponderán a la tubería de conexión a los pozos teniendo entonces una superficie permeable de área verde de 120,323.76 m<sup>2</sup> que representa el 60.16 % del total del predio como superficie permeable.</p> <p>Por lo anterior se cumple con el criterio.</p>
CG-06	<p>Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas “sin vegetación aparente” y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.</p>	<p>SE CUMPLE</p> <p>De acuerdo con el criterio, se proyecta la construcción de la Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en sitios aledaños a las zonas ya afectadas (lo ya construido y en operación), para evitar la fragmentación de los sitios de conservación que existen en el predio dando continuidad a las áreas con vegetación natural.</p> <p>Con lo anterior se cumple el criterio.</p>
CG-07	<p>En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.</p>	<p>SE CUMPLE</p> <p>El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto previamente fue delimitada y actualmente la primera fase se encuentra en operación, el predio se encuentra cercado, por lo que en ésta nueva etapa no se pretende llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otra construcción que interrumpa la conectividad ecosistémica, por lo cual el criterio se cumple.</p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
CG-08	Los humedales, rejolladas, inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.	SE CUMPLE El predio en estudio cuenta con un cenote seco (carece de espejo de agua), el cual está considera incluirlo en las áreas de conservación. Con esto se cumple con lo establecido en el criterio.
CG-09	Salvo en las UGA urbana, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en la que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la carretera principal. Las áreas que no sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto se encuentra dentro de la zona urbana de Cancún dentro de la UGA 21 Zona Urbana, se respeta lo establecido en el PDU aplicable.
CG-10	Sólo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no contempla la apertura de nuevos caminos, el acceso será por el camino ya existente y construido en la primera fase del proyecto.
CG-11	El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio, deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el lineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.	SE CUMPLE Como se mencionara más adelante en este mismo capítulo, el proyecto es compatible y congruente con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún 2014-2030, ya que en específico el predio perteneciente a la PTAR se considero con uso de suelo equipamiento, infraestructura urbana con la finalidad de poder ampliarse a futuro dado el crecimiento que está teniendo la ciudad de Cancún, en este sentido el proyecto es compatible a este instrumento normativo.  En el caso del proyecto contemplando la superficie que se está solicitando en materia de CUSTF, se tendrá aprovechado el 41.83 % del total del predio conservando en estado natural el 58.17%.
CG-12	En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de los solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto solamente se encuentra dentro de la UGA 21.
CG-13	En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.	SE CUMPLE Se prevé realizar el programa de rescate selectivo de flora y fauna silvestre, con especial atención a aquellas especies listadas en la

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
		<p>norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, las endémicas o de importancia en la región.</p> <p>Con lo cual se cumplirá con el criterio.</p>
CG-14	<p>En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.</p>	<p>NO APLICA</p> <p>En predio en estudio existe una formación de selva mediana subperennifolia y en tanto con una cobertura arbórea, por lo cual no aplica el criterio</p>
CG-15	<p>En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas consideradas como invasoras por la Comisión Nacional para Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento e especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.</p>	<p>SE CUMPLE</p> <p>De acuerdo a la caracterización de la biodiversidad y el estudio forestal, el predio no presenta especies exóticas o invasoras, sin embargo si se llegará a detectar se implementará un programa de erradicación de dicha especie.</p>
CG-16	<p>La introducción y manejo de palma de coco (<i>Cocusnucifera</i>) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como “amarillamiento letal del cocotero”.</p>	<p>SE CUMPLE</p> <p>No se tienen contemplados dentro de la reforestación por realizar la especie palma de coco, sin embargo si se llegara a utilizar se respetara lo establecido en este criterio ecológico.</p>
CG-17	<p>Se permite el manejo de especies exóticas, cuando: La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o la SAGARPA.</p> <p>La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua</p> <p>El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento.</p> <p>Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su dispersión o distribución al medio natural. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.</p>	<p>NO APLICA</p> <p>Este criterio no aplica, ya que el proyecto no contempla el manejo de especies exóticas.</p>
CG-18	<p>No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua artificiales con riesgo de afectación a especies</p>	<p>NO APLICA</p> <p>Este criterio no aplica, ya que el proyecto no contempla las actividades de acuicultura, solo la</p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
	nativas.	ampliación de una Planta de tratamiento de Agua Residual.
CG-19	Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada, deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.	SE CUMPLE El proyecto está cercado y solamente se tendrá un acceso al proyecto (fase ya construida del proyecto), mismo que contará con una caseta de control de las entradas y salidas al proyecto.)
CG-20	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	NO APLICA Se prevé mantener en sus condiciones naturales al cenote seco que se encuentra dentro de la instalación, por lo cual las construcciones se instalarán a una distancia considerable para evitar afectar la estructura geológica y mantener el estrato arbóreo circunscrito al mismo. Con lo anterior se cumple con el criterio.
CG-21	Donde se encuentran vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.	SE CUMPLE De acuerdo a los trabajos de campo en el predio no se detecto ningún vestigio arqueológico, sin embargo si se llegara a observar se dará aviso inmediato al INAH
CG-22	Los derechos de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión, solo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamiento humanos.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el predio no se ubica en derecho de vía de tendidos de alta tensión.
CG-23	La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.	SE CUMPLE Se prevé que la instalación de la infraestructura eléctrica y de comunicación se realizará de manera subterránea.
CG-24	Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el predio no se contempla la construcción de caminos ni carreteras.
CG-25	En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	SE CUMPLE El proyecto no cuenta con cuerpos de agua superficiales, así mismo la cimentación no afectará en ninguna forma la hidrodinámica subterránea.
CG-26	De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben:  a) Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores.	SE CUMPLE El proyecto prevé que durante la construcción del proyecto se utilicen letrinas portátiles en una fracción de una por cada 20 trabajadores; por otra parte no se contempla en el proyecto un área para pernoctar y/o elaborar y/o consumir alimentos ya que se realizarán los trabajos



CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
	<p>b) Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas (ventilación miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros).</p> <p>c) Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados.</p> <p>d) Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.</p>	<p>constructivos dentro de Cancún por lo cual los trabajadores una vez terminada su jornada de trabajo se retiraran.</p> <p>El predio cuenta con vigilancia las 24 horas, ya que como se ha mencionado este proyecto se refiere a la ampliación de la PTAR Norponiente misma que ya cuenta con una fase en operación.</p> <p>En lo que respecta al manejo de los residuos sólidos generados se colocaran contenedores para colocar los residuos generados y posteriormente darle una disposición final.</p> <p>Finalmente no se contempla la generación de residuos peligrosos, sin embargo si se llegaran a generar se almacenaran temporalmente y se dará destino final con una empresa autorizada por la SEMARNAT y SCT.</p>
CG-27	<p>En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm. Previo a la colocación de la capa protectoras de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.</p>	<p>NO APLICA</p> <p>Este criterio no aplica, ya que el predio no se contempla la construcción de un sitio de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos</p>
CG-28	<p>La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que pueden ser catalogados como peligrosos por la normalidad vigente.</p>	<p>SE CUMPLE</p> <p>El proyecto contempla que el material derivado de excavaciones será reutilizado para el relleno y nivelación de terreno donde haga falta.</p> <p>En relación a otros residuos generados en la obra, se prevé trasladarlos a los sitios autorizados para su disposición final.</p> <p>Finalmente se tiene contemplado no generar residuos peligrosos, sin embargo si se llegaran a generar se almacenaran temporalmente y se dará destino final con una empresa autorizada por la SEMARNAT y SCT.</p>
CG-29	<p>La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.</p>	<p>SE CUMPLE</p> <p>Se tiene contemplado que todo residuos sólidos sea trasladado y dispuesto únicamente en sitio autorizados para éste fin.</p>
CG-30	<p>Los desechos biológicos infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos</p>	<p>NO APLICA</p> <p>Este criterio no aplica, ya que la naturaleza del</p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
	temporales de servicio municipal.	proyecto no contempla la generación de residuos biológico-infecciosos.
CG-31	Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberán proveer diariamente del material de cobertura.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no es el diseño y construcción de un sitio de disposición final de RSU.
CG-32	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	SE CUMPLE El proyecto prevé establecer como medida obligatoria tanto en la construcción como en la operación del proyecto la prohibición de la quema de basura, su entierro o mala disposición.
CG-33	Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.	SE CUMPLE El proyecto prevé establecer como medida obligatoria tanto en la construcción como en la operación del proyecto establecer un área específica para el acopio temporal de los residuos sólidos generados de fácil acceso tanto para los generadores como para los recolectores.
CG-34	El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	SE CUMPLE El proyecto contempla utilizar material pétreo, piedra caliza, tierra de despalme, madera y/o arena de sitios formalmente establecidos y que cuente con los permisos correspondientes.
CG-35	En la superficie en la que por excepción de la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.	SE CUMPLE El proyecto contempla establecer cimentaciones que no interrumpan la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea, solamente se desmontara la superficie solicitada para el CUSTF.
CG-36	Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.	NO APLICA Este criterio no aplica, la naturaleza del proyecto no contempla la generación de desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, sin embargo se tritudara los residuos de vegetación removida por el CUSTF y se utilizara como enriquecedor de suelo.
CG-37	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea	SE CUMPLE El proyecto contempla cumplir con las disposiciones que la autoridad competente disponga en relación a los remanentes de vegetación y tierra vegetal que resulte del

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
	utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.	proceso de desmonte y despalme.
CG-38	No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra.	NO APLICA Este criterio no aplica, el proyecto solamente se refiere a la Ampliación de la PTAR Norponiente, que tiene como finalidad ampliar el volumen de tratamiento de agua residual generada por los ciudadanos de Cancún.
CG-39	El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal, solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de terrenos forestales.	SE CUMPLE El presente estudio contempla la solicitud del cambio de uso de suelo forestal por excepción ante la autoridad forestal, con lo cual se pretende cumplir con el presente criterio

**Tabla 3.2.-** Vinculación del proyecto con criterios generales del POEL del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

### Criterios específicos

En éste apartado se hace presenta el análisis de cada uno de los criterios de regulación ecológica de aplicación específica para la Unidad de Gestión Ambiental 21, la cual corresponde al área donde se encuentra el predio en estudio; con el fin de determinar la congruencia del proyecto con el POEL BJ.

A continuación se realizara la vinculación con los criterios específicos:

RECURSO AGUA		
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
URB-01	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industriales y similares, deberán instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia.	NO APLICA El criterio no aplica, ya que el proyecto se trata de la construcción de la ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente, cuyo objetivo es ampliar la cobertura en el saneamiento de las aguas residuales municipales de origen doméstico de la zona norponiente de la ciudad de Cancún, así mismo las aguas residuales generadas en el proyecto serán canalizadas al mismo sistema de tratamiento.
URB-02	A fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y sólo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesaria para la introducción del servicio lo	NO APLICA El criterio no aplica, ya que el proyecto se trata de la construcción de la ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente, cuyo objetivo es ampliar la cobertura en el saneamiento de las aguas

RECURSO AGUA		
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
	<p>ameriten y justifiquen, la autoridad competente para la materia podrá autorizar a personas físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente el tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.</p>	<p>residuales municipales de origen doméstico de la zona norponiente de la ciudad de Cancún, así mismo las aguas residuales generadas en el proyecto serán canalizadas al mismo sistema de tratamiento.</p>
URB-03	<p>En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y contar con la autorización para la descarga por la CONAGUA.</p>	<p>NO APLICA El criterio no aplica, ya que el proyecto se trata de la construcción de la ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente, cuyo objetivo es ampliar la cobertura en el saneamiento de las aguas residuales municipales de origen doméstico de la zona norponiente de la ciudad de Cancún, así mismo las aguas residuales generadas en el proyecto serán canalizadas al mismo sistema de tratamiento.</p>
URB-04	<p>Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía y viveros) que se establezcan dentro de los centros de población deben reducir la pérdida del agua del riego, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar la contaminación de los mantos freáticos.</p>	<p>NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no contempla sistemas de producción agrícola intensiva.</p>
URB-05	<p>En el caso de los campos de golf o usos de suelo similares que requieran la aplicación de riego con agroquímicos y/o aguas residuales tratadas, deberán contar con la infraestructura necesaria para optimizar y reciclaje del agua. Evitando en todo la contaminación al suelo, cuerpos de agua y mantos freáticos.</p>	<p>NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no es un campo de golf.</p>
URB-06	<p>Los proyectos de campos deportivos y/o golf, así como las áreas jardinadas de los desarrollos turísticos deberán minimizar el uso de fertilizantes y/o pesticidas químicos para evitar riesgos de contaminación.</p>	<p>NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no es un campo de golf o campo deportivo.</p>
URB-07	<p>No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.</p>	<p>SE CUMPLE El criterio no aplica, ya que el proyecto se trata de la construcción de la ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente, cuyo objetivo es ampliar la cobertura en el saneamiento de las aguas residuales municipales de origen doméstico de la zona norponiente de la ciudad de Cancún, así mismo las aguas residuales generadas en el</p>

RECURSO AGUA		
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
		proyecto serán canalizadas al mismo sistema de tratamiento.
URB-08	En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios jardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.	SE CUMPLE El proyecto dejara en estado natural el 58.17 %, de igual forma se integraran al proyecto las plantas producto del rescate de vegetación.
URB-09	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no sea mayor de un km entre dichos parques.	SE CUMPLE El proyecto dejara en estado natural el 58.17 %, de igual forma se integraran al proyecto las plantas producto del rescate de vegetación  Referente a los parques estos competen a la autoridad municipal, el proyecto apoyará en lo que le solicite la autoridad competente.
URB-10	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	SE CUMPLE El cenote seco que se ubica dentro del predio forma parte del 58.17 % de superficie que se mantendrá como conservación.
URB-11	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.	SE CUMPLE El proyecto utilizara nuevas tecnologías como llaves inteligentes para el ahorro de agua en el proyecto.
URB-12	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.	SE CUMPLE El proyecto contempla la aplicación de tecnologías y procesos de mitigación de olores, así también el diseño constructivo considera las franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m como barreras de amortiguamiento.
URB-13	La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficial o pozos de absorción deben realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua.	SE CUMPLE El proyecto contempla la canalización del drenaje pluvial con rejillas a fin de retener basuras y sedimentos y evitar que éstos sean depositados inadecuadamente en las áreas verdes y contaminar el suelo.
URB-14	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no es un crematorio.
URB-15	Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación del suelo, subsuelo y manto freático.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no es un cementerio.

RECURSO AGUA		
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
URB-16	Los proyectos en la franja costera dentro de las UGA urbanas deberán tomar en cuenta la existencia de las bocas de tormenta que de manera temporal desaguan las zonas sujetas a inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. Por ser tales sitios zonas de riesgo, en los espacios públicos y privados se deben realizar obras de ingeniería permanentes que en una franja que no será menos de 20 m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezcan para el desagüe.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no se encuentra en franja costera.
URB-17	Serán susceptibles de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los arboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no contempla el aprovechamiento de recursos biológicos.

RECURSO SUELO Y SUBSUELO		
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
URB-19	La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios mecánicos de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aún en los casos de afloramiento del acuífero para extracción debajo del manto freático. Estos estudios deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no es un banco de material pétreo, ni pretende explotar este tipo de material.
URB-20	Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar un aclareo, poda y modificación de vegetación rastrera y arbustiva presente, respetando en todo momento los elementos arbóreos y vegetación de relevancia ecológica, así como la estructura geológica de estas formaciones.	SE CUMPLE El cenote seco que se encuentra al interior del predio conservará su estado natural evitando la modificación de la vegetación presente y de su estructura geológica.
URB-21	Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo señala el Decreto 36 del Gobierno del	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no es un banco de material pétreo, ni pretende explotar este tipo de material.

RECURSO SUELO Y SUBSUELO		
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
	Estado; y/o la disposición jurídica que la sustituya.	
URB-22	Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y exploración de materiales pétreos deberán realizarse acciones de acopio, separación, utilización y disposición final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no es un banco de material pétreo, ni pretende explotar este tipo de material.
URB-23	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dichas superficie en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no es un banco de material pétreo, ni pretende explotar este tipo de material.
URB-24	Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un Plan de Manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.	SE CUMPLE Se incorporará la ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente al Plan de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos que la instalación en operación actual ya cuenta.
URB-25	Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas jardinados y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionadas a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia. Tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no es un fraccionamiento, es una Planta de Tratamiento de Agua Residual.
URB-26	En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considera por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los fraccionamientos deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no es un fraccionamiento, es una Planta de Tratamiento de Agua Residual.
URB-27	La superficie ocupada por equipamiento en las	NO APLICA

RECURSO SUELO Y SUBSUELO		
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
	áreas verdes no deberá exceder un 30% del total de la superficie cada una de ellas.	Este criterio no aplica, ya que el proyecto no es un fraccionamiento, es una Planta de Tratamiento de Agua Residual.
URB-28	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgo del municipio y/o del estado).	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no es un fraccionamiento, es una Planta de Tratamiento de Agua Residual.
URB-29	En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados deberá disponerse en forma indicada por la autoridad competente en la materia.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no es un fraccionamiento, es una Planta de Tratamiento de Agua Residual.

RECURSO FLORA Y FAUNA		
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
URB-30	En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar su conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no se construirá en una zona que no es inundable.
URB-31	Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.	SE CUMPLE Las áreas destinadas a conservación mantendrán la biodiversidad natural, se establecerán medidas para evitar la afectación a estas áreas dentro del proyecto.
URB-32	Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos jardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgos de accidentes para los usuarios.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no es un espacio público, estas áreas son de competencia municipal, el proyecto apoyara en lo que le solicite la autoridad competente.
URB-33	Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50 m alrededor de las zonas industriales y controles de abastos que se	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no se construirá en una zona que no es industrial, es



RECURSO FLORA Y FAUNA		
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
	desarrollen en las reservas urbanas. Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público.	su momento la PTAR se encontraba fuera del núcleo de población pero con el crecimiento del mismo esta quedo integrada dentro del mismo.
URB-34	En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal del predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.	SE CUMPLE Se considerará dentro del programa de rescate selectivo de flora y fauna silvestre, del sitio de reubicación de los ejemplares, previa aprobación de la autoridad ambiental, sin embargos estos serán liberados en las áreas de conservación del mismo predio.
URB-35	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.	SE CUMPLE No se introducirá o liberara ninguna especie exótica en parques o reservas urbanas.
URB-36	Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser considerados como Áreas de Preservación Ecológica para garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen por lo que no podrán ser modificadas con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio; con excepción de aquellas que cuente previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no se encuentra en un ecosistema de manglar.
URB-37	Para minimizar los impactos ambientales y el efecto de borde sobre los ecosistemas adyacentes a los centros urbanos, la ocupación de nuevas reservas territoriales para el desarrollo urbano, sólo podrá realizarse cuando se haya ocupado el 85% del territorio de la etapa de desarrollo urbano previa.	SE CUMPLE El proyecto se desarrollara dentro del centro urbano de Cancún y de acuerdo a los lineamientos jurídicos aplicables el predio del proyecto está destinado para estos fines.
URB-38	Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no se trata de algún estacionamiento público o privado.
URB-39	Los predios colindantes con los humedales deberán tener áreas de vegetación preferentemente nativa, que permitan el tránsito de la vida silvestre hacia otros manchones de vegetación. Los predios colindantes en el Sur del área natural protegida Manglares de Nichupté (ANPLN) deberán mantener su cubierta vegetal para favorecer el tránsito de fauna. Se deberán realizar obras que permitan la comunicación de la fauna entre el ANPLN el área de vegetación nativa con la que colinda en su límite Sur, para tal efecto se deberán realizar las obras necesarias en la carretera que las	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no se encuentra en un ecosistema de humedal, ni colinda con humedales ni con el sur del área natural protegida Manglares de Nichupte.

RECURSO FLORA Y FAUNA		
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
	divide para que la fauna pueda transitar entre ambos terrenos, sin que pueda ser atropellada.	
URB-40	En las previsionales de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no colindan con ninguna ANP.
URB-41	Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANPs y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y alimentación para la fauna silvestre, destacando el chicozapote (Manikarazapota); la guaya (Talisiaolivaeriformis), capulín (Muntinglacialabura); Ficus ssp, entre otros.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no colindan con ninguna ANPs, ni parques municipales, sin embargo en las tareas de reforestación dentro del predio se utilizaran especies endémicas y propias del rescate de vegetación.

PAISAJE		
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
URB-43	Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con equipamiento adecuado para evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no es un área urbana de conservación, sin embargo en las áreas de conservación del proyecto se contara con depósitos para el manejo de los residuos generados.
URB-44	Las autorizaciones municipales para el uso del suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no colinda con zona federal marítimo terrestre.
URB-45	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de manera prioritaria especies relativas acordes a cada ambiente.	SE CUMPLE En las tareas de reforestación dentro del predio se utilizaran especies endémicas de la zona.
URB-46	El establecimiento de actividades de la industria concretera y similares debe ubicarse a una distancia mínima de 500 m del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión del polvos.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no realizara actividades de la industria concretera.
URB-47	Se establecerán servidumbres de pasos y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima de 1000 metros entre estos acceso, de conformidad con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del mar Territorial. Véase de	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no colinda o se encuentra en zona federal marítimo terrestre.

PAISAJE		
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
	navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	
URB-48	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener un pie de vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	NO APLICA El proyecto no es urea de aprovechamiento urbano, sin embargo como se ha mencionado las áreas destinadas a conservación mantendrán la biodiversidad natural.
URB-49	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el periodo de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no colinda con zona federal marítimo terrestre o playa
URB-50	Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: Plantas rastreras: Ipomea pes-caprae, Sesuvium portulacastrum, herbáceas; Ageratum littorale, Erythalis fruticosa y arbustos; Toumefortia gnaphalodes, Suriaa marítima, Coccolobauviferay, Palmas Trinax radiata, Coccothrinax readii.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no colinda con zona federal marítimo terrestre o playa y por lo mismo con vegetación característica de duna costera.
URB-51	La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años.</li> <li>• Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas.</li> <li>• Que existan zonas de dunas pioneras (embrionarias) en la playa en la que la arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna.</li> </ul>	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no colinda con zona federal marítimo terrestre o playa y por lo mismo con vegetación característica de duna costera.
URB-52	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.</li> <li>• Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de nidación.</li> </ul>	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no colinda con zona federal marítimo terrestre o playa.

PAISAJE		
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías.</li> <li>• Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.</li> <li>• Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas.</li> <li>• Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente.</li> <li>• Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión.</li> <li>• Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal doméstico que pueda perturbar o lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.</li> </ul> </li> </ul>	
URB-53	Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no colinda con zona federal marítimo terrestre o playa y por lo mismo con vegetación característica de duna costera.
URB-54	En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvia, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no colinda con zona federal marítimo terrestre o playa y por lo mismo con vegetación característica de duna costera.
URB-55	La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no

PAISAJE		
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS DE APLICACIÓN
	(embrionarias).	colinda con zona federal marítimo terrestre o playa y por lo mismo con vegetación característica de duna costera.
URB-56	En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (p.e. casas tipo palafito o andadores), detrás de la cara posterior del primer cordón y evitando la invasión sobre la corona o cresta de éstas dunas. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en estas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no colinda con zona federal marítimo terrestre o playa y por lo mismo con vegetación característica de duna costera.
URB-57	La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleará en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que el material se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no colinda con zona federal marítimo terrestre o playa.
URB-58	Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.	NO APLICA Este criterio no aplica, ya que el proyecto no realizara ninguna extracción de arena
URB-59	En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.	SE CUMPLE Se considerará que en el mantenimiento de las áreas verdes, los remanentes de vegetación sean utilizados para mejorar la calidad del suelo

**Tabla 3.3.-** Vinculación del proyecto con criterios específicos de la UGA 21 del POELBJ.

Por todo lo anterior podemos concluir que una vez realizada la Vinculación detallada del proyecto, con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (POEL-BJ) de UGA 21 denominada como Zona Urbana de Cancún del Carmen y política de Aprovechamiento Urbano, y el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, por lo que el proyecto es ambientalmente viable en base a las normas y criterios técnicos aplicables para regular y controlar el aprovechamiento o utilización del suelo en las áreas de

suscripción de dichos instrumentos normativos.

### III.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

En el ámbito de las declaratorias de áreas naturales protegidas, el predio de interés no se ubica al interior de alguna área natural protegida (ANP), sin embargo, se encuentra relativamente cercano a dos ANP federales, a saber, Manglares de Nichupté, Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc y Arrecife de Puerto Morelos; además de dos ANP estatales, a saber, Laguna Manatí y Laguna Chacmochuc; y finalmente al Parque Kabah, que es un ANP de carácter municipal; ya que están colindantes al sistema ambiental definido para el proyecto, salvo el parque Kabah que está en su interior.

Pese a la relativa proximidad del predio con estas áreas naturales, todas ellas están fuera del área de influencia del proyecto y del sistema ambiental definido para el proyecto, **por lo que no se verán afectadas con el cambio de uso del suelo que se persigue.**

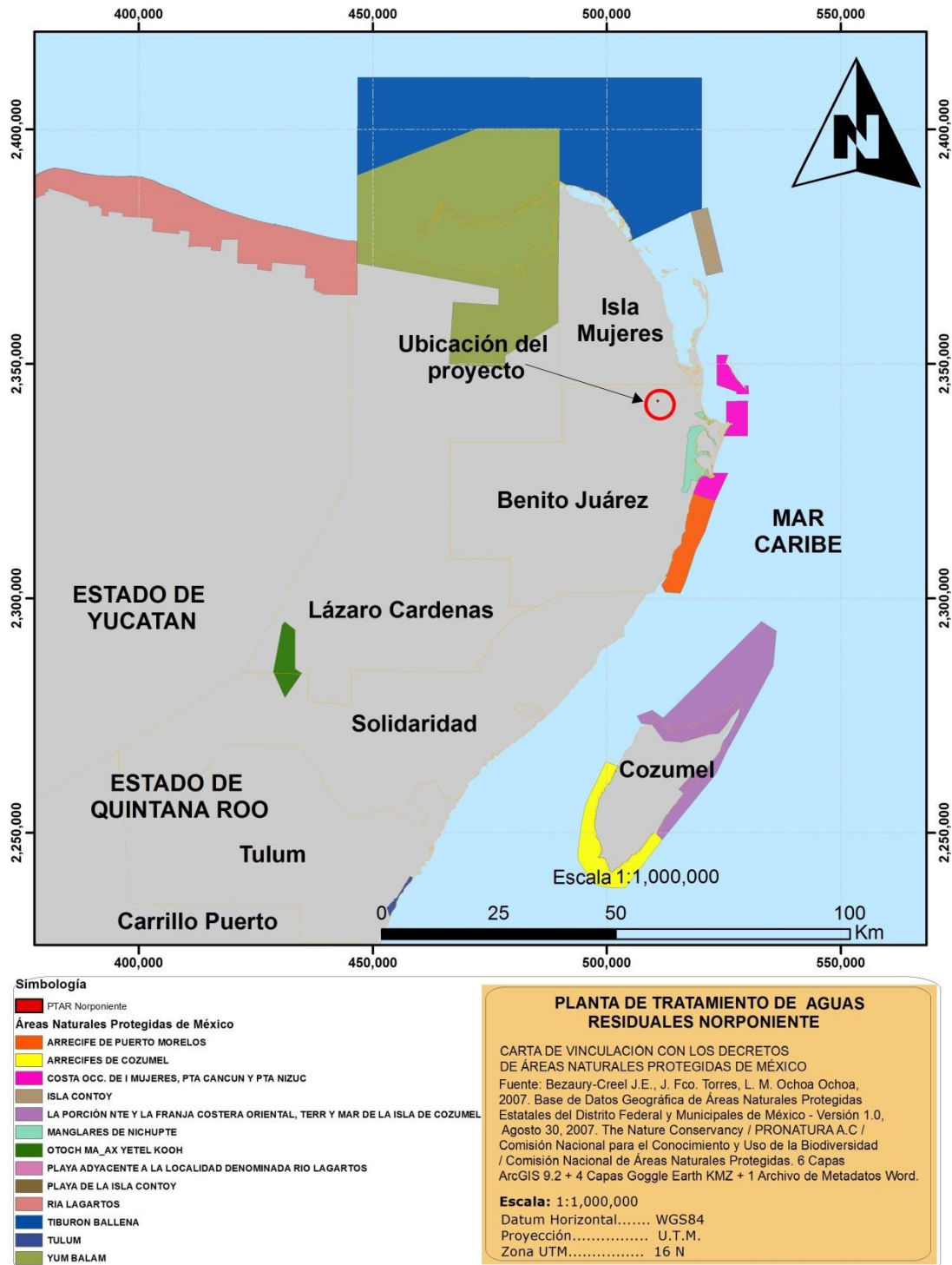


Figura 3.4.- Vinculación del sitio del proyecto con las áreas naturales protegidas de carácter federal presentes en el Municipio Benito Juárez.

### III.4. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

A continuación se realiza la vinculación del proyecto con las diversas Normas Oficiales Mexicanas aplicables:

NORMA	REGULACIÓN	VINCULACIÓN
Calidad del agua		
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales.	<p>El diseño de los procesos que contempla la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se consideraron para dar cumplimiento a esta NOM lo cual será monitoreado con los análisis correspondientes de peligrosidad, a realizarse por un laboratorio acreditado, tal cual lo establece la NOM.</p> <p>Para el caso de la etapa constructiva, las aguas residuales generadas serán dirigidas al tren de tratamiento que actualmente opera en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente, por lo cual aplica la misma NOM.</p>
NOM-004-SEMARNAT-2002	establece las especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes de Lodos y Biosólidos para su aprovechamiento y disposición final.	El tren de tratamiento de lodos biológicos en el proyecto de la Planta de tratamiento de Aguas Residuales Norponiente se diseño para dar cumplimiento a esta NOM por lo cual se espera que con lo controles convenientes, los lodos provenientes de la planta de tratamiento cumplirán con los límites máximos permisibles que se establecen para la clase de lodo tipo "C", lo cual será monitoreado con los análisis correspondientes de peligrosidad, a realizarse por un laboratorio acreditado, tal cual lo establece la NOM y esto determinará la factibilidad de su uso.



Ruido		
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Se considera que la emisión de ruido en cualquier etapa del proyecto no rebasará los 65 dB. Sin embargo, el proyecto por su propia naturaleza no genera ruido que sobrepase los límites de esta NOM.
Calidad del Aire		
NOM-041-SEMARNAT-2005	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que utilizan gasolina como combustible	Los vehículos que utilicen gasolina y que se utilicen durante la construcción de la obra, serán objeto de mantenimiento periódico para garantizar su óptimo funcionamiento y no generar consumos excesivos de combustibles por fallas en el motor.
NOM-045-SEMARNAT-2005	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.	Los vehículos que utilicen gasolina y que se utilicen durante la construcción de la obra, serán objeto de mantenimiento periódico para garantizar su óptimo funcionamiento y no generar consumos excesivos de combustibles por fallas en el motor.
Residuos Peligrosos		
NOM-052-SEMARNAT-2005	Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente	No se contempla la generación de residuos peligrosos durante la etapa de preparación de sitio y construcción, sin embargo, se vigilará para que en caso de presentarse se manejen y dispongan conforme a la Norma.
Seguridad e Higiene en el Trabajo		
NOM-001-STPS-2008	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo - Condiciones de seguridad	La aplicación de la NOM es responsabilidad del promovente y de aquellas empresas que le presten servicios, prácticamente durante todas las etapas del proyecto
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad - Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo	Se cuidaran las medidas de seguridad para evitar algún incendio, de igual forma se contará con equipos para el combate contra incendios.
NOM-018-STPS-	Sistema para la identificación y	Se contará con la señalización necesaria

2000	comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.	para la identificación de las sustancias químicas, esto con el fin de evitar accidentes con los mismos.
------	--	---

Vida Silvestre

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental -especies nativas de flora y fauna silvestres de México- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. -Lista de especies en riesgo.

De acuerdo al diagnóstico realizado en el área donde se pretende desarrollar el proyecto, se observó la existencia de especies de flora y fauna presentes en la Norma Oficial.

Al respecto el proyecto contempla llevar a cabo el rescate y reubicación de las especies de la Palma de Chit que se encuentren en la zona de desplante del proyecto, reubicándolas al interior del mismo predio, conservando en pie aquellos individuos que no interfieran con las obras proyectadas.

En cuanto a los reptiles catalogados bajo algún estado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 presentes en el predio, la iguana *Ctenosaura similis*, se encuentra bien representada en la Península de Yucatán, su biología le permite adaptarse muy bien a la presencia de asentamientos humanos donde suele encontrar refugios y sitios de anidación. *Ctenosaura similis* cuenta con una amplia distribución en la zona costera de la Península de Yucatán.

Se recomienda ahuyentar y/o capturar para su reubicación a esta especie a las zonas aledañas de la construcción de la PTAR previo y durante la preparación de sitio y construcción del proyecto. Se espera que al concluir la etapa de construcción la iguana recolonice el área, por lo que no se afectara a esta especie.

Se evitará y vigilará que los trabajadores no capturen estas especies para su consumo.

Las especies con categoría de riesgo registradas en el predio son:

Palma Chit.- *Thrinax radiata*.

Iguana espinosa rayada.- *Ctenosaura similis*.

### III.5. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO (PDU)

El área donde se localiza el predio del proyecto Ampliación de PTAR Norponiente es el Municipio de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo. Por tanto, considerando la ubicación del proyecto los instrumentos de planeación que le aplican son los siguientes:

- **Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.**

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) establece en el apartado Diagnóstico - Desarrollo Sustentable- que el crecimiento económico del país sigue estrechamente vinculado con a la emisión de compuestos de efecto invernadero, generación excesiva de residuos sólidos, contaminantes a la atmósfera, aguas residuales no tratadas y pérdida de bosques y selvas, cuyo costo económico del agotamiento y la degradación ambiental para 2011 representó al país el 6.9% del PIB, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI); para lo cual dentro del Capítulo IV del PND establece las siguientes LÍNEAS DE ACCIÓN siguientes:

- Incrementar la cobertura y mejorar la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- Sanear las aguas residuales con un enfoque integral de cuenca que incorpore a los ecosistemas costeros y marinos.

Por lo anterior, las obras y actividades proyectadas en la Ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente contribuyen al logro de la líneas de acción citadas.

- **Plan Estratégico de Desarrollo Integral del Estado de Quintana Roo 2000-2025.**

En el apartado Plan Estratégico de Factores, establecido dentro del Plan Estratégico de Desarrollo Integral del Estado de Quintana Roo (PEDIEQROO), asienta en la sección Recursos Naturales que debido al explosivo crecimiento urbano-turístico y la demanda de bienes y servicios de la población, aunado a la falta de respeto hacia la naturaleza y a la legislación ambiental, así como el exceso de discrecionalidad en la asignación de usos de suelo y aprovechamiento de los recursos naturales, los principales problemas generados en lo que respecta al tema de contaminación del agua son: la degradación de la calidad del agua, la contaminación de mantos freáticos y sistemas lagunares así como la carencia de infraestructura de drenaje.

Ante la problemática el PEDIEQROO establece el planteamiento estratégico de una planeación del desarrollo apoyada en el aprovechamiento responsable de los recursos naturales, en busca de minimizar los impactos ambientales, que valore y contribuya a la conservación de los ecosistemas y que ofrezca opciones de ingresos diversificados e integrales para la población local; para lo cual establece la Línea Estratégica RN.3 “Prevención y control de la contaminación” conteniendo los proyectos:

- RN.3.1 Saneamiento ambiental.
- RN.3.2 Manejo y disposición final de residuos y líquidos.

De acuerdo a lo expuesto, el proyecto Ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente se alinea a la línea de estrategia mencionada, ya que su objetivo es el saneamiento de las aguas residuales de la zona norponiente de la Ciudad de Cancún, previendo el correcto manejo de los residuos líquidos de ésta parte de la ciudad, que si bien es la que presenta el mayor crecimiento poblacional del Municipio de Benito Juárez.

- **Plan Quintana Roo 2011-2016.**

En materia de fortalecimiento de los servicios de saneamiento de aguas residuales, el Plan Quintana Roo (PQROO) establece las siguientes estrategias:

**I.10.7.Estrategia 7** “Drenaje y Saneamiento para Todos. Incrementar del 70 y 80 por ciento la cobertura estatal de drenaje sanitario”.

I.10.7.1.Construcción y ampliación de redes de drenaje y descargas sanitarias en zonas urbanas.

I.10.7.3.Evitar la contaminación en playas y ríos subterráneos por descargas de aguas residuales.

I.10.7.4.Garantizar el nivel de tratamiento de las aguas residuales de acuerdo a los límites establecidos en las normas oficiales mexicanas

**III.6.4.Estrategia 4** Consolidar y Promover la Gestión Integral del Recurso Hídrico para Preservar una Adecuada Calidad del Agua. Prevenir, reducir y controlar las descargas de aguas residuales y emisión de contaminantes al agua para garantizar una adecuada calidad del recurso hídrico mediante el saneamiento de las aguas residuales, propiciando su reúso en actividades de riego.

III.6.4.2.Promover y apoyar la formulación de programas para adecuar y mantener actualizadas las disposiciones regulatorias y de gestión para la prevención y el control de descargas de aguas residuales y emisiones de servicio y de asentamientos humanos.

III.6.4.4. Garantizar el nivel del tratamiento al 100 por ciento de las aguas residuales recolectadas cumpliendo los parámetros de calidad establecidos en las normas oficiales mexicanas y condiciones particulares de descarga.

De acuerdo a lo expuesto, el proyecto Ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente se contribuye a alcanzar el fortalecimiento de los servicios de saneamiento de aguas residuales en el norte del Estado de Quintana Roo, ya que su objetivo es el saneamiento de las aguas residuales de la zona norponiente de la Ciudad de Cancún, previendo el correcto manejo de los residuos líquidos de ésta parte de la ciudad, que si bien es la que presenta el mayor crecimiento poblacional del Municipio de Benito Juárez.

- **Programa Municipal De Desarrollo Urbano Sustentable De Benito Juárez, Estado De Quintana Roo (PMDUS BJ)**

Este PMDUS BJ aprobado por el H Cabildo Municipal y Publicado en la Gaceta Municipal el 26 de Diciembre de 2012 y en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 8 de marzo de 2013.

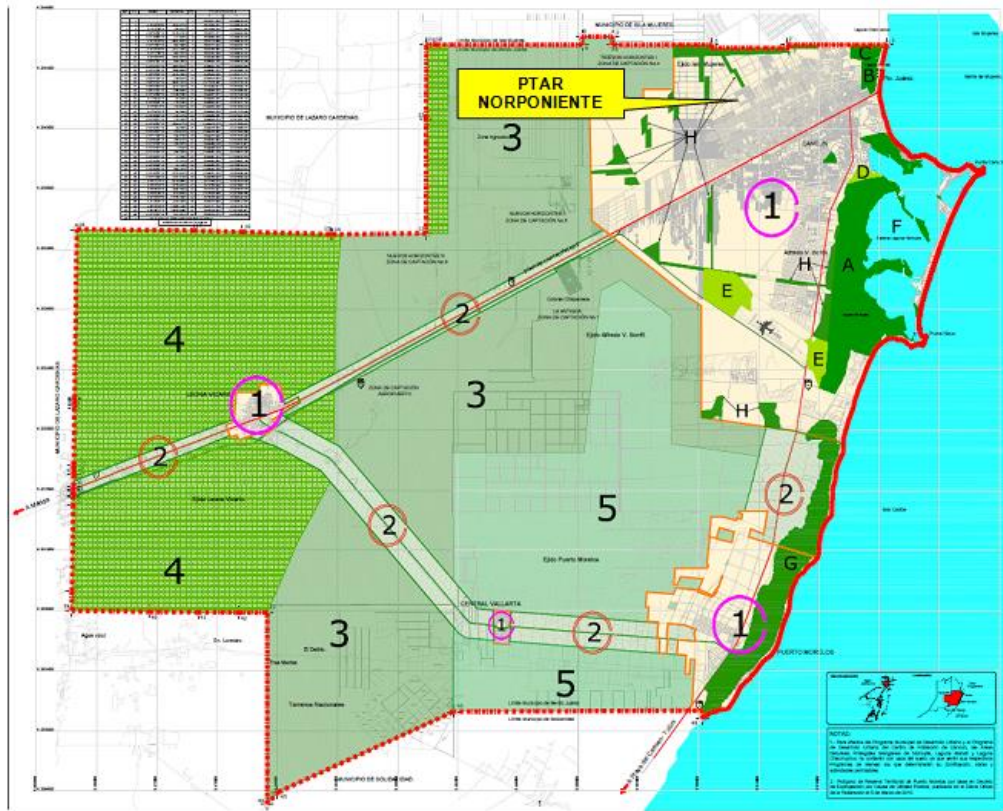
En su capítulo II Diagnóstico tema II.2.4. Contaminación, subtema II.2.4.1. Contaminación de acuíferos, indica que aunque el agua es un recurso abundante en la región existe el riesgo de deterioro por la sobrexplotación del recurso, asentamientos humanos irregulares, carencia de sistemas de drenaje y tratamiento de aguas negras; cuya importancia radica particularmente por las proximidades de los pozos de extracción de agua potable que abastecen a toda la población de los Municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres.

También en el capítulo III Medio Físico transformado, tema II.3.8 Infraestructura Urbana, establece el subtema II.3.8.1 Drenaje en el que asienta que el Municipio de Benito Juárez actualmente cuenta con una cobertura del 85% de la zona regulada por el Programa Director de Desarrollo Urbano. Con la incorporación de las obras de la primera etapa franja norte, se alcanzará una cobertura del 90%; el 100% de las aportaciones de aguas negras de la red primaria se tratan mediante las operación de 7 plantas de tratamiento, siendo Cancún la única ciudad de la región que cuenta con infraestructura para el tratamiento de aguas residuales; sin embargo dado el crecimiento de la población en el Municipio de Benito Juárez desde su creación hasta la fecha ha sido único en el País; ya que en tan sólo 42 años pasa de ser un territorio escasamente habitado con no más de 10,000 habitantes para alcanzar en 2010 con una población permanente de más de 660 mil habitantes, con una tasa de crecimiento anual del 4.65%; ante esta creciente demanda de servicios de saneamiento, el Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Benito Juárez, Estado de Quintana Roo (PMDUSBJQRoo) establece en sus objetivos particulares:

- Infraestructura: Integrar el sistema hidráulico que asegure el uso racional del agua, su dotación óptima y suficiente y la recaudación, tratamiento y depuración adecuada de las aguas negras.
- Medio ambiente: Propiciar el funcionamiento eficiente del sistema de recolección, tratamiento y reutilización de aguas negras.
- Infraestructura de Agua Potable y Saneamiento: Elevar de manera significativa la cobertura de tratamiento de aguas residuales y fomentar su uso e intercambio.

De acuerdo a lo expuesto, el proyecto la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente se integra a la línea de los objetivos mencionados, ya que su función principal es ampliar la cobertura para el saneamiento de las aguas residuales de la zona norponiente de la Ciudad de Cancún.

A continuación se presenta el plano de los usos de suelo del PMDUSBJQRoo, en el que la PTAR Norponiente se ubica en la zona marcada con USO DE SUELO URBANO.



Simbología			
<p>■ Limite Municipal</p> <p>○ ZONIFICACIÓN PRIMARIA</p>			
○ 1.- Uso de Suelo Urbano	37,994.42 Has.	19.20%	<p><b>PORCENTAJES TOTALES</b></p> <p><b>19.20%</b></p>
CP. CANCUN	31,253.75 Has.	15.79%	
CP. PTO. MORELOS	5,510.35 Has.	2.78%	
CP. LEONA VICARIO	987.11 Has.	0.50%	
CP. CENTRAL VALLARTA	243.21 Has.	0.12%	
○ 2.- Corredores de diversificación de turismo y servicios de apoyo	12,728.17 Has.	6.43%	<p><b>6.43%</b></p>
○ 3.- Protección al acuífero	60,780.69 Has.	30.72%	<p><b>66.72%</b></p>
○ 4.- Manejo forestal diversificado	40,109.79 Has.	20.27%	
○ 5.- Área natural	31,123.48 Has.	15.73%	
<p>ZONAS DE RELEVANCIA ECOLÓGICA</p> <p>15,145.48 Has. 7.65%</p>			<p><b>7.65%</b></p>
<p>A.- Área de protección de Flora y Fauna Manglares de Nichupté</p>			
<p>B.- ANP Estatal Laguna Manati</p>			
<p>C.- ANP Estatal Laguna Chacmucub</p>			
<p>D.- Ecopark (107 Has)</p>			
<p>E.- Conos de Aproximación al Aeropuerto</p>			
<p>F.- Cuerpo de Agua Sistema Lagunar Nichupté</p>			
<p>G.- Humedales Costeros, Jardín Botánico de Puerto Morelos y Zona de Preservación de El Cid.</p>			
<p>H.- Sistema de Parques Municipal.</p>			
<p><b>TOTAL. 197,882.03 Has.</b></p>			<p><b>100%</b></p>

**Figura 3.5.- Usos de suelo establecidos en el Programa Municipal De Desarrollo Urbano Sustentable De Benito Juárez, Estado De Quintana Roo. Fuente: PMDUSBJQRoo**

- **Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la Ciudad de Cancún 2014-2030.** El PDU del centro de población de Cancún fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 7 de noviembre de 2014.

Tal y como se estableció en el POEL de Benito Juárez, los usos del suelo propuestos para las diferentes unidades de gestión ambiental se subdividieron en dos tipos: condicionados e incompatibles. A pesar de lo anterior, los usos de suelo condicionados e incompatibles determinados para la UGA 21, no son establecidos por el POEL de Benito Juárez, sino a través del PDU del Centro de Población de Cancún.

Por tanto, de acuerdo al POEL de Benito Juárez la UGA 21 tiene una vocación y uso de suelo Urbano y de los usos de suelo compatibles e incompatibles los determina el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de la Ciudad de Cancún 2014-2030, de acuerdo a la sobreposición establecido en el área donde se desarrollara el proyecto con base al PDU aplicable es EQUIPAMIENTO, INFRAESTRUCTURA URBANA; EQUIPAMIENTO IU.

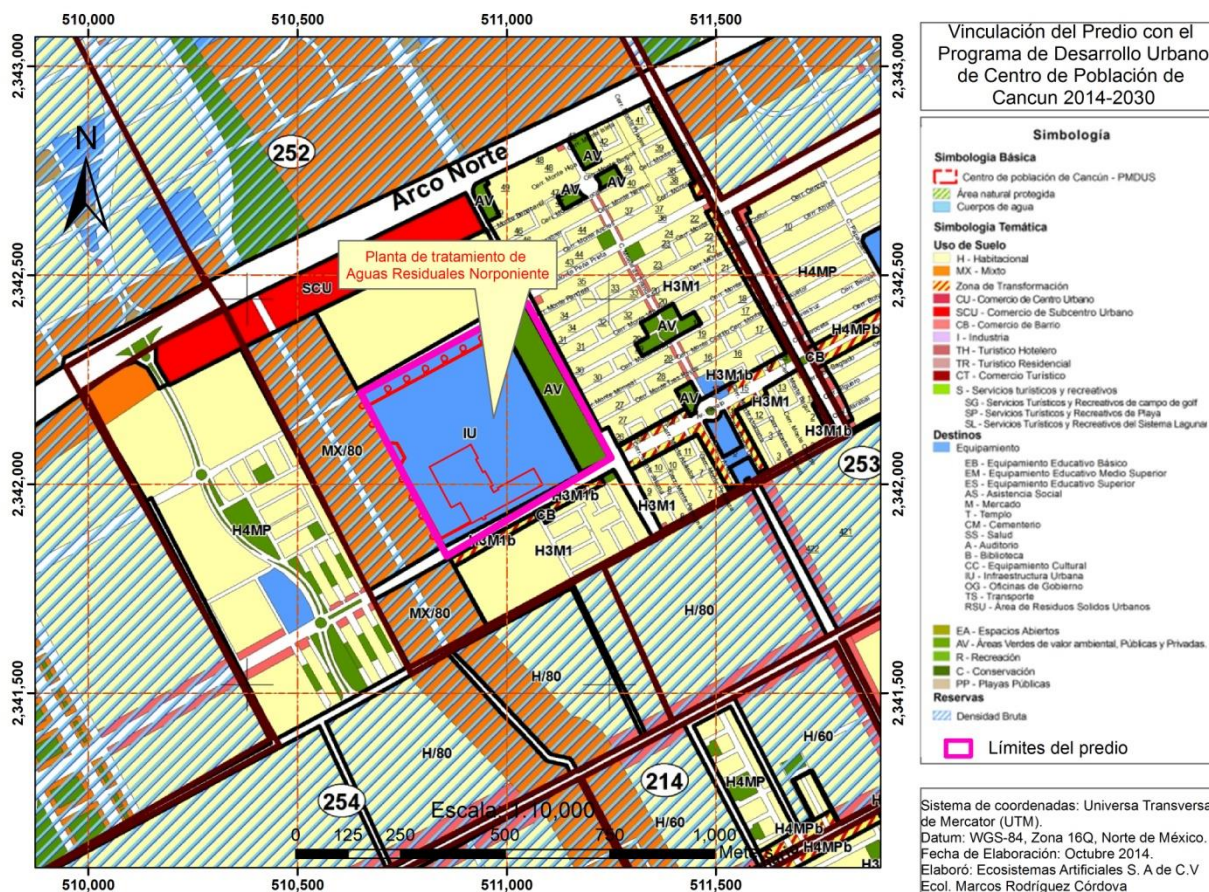


Figura 3.6.- Usos de Usos de suelo establecidos en el PDU del centro de población de Cancún.

El PDU del Centro de Población de Cancún 2014-2030 establece una serie de usos de suelo permitido y prohibido, en el caso específico del predio el uso de suelo fue designado específicamente para la Planta de Tratamiento de Agua Residual, ya que como se puede ver en el plano de designación de uso de suelo (figura 3.6) toda la superficie correspondiente al predio donde se desarrolla la PTAR se determinó como equipamiento; Infraestructura Urbana, en la tabla siguiente se aprecia que es compatible la Planta de Tratamiento de Agua Residual con el uso de suelo Equipamiento.

**PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE CANCÚN, MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO (2014 – 2030)**

USOS PERMITIDOS Y PROHIBIDOS	Multifamiliar				Conjunto				Comercial						Turístico Residencial	Servicios Turísticos	Comercial	Equipamiento	Áreas Verdes					
	H1M1	H1M1a	H1M1b	H1M2	H1U2	H2M1	H3M	H4ME	H2C	H2CE	H2D	CEC3	EESU	C1A	C2A2	C2A3	C2A5	C2A6	C2b	TRCM2	S4A	CT	EQ	AV
Destinos																								
Administración																								
Consulados o legaciones																								
Oficinas de gobierno, juzgados																								
Despachos profesionales y com																								
Banco																								
Agencia de viajes y empleos																								
Servicios urbanos																								
Cementerio																								
Agencia funeraria, velatorios																								
Agencia inhumaciones																								
Estaciones y subestaciones eléctricas																								
Estaciones de bombeo, cárcamo, tanques y depósito de agua																								
Estaciones de transferencia de basura																								
Plantas de tratamiento de aguas residuales																								
Servicios turísticos																								
Marina o club náutico																								
Marina seca																								
Estación de combustible																								
Rampa de botado																								
Cajeta de control de acceso																								

**Figura 3.7.-** Tabla de uso de suelos permitidos y prohibidos dentro el PDU del Centro de Población de Cancún 2014-2030.

De acuerdo a lo expuesto, el proyecto la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente es un proyecto compatible con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún 2014-2030.

### III.6. OTROS INSTRUMENTOS

#### III.6.1 Regiones prioritarias de la CONABIO

Con el fin de optimizar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha impulsado un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), para los cuales, mediante sendos talleres de especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas



con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos. Con este marco de planeación regional, se espera orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México.

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. Respecto a las Regiones Marinas Prioritarias (RMP) la CONABIO señala que la vastedad de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Sin embargo, la intrincada dependencia del hombre de los recursos y la conciencia de que estos recursos están siendo fuertemente impactados por las mismas actividades humanas, ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

Para las regiones prioritarias identificadas se elaboraron mapas del territorio nacional de las áreas prioritarias consensuadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación, así como una ficha técnica de cada área con información de tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo. Aprovechando estas cartas se vinculó el predio de interés con dichas áreas encontrando que el sistema ambiental regional en el que está inmerso el sitio del proyecto, se traslapa con la región marina prioritaria No. 63 denominada Punta Maroma-Nizuc y la región hidrológica prioritaria No. 105 denominada Corredor Cancún-Tulum, pero no coincide con alguna región terrestre prioritaria, como se aprecia en las siguientes imágenes.

La región marina prioritaria Punta Maroma-Nizuc tiene una extensión de 1,005 Km<sup>2</sup> cuyos límites extremos son 21°11'24" a 20°32'24" latitud norte y 87°7'48" a 86°40'12" longitud oeste, e incluye en su superficie arrecifes, lagunas, playas, dunas costeras, estuarios que soportan una variedad de moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, esponjas, corales, artrópodos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja inundable, así como zonas de reproducción de tortugas y merostomados.

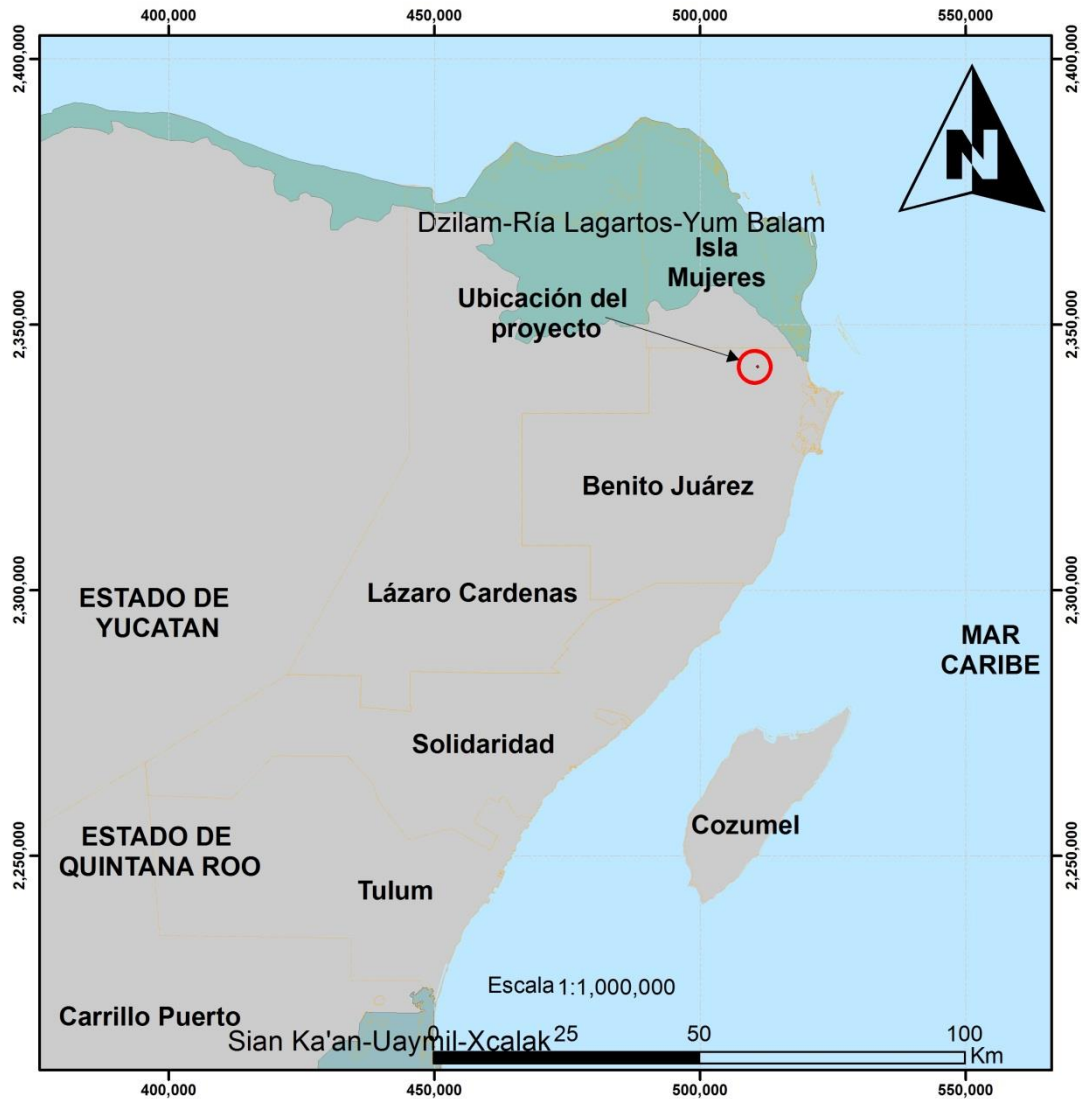
De acuerdo con la CONABIO es un área de alta diversidad (AB), que presenta alguna amenaza para la biodiversidad (AA) y presenta usos por sectores (AU). En materia de conservación destaca que ya están protegidos los arrecifes de Puerto Morelos y los manglares de la Laguna Nichupté.

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

La problemática asociada a esta región incluye:

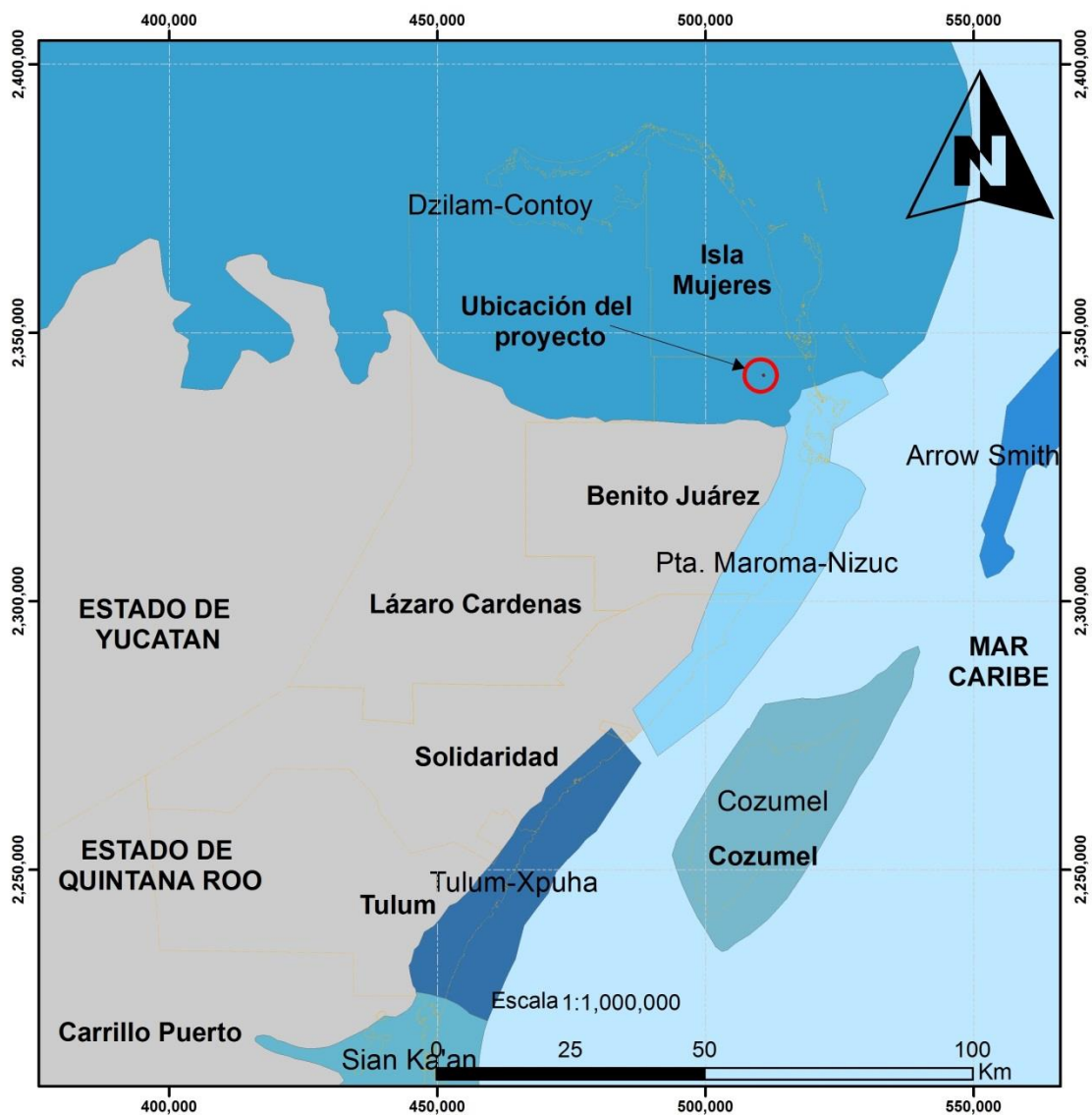
- Modificación del entorno: por tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe deforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.
- Contaminación: por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.
- Uso de recursos: presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.
- Especies introducidas de *Cassuarina* sp y *Columbrina* sp.

El cambio de uso del suelo de los terrenos forestales que se pretende no contribuirá a incrementar la problemática asociada a esta región por que no causará tala de manglar, ni relleno de áreas inundables, ni remoción de pastos marinos, no modificará bocas ni barreras naturales. La deforestación que causará será sobre una zona con vegetación secundaria separada y aislada del macizo forestal del ecosistema original que corresponde a selva mediana subperennifolia y ello no representa la disminución significativa de la capacidad de captación de agua pluvial o su infiltración al subsuelo como ha quedado demostrado en este estudio.



<p><b>Simbología</b></p> <p><span style="color: red;">■</span> PTAR Norponiente</p> <p><b>NOMBRE</b></p> <p><span style="color: teal;">■</span> Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam</p> <p><span style="color: lightblue;">■</span> Sian Ka'an-Uaymil-Xcalak</p>		<p align="center"><b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES NORPONIENTE</b></p> <p>CARTA DE VINCULACIÓN CON LAS REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS DE MÉXICO</p> <p>FUENTE: Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1,000,000. CONABIO. México.</p> <p>El predio se localizó con base en el levantamiento topográfico proporcionado por el promovente.</p> <p><b>Escala:</b> 1:1,000,000  Datum Horizontal..... WGS84  Proyección..... U.T.M.  Zona UTM..... 16 N</p>
--	--	--

**Figura 3.8.-** Vinculación del sitio del proyecto con las regiones terrestres prioritarias con incidencia en el Municipio Benito Juárez.



**Simbología**

PTAR Norponiente

**Regiones Marinas Prioritarias de México**

- Arrow Smith
- Cozumel
- Dzilam-Contoy
- Pta. Maroma-Nizuc
- Sian Ka'an
- Tulum-Xpuha

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES NORPONIENTE**

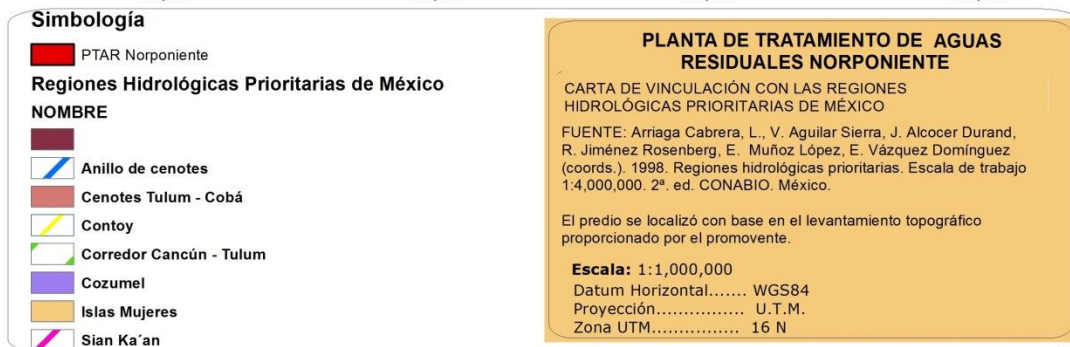
CARTA DE VINCULACIÓN CON LAS REGIONES MARINAS PRIORITARIAS DE MÉXICO

FUENTE: Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra, (coords.), 1998. Regiones marinas prioritarias. Escala de trabajo 1:4,000,000. CONABIO. México.

El predio se localizó con base en el levantamiento topográfico proporcionado por el promovente.

**Escala:** 1:1,000,000  
 Datum Horizontal..... WGS84  
 Proyección..... U.T.M.  
 Zona UTM..... 16 N

**Figura 3.9.-** Vinculación del sitio del proyecto con las regiones marinas prioritarias con incidencia en el Municipio Benito Juárez.



**Figura 3.10.-** Vinculación del sitio del proyecto con las regiones hidrológicas prioritarias con incidencia en el Municipio Benito Juárez

La región hidrológica prioritaria No. 105 denominada Corredor Cancún-Tulum está clasificada por la CONABIO como una región de alta diversidad (AAB), con presencia de usos por sectores (AU) y con regiones amenazadas (AA), cuya extensión es de 1,715 Km<sup>2</sup>, estando sus coordenadas extremas en los 21°10'48" - 20°20'24" de latitud norte y 87°28'12" - 86°44'24" de longitud oeste, por lo que incluye lagunas costeras como Chakmochuk y Nichupté, así como cenotes, estuarios, humedales (recursos lénticos) y aguas subterráneas (recursos lóuticos).

Las actividades económicas principales son turísticas, forestales y pecuarias; pesquerías de caracol y langosta, así como cultivo de peces en la laguna de Nichupté. Y la problemática asociada incluye:

- Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, desforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.
- Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.
- Uso de recursos: pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco (Cocos nucifera).

Su biodiversidad incluye “tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, manglar, sabana, palmar inundable y vegetación de dunas costeras. Diversidad de hábitats: estuarios, humedales, dunas costeras, caletas, cenotes y playas. Flora característica: *Acacia globulifera*, *tasiste Acoelorrhaphe wrightii*, *Annona glabra*, *Atriplex cristata*, *Bactris balanoidea*, *ramón Brosimum alicastrum*, *Bucida buceras*, *chaca Bursera simaruba*, *Caesalpinia gaumeri*, *Cameraria latifolia*, *Capparis flexuosa*, *C. incana*, *Coccoloba reflexiflora*, *C. uvifera*, *palma nakax Coccothrinax readii*, *Cordia sebestena*, *Crescentia cujete*, *Curatella americana*, *Cyperus planifolius*, *Dalbergia glabra*, *Eugenia lundellii*, *palo de tinte Haematoxylum campechianum*, *Hampea trilobata*, *Hyperbaena winzerlingii*, *Ipomoea violacea*, *chicozapote Manilkara zapota*, *chichén Metopium brownei*, *Pouteria campechiana*, *P. chiricana*, *palma Pseudophoenix sargentii*, *mangle rojo Rhizophora mangle*, *palma chit Trinax radiata*. La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como *Amphora ovalis*, *Cocconeis placentula*, *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella turgida*, *Diploneis puella*, *Eunotia maior*, *E. monodon*, *Gomphonema angustatum*, *G. lanceolatum*, *Nitzchia scalaris*, *Synedra ulna* y *Terpsinoe musica*. Fauna característica: de crustáceos como el misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*; el anfípodo *Tulumella unidens*; el palemónido *Creaseria morleyi*; los decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*; los copépodos *Arctodiaptomus dorsalis*, *Eucyclops agilis*, *Macrocylops albidus*, *Mastigodiaptomus texensis*, *Mesocyclops edax*, *Mesocyclops sp.*, *Schizopera tobac cubana*, *Thermocyclops inversus*, *Tropocyclops prasinus mexicanus*, *T. prasinus s.str.*; los ostrácodos *Candonocypris serratomarginata*, *Chlamydotheca mexicana*, *Cypridopsis niagrensis*, *C. rhomboidea*, *Cyprinotus putei*, *C. symmetricus*, *Darwinula stevensoni*, *Eucypris cisternina*, *E. serratomarginata*, *Herpetocypris meridiana*, *Metacypris americana*, *Stenocypris*

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

En materia de conservación, según indica su ficha técnica, se necesita restaurar la vegetación, frenar la contaminación de acuíferos y dar tratamiento a las aguas residuales. Se desconoce la influencia de afloramientos de agua en la zona de la laguna de Nichupté. Están considerados Parques Nacionales Punta Cancún, Punta Nizuc y Tulum. El Parque Nacional Tulum está siendo afectado por la construcción urbana, el saqueo de material vegetal, la construcción de un tren turístico, la presencia de puestos comerciales de artesanías para los turistas y la gran cantidad de basura arrojada a las zonas de manglar y de selva mediana subperennifolia. Sin embargo, hay que señalar que ya se han decretado áreas naturales protegidas que incluyen Punta Cancún y Punta Nizuc, así como los manglares de Nichupté; y que en Tulum se ha controlado la presencia de puestos comerciales y el manejo de la basura, y que el tren turístico no se ha construido a la fecha.

La ejecución del cambio de uso del suelo de terrenos forestales que se pretende no incluye tala de manglar, ni relleno de áreas inundables o formación de canales o barreras naturales, por lo que no contribuirá a acrecentar la problemática señalada por la CONABIO. El proyecto no dará lugar a aguas residuales que se viertan al suelo o al acuífero por lo que no contribuirá a la contaminación de los recursos lóticos en la región hidrológica. En materia de residuos, el desarrollo del proyecto que se propone contribuirá a sanear un predio que con el paso de los años

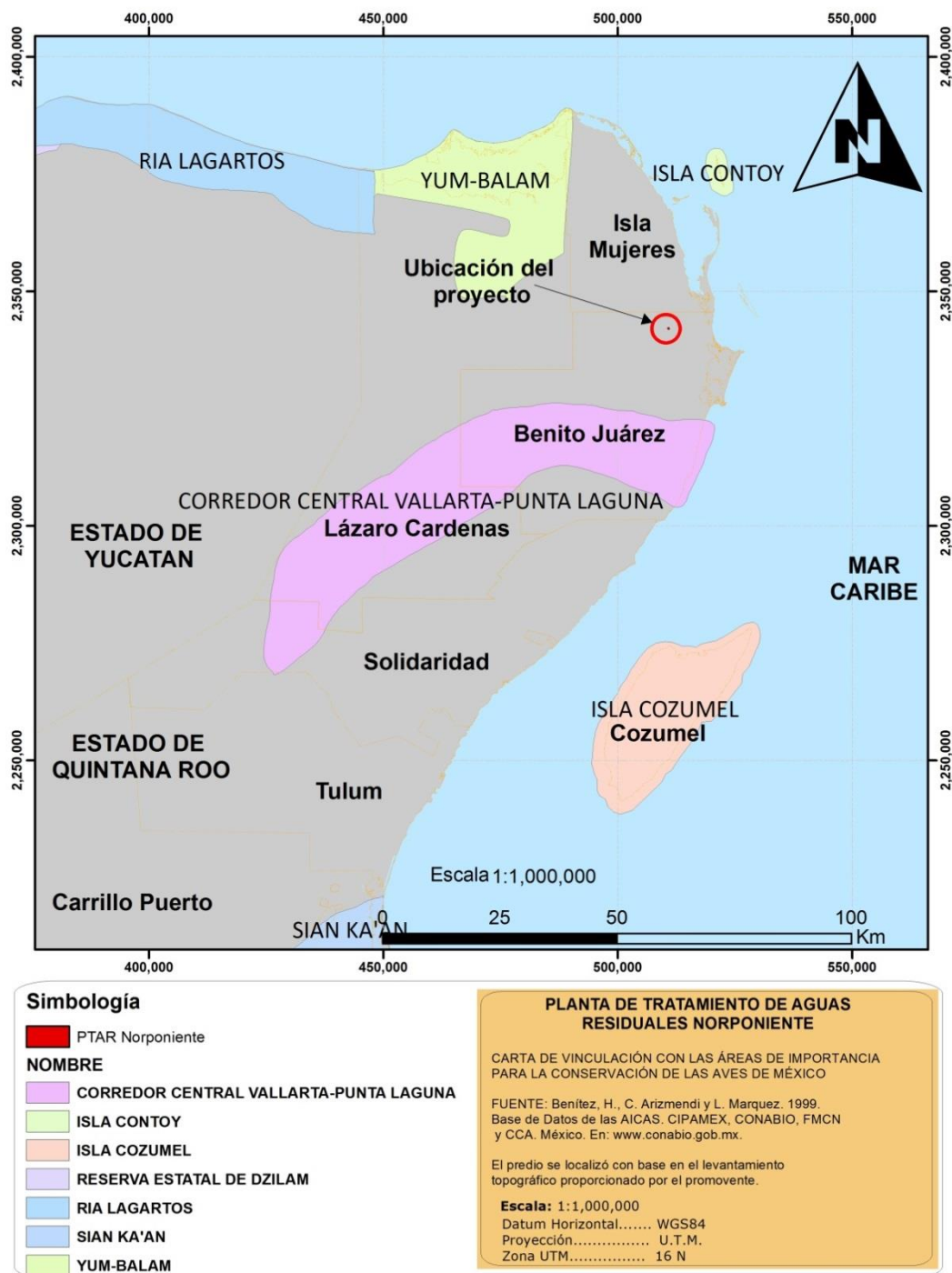
acumula gran cantidad de residuos derivados de obras públicas y privadas, del mantenimiento de áreas verdes y del acarreo de transeúntes.

### **III.6.2 Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA's)**

El Programa de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Cada área o AICA contiene una descripción técnica que incluye descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico que incluye las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área.

El predio de interés no se traslapa con alguna de las AICA's identificadas para la Península de Yucatán como se ve en la siguiente imagen.





**Figura 3.11.-** Vinculación del sitio del proyecto con las áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA's) con incidencia en el Municipio Benito Juárez.

### III.6.3 Sitios RAMSAR

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. La misión de la Convención es “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo” (Official site of the secretariat for the Convention on Wetlands<sup>2</sup>).

El Convenio de Ramsar o Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas, fue firmado en la ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. En diciembre de 2000 contaba con 123 Partes Contratantes (Estados miembros) en todo el mundo (ProDiversitas<sup>3</sup>). México se adhiere a la Convención a partir del 4 de noviembre de 1986 al incluir a la Reserva de la Biosfera Ría Lagartos como humedal de importancia internacional.

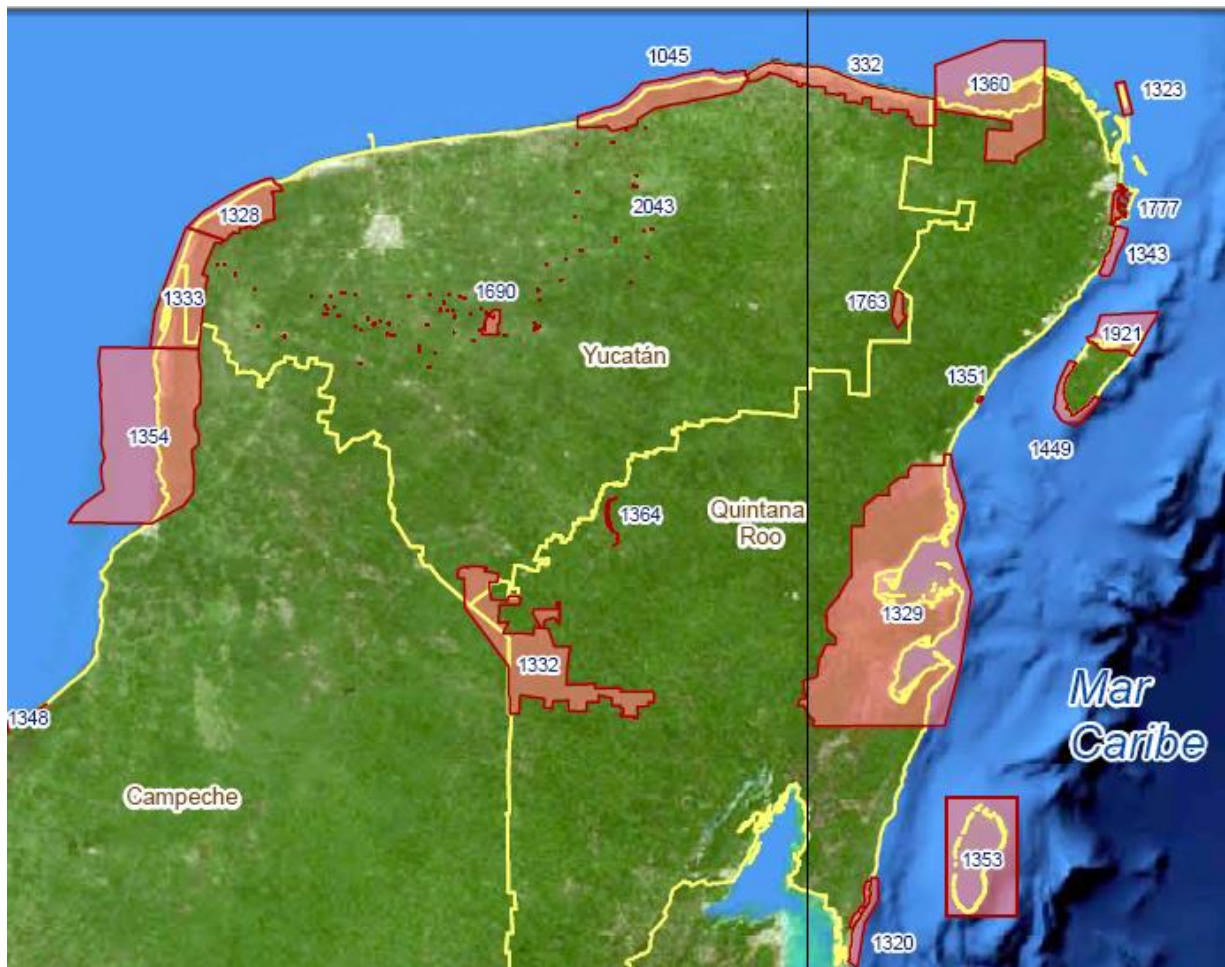
En 2014 existen 168 partes contratantes, dando un total de 2,181 sitios designados, cubriendo un área de 208.5 millones de hectáreas (Ramsar<sup>2</sup>). México, por su parte, cuenta con 138 sitios Ramsar en una superficie de 8,376,271 de hectáreas (CONANP<sup>4</sup>). En Quintana Roo existen 12 sitios incorporados (claves 1320, 1323, 1329, 1332, 1343, 1351, 1353, 1360, 1364, 1449, más dos sitios sin clave).

El sitio de interés donde se pretende el desarrollo del proyecto no se ubica en alguno de los sitios RAMSAR decretados que inciden en el Municipio Benito Juárez.

<sup>2</sup>[http://www.ramsar.org/cda/ramsar/display/main/main.jsp?zn=ramsar&cp=1\\_4000\\_2\\_](http://www.ramsar.org/cda/ramsar/display/main/main.jsp?zn=ramsar&cp=1_4000_2_)

<sup>3</sup> <http://www.prodiversitas.bioetica.org/des23.htm>

<sup>4</sup> CONANP. Datos de los Humedales de Importancia Internacional. 2007. <http://www.conanp.gob.mx>



**Figura 3.12.-** Vinculación del sitio del proyecto con Los sitios Ramsar del Estado de Quintana Roo (fuente conanp)

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

#### **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 estudio donde pretende establecerse el proyecto**

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), Artículo 7 fracción XI, Cuenca hidrológico-forestal es la unidad de espacio físico de planeación y desarrollo que comprende el territorio donde se encuentran los ecosistemas forestales y donde el agua fluye por diversos cauces y converge en un cauce común, constituyendo el componente básico de la región forestal que a su vez se divide en subcuencas y microcuencas.

La primera entidad de evaluación corresponde a la Región hidrológica, la cual se define como el área delimitada por un parteaguas que al menos abarca dos cuencas hidrológicas, cuyas aguas fluyen a una corriente principal; a su vez la cuenca se define como la superficie delimitada por un parteaguas cuyas aguas fluyen hacia una corriente principal, o cuerpo de agua que constituye una subdivisión de la Región Hidrológica; y por último la Subcuenca se define como el área considerada como una subdivisión de la cuenca hidrológica que presenta características particulares de escurrimiento y extensión (INEGI, 2000)<sup>5</sup>.

Para el caso particular del predio del proyecto, este se encuentra inmerso en la Región Hidrológica 32 Yucatán Norte (RH-32). Esta región abarca, además del estado de Quintana Roo, parte de Yucatán y Campeche, con una superficie total de 56,443 Km<sup>2</sup>; en el estado comprende la porción Norte, cubre un área que equivale a 31.77 % estatal; sus límites en la entidad son: al Norte el Golfo de México, al Este el Mar Caribe, al Sur la Región Hidrológica 33 (RH33) y al Oeste el estado de Yucatán donde continúa. En Quintana Roo interesan dos cuencas denominadas: 32A Quintana Roo y 32B Yucatán, aunque de esta última sólo abarca una pequeña área del estado.

En cuanto a las cuencas, el predio se ubica en la Cuenca 32A Quintana Roo, la cual ocupa 31 % de la superficie estatal e incluye prácticamente toda la zona norte del estado, así como las islas Cozumel, Mujeres y Contoy; recibe una precipitación anual que va desde 800 mm en el Norte a más de 1,500 al Sureste de la cuenca, presentando un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda la porción continental, excepto las franjas costeras que tienen de 5 a 10 % o 10 a 20 % debido a la presencia de arcillas y limos; tiene como límites, al Norte el Golfo de México, al Este el Mar Caribe, al Sur la división con la RH33 que coincide aproximadamente con el paralelo 20 de latitud Norte y al Oeste con el límite de Yucatán.

En esta cuenca no existen corrientes superficiales, así como tampoco cuerpos de agua de gran

importancia; sólo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna y La Unión, así como lagunas costeras como la de Conil, Chacmochuch y Nichupté. La temperatura media anual es de 26 °C con una precipitación que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 mm al Sureste y con un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda, excepto en las franjas costeras que tienen de 5 a 10 % o 10 a 20 % debido a la presencia de arcillas y limos (INEGI, 2002)<sup>6</sup>.

De acuerdo con el Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33<sup>7</sup>, la Cuenca 32A Quintana Roo se subdivide en seis subcuencas hidrológicas: Subcuenca “a” Benito Juárez; Subcuenca “b” zona continental de Isla Mujeres; Subcuenca “c” Lázaro Cárdenas; Subcuenca “d” Solidaridad; Subcuenca “e” Tihosuco; y la Subcuenca “f” Isla Cozumel.

A nivel de Subcuenca el predio en estudio se encuentra ubicado en la Subcuenca “a” Benito Juárez, la cual corresponde con la delimitación del municipio Benito Juárez, cuya extensión es de 197,116 hectáreas (Presidencia Municipal 2008-2010)<sup>8</sup>.

Así, la cuenca hidrológico-forestal que constituye el marco de referencia oficial del predio en estudio es la Cuenca 32A Quintana Roo, Subcuenca “a” Benito Juárez.

---

<sup>6</sup>SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. Inédito. En: INEGI, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México, 79 p.

<sup>7</sup> SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. En: Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo, 2002. INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo. 96 p.

<sup>8</sup> Presidencia Municipal 2008-2010. Sitio oficial con información institucional, servicios, eventos y programas



**Simbología**

- PTAR Norponiente
- Cuencas Hidrológica**
- Cuencas Cerradas-B
- Isla
- Quintana Roo
- Yucatán

**PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES NORPONIENTE**

CARTA DE LOCALIZACION DEL PREDIO EN LA CUENCA HIDROLÓGICA

Fuente: Programa Nacional de Microcuencas. Delimitación y Clasificación de Microcuencas Hidrofísicas. Comisión Nacional del Agua. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

**Escala:** 1:1,000,000  
 Datum Horizontal..... WGS84  
 Proyección..... U.T.M.  
 Zona UTM..... 16 N

**Figura 4.1.-** El predio de interés se localiza en la Cuenca hidrológica RH32, Cuenca 32 A Quintana Roo, Subcuenca “a” Benito Juárez. FUENTE: INEGI, Conjunto de datos vectoriales de Cuencas y Subcuencas de la Península de Yucatán, Escala 1:1’000,000.

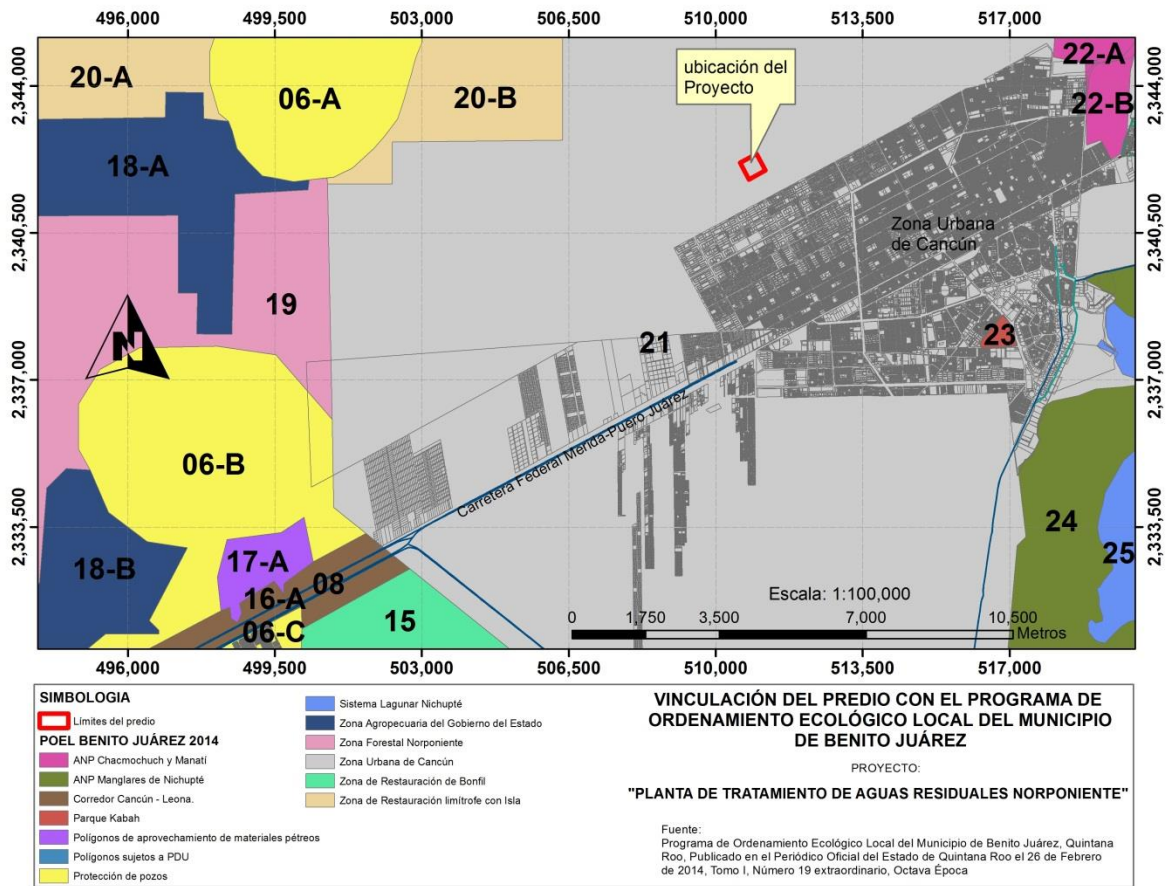
Para la delimitación del área de estudio del proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento Norponiente”, se ha considerado la vinculación entre los sistemas ecológicos o naturales y los físicos particulares. Además de que se citan algunas de las actividades económicas y los procesos sociales cercanos al sitio de interés.

Sin embargo, considerando que el predio de interés está inmerso en la zona urbana de Cancún y que el proyecto pretendido implica la remoción de la vegetación para la construcción de la Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, la delimitación del sistema ambiental del proyecto, desde los puntos de vista urbano, social y económico, puede establecerse con base en los límites del Centro de Población de Cancún.

En la delimitación del sistema ambiental del proyecto se ha considera la clasificación del territorio definida en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez, que ubica al predio de interés en la unidad de gestión ambiental número 21, denominada “Zona Urbana de Cancún”.(Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 8 de marzo de 2013), la cual tiene asignada una política ambiental de “Aprovechamiento sustentable” y los usos de suelo que establece el programa de desarrollo urbano vigente. Esta unidad tiene una extensión de 34,937.17 hectáreas y su expresión espacial puede verse en la Figura 4.2

La poligonal del Centro de Población de Cancún definida por el instrumento de planeación urbana con la establecida para la UGA 21 por el instrumento de planeación ambiental se observa que al restar al centro de población el cuerpo de agua del Sistema Lagunar Nichupté, así como las superficies correspondientes a las áreas naturales protegidas, los polígonos con uso del suelo urbano son idénticos en ambos instrumentos, por lo que éstos constituyen la unidad espacial de homogeneidad relativa útil para el diagnóstico ambiental del proyecto de interés.





**Figura 4.2.-** Ubicación de la UGA 21, en la cual se localiza el proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente”.

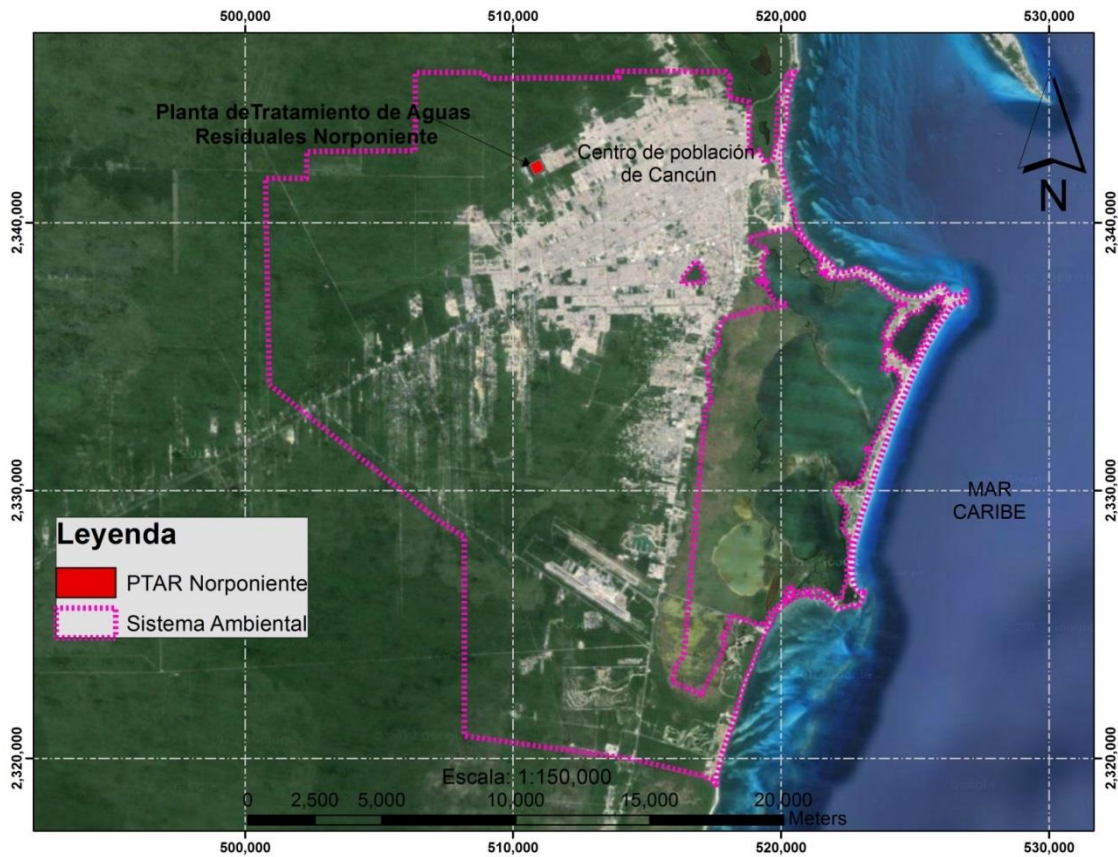
El sistema ambiental así definido corresponde a la unidad de gestión ambiental 21 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez que incluye la totalidad de la superficie sujeta a cambio de uso del suelo y por lo tanto la totalidad del predio de interés para el desarrollo del proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente”. Incluye también la totalidad del área de influencia de los impactos ambientales potenciales derivados del cambio de uso del suelo en este predio para la construcción del proyecto; así como las áreas de los desarrollos inmobiliarios, asentamientos humanos que resultarán beneficiadas con el establecimiento y la operación de la planta de Tratamiento propuesta.

## IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental (SA)

A continuación se describe el Sistema Ambiental existente en el área de influencia del proyecto. Este sistema ambiental (figura 4.3) abarca una superficie total de 34,937.17 hectáreas y comprende el área de influencia directa e indirecta del proyecto, abarcando una porción urbanizada de la ciudad de Cancún, municipio de Benito Juárez, que incluye una parte de la zona urbana, asentamientos humanos colindantes y las reservas de crecimiento urbano que se encuentran cubiertas de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia del tipo arbóreo y arbustivo. El área de influencia de este proyecto está delimitada por la Unidad de Gestión Ambiental UGA 21.

Los criterios aplicados para la delimitación del área de estudio donde pretende establecer este proyecto, son los siguientes:

- 1.- Se incluye la totalidad de la superficie sujeta a cambio de uso del suelo y por lo tanto la superficie total del predio.
- 2.- La totalidad del área de influencia directa de los impactos potenciales derivados de la remoción de la vegetación forestal en este predio para la construcción del proyecto.
- 3.- Las áreas colindantes al sitio del proyecto donde se prevén los impactos ambientales indirectos, así como las áreas urbanas que resultaran beneficiadas con el establecimiento y la operación eficiente de este proyecto.
- 4.- De acuerdo al programa de Gobierno 2011-2016, se plantea la necesidad de impulsar el desarrollo social de la zona norte de Quintana Roo, mismo que se asocia a la mejora en la calidad de vida y servicios que se ofertan a los habitantes de la región.
- 5.- El ambiente terrestre dentro de la zona donde se construirá la obra, comprende un área cubierta con vegetación de selva mediana con vegetación secundaria de tipo arbórea (VSA/SMQ), misma que ha sido afectada por el paso del fenómenos hidrometeorológicos principalmente el que afectó la zona en agosto del 1988.
- 6.- La zona no se encuentra ubicada dentro de ningún área Natural Protegida que haya sido decretada por la SEMARNAT o por el Gobierno del estado de Quintana Roo.
- 7.- En la zona existe un Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio y que ubica al sitio de referencia dentro del área en la que aplica una política de equipamiento, infraestructura urbana.
- 8.- Que en la zona aplica el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Cancún 2014-2030.



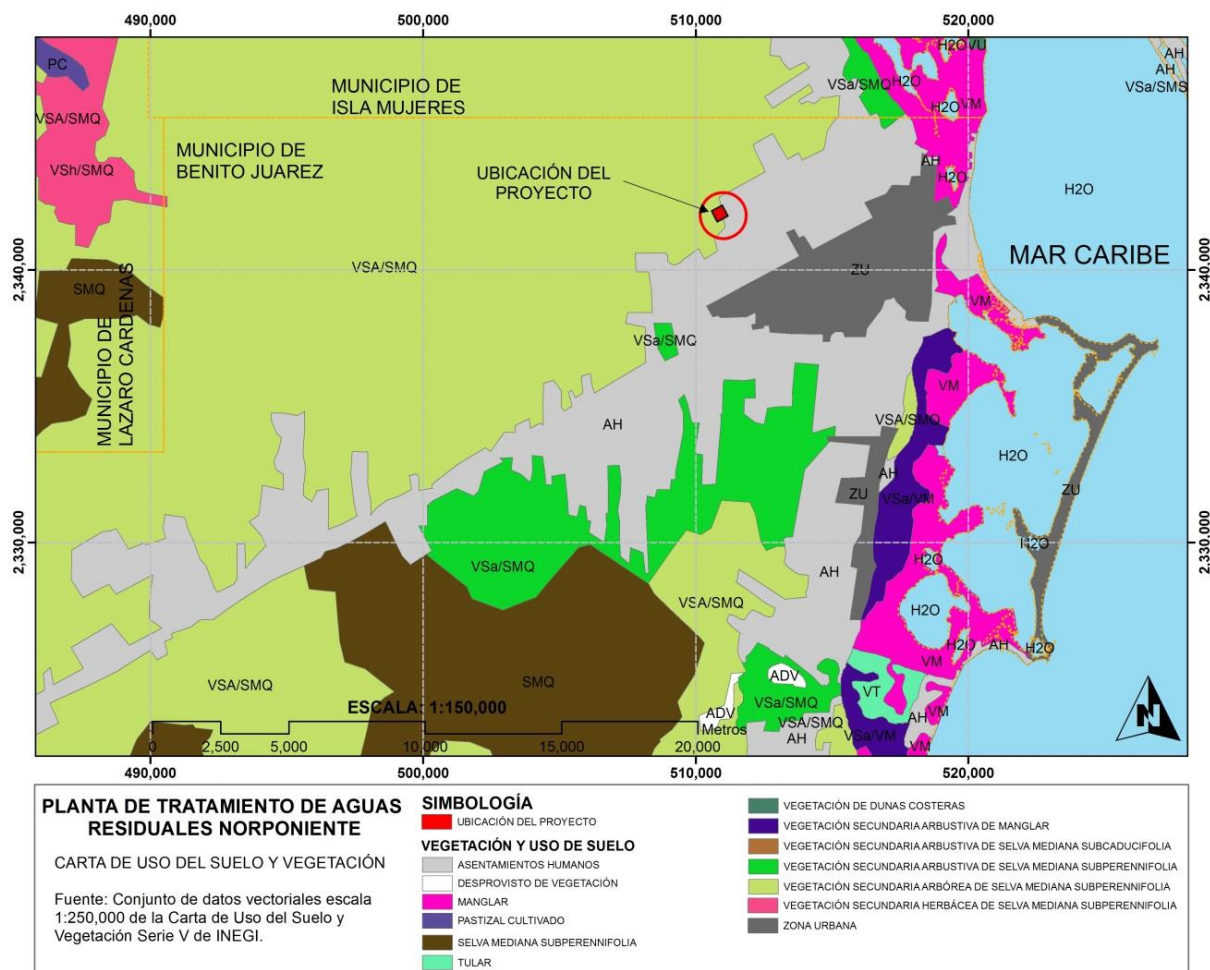
**Figura 4.3.-** El predio de interés se ubica al interior de la unidad de gestión ambiental número 21 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez.

En la tabla siguiente, se presenta la superficie expresada en metros cuadrados y por hectáreas, así como el porcentaje de ocupación de cada una de las condiciones de la vegetación y los usos de suelo de las condiciones que prevalecen en este Sistema Ambiental, de acuerdo con la carta de Vegetación y uso del suelo serie V del INEGI.

Clave	Condición de la vegetación y uso del suelo	Hectáreas	Porcentaje
ZU	Zona urbana	10,622.07	30.40
VS2	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana en recuperación	9,666.56	27.67
VSa	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	5,241.10	15.00
VSA	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en buen estado	2,647.59	7.58
SV	Sin vegetación aparente	2,302.20	6.59
AH	Asentamiento humano	2,108.27	6.03
Ma	Manglar	1,023.16	2.93
SBS	Selva baja subcaducifolia	693.00	1.98
GR	Mangle chaparro y graminoides	363.84	1.04
CA	Cuerpo de agua	156.52	0.45
TU	Tular	76.68	0.22
MT	Matorral costero	36.18	0.10
<b>TOTAL</b>		<b>34,937.17</b>	<b>100.00</b>

**Tabla 4.1.-** Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones que prevalecen en el sistema ambiental.

La representación gráfica del sistema ambiental para el sitio del proyecto con base en la Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI, Serie V, se muestra en la siguiente Figura.



**Figura 4.4.-** Representación espacial del sistema ambiental con base en la Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI, Serie V. Se incluye en esta carta la ubicación del predio del proyecto (círculo rojo).

Como se ha referido, el proyecto se ubicará hacia la zona Norponiente de la ciudad de Cancún y en un sitio en donde aún prevalecen condiciones naturales. No obstante, para esta zona existen importantes vialidades de acceso. La primera de ellas es la denominada Arco Norte, misma que corre de oriente a poniente desde la Av. Bonampak hasta la salida de Cancún en dirección a la ciudad de Mérida (Av. José López Portillo). Esta vialidad es de dos cuerpos asfálticos y cuenta con amplio camellón central.

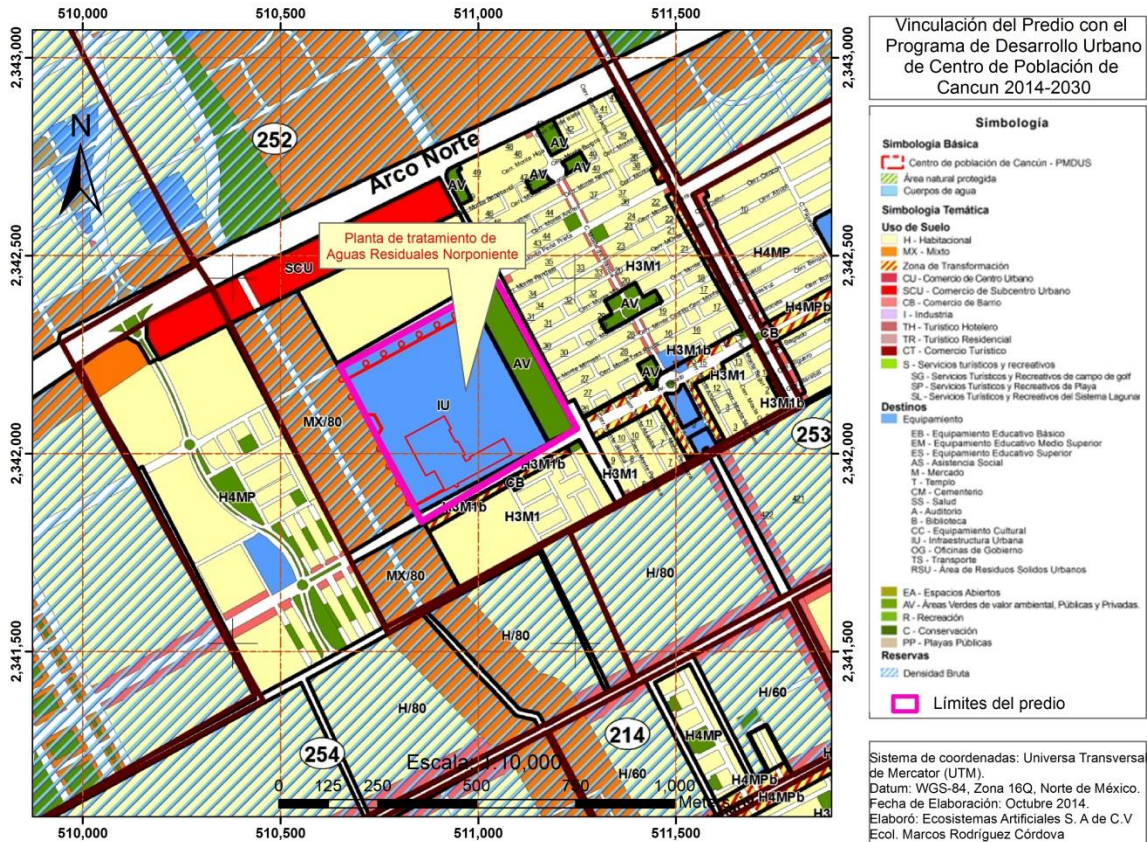
#### **IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA**

El análisis retrospectivo de la calidad ambiental del sistema ambiental de la cuenca donde se ubica este proyecto, se describe en función de la evolución de la zona urbanizada y los asentamientos humanos en las últimas décadas y el impacto que ocasionaron en su estructura y su funcionamiento, por efecto de los cambios que han experimentado sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos de mayor importancia.

Asimismo se describen las tendencias de desarrollo y/o deterioro que registra el sistema ambiental de la cuenca y que han incidido de manera determinante en la calidad ambiental que se presenta actualmente en este sistema ambiental.

Una muy buena parte del área correspondiente al sistema ambiental de este proyecto, estuvo cubierta por una vegetación de selva mediana subperennifolia en buen estado de conservación. La tendencia de expansión de la mancha urbana de la ciudad de Cancún hacia los límites de la parte continental del municipio de Isla Mujeres ha sido ampliamente documentada en los distintos programas parciales de desarrollo urbano que se han realizado para esta zona en las últimas décadas (PPDU-Polígono 11 y PPDU para la ampliación del polígono 11) y se puede verificar mediante la sobreposición de las Cartas de vegetación y uso del suelo de las series I, II, III y IV del INEGI.

Como se puede observar actualmente conforme al Programa de Desarrollo Urbano del Centro de la población de Cancún 2014-2030 la calidad del sistema ambiental está compuesta por Unidades habitacionales, por zonas de transformación, por comercios de subcentro urbano, por equipamiento de infraestructura urbana, áreas públicas y privadas, vialidades, entre otras.



**Figura 4.5.-** Representación del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de la población de Cancún 2014-2030, donde se ubica el proyecto que forma parte del SA.

Los efectos de la urbanización sobre los componentes biológicos y físicos del ambiente en esta zona, han sido ampliamente documentados en los instrumentos de planeación (POEL-BJ). Este proceso de transformación que se aprecia por el deterioro y fragmentación del hábitat para la vida silvestre, se inicia con la apertura de caminos y vialidades, seguida por labores de desmonte y despalme, con lo que se elimina la vegetación y se retira la capa superior del suelo hasta la roca firme, con frecuencia se realizan cortes con fines de nivelación, para posteriormente rellenar y compactar los asientos de las obras. Entre los principales impactos ambientales acumulativos de la urbanización se reconocen: la transformación del paisaje natural, la disminución del hábitat para la vida silvestre y el incremento del riesgo de contaminación del acuífero por la falta de servicios en los asentamientos humanos.

En este sistema ambiental existen extensos terrenos con vegetación secundaria colindantes a los asentamientos humanos donde se presenta con frecuencia la extracción de recursos forestales, por lo regular, se extrae de manera furtiva, recursos vegetales para la construcción de palapas así como piedras y tierra de monte.

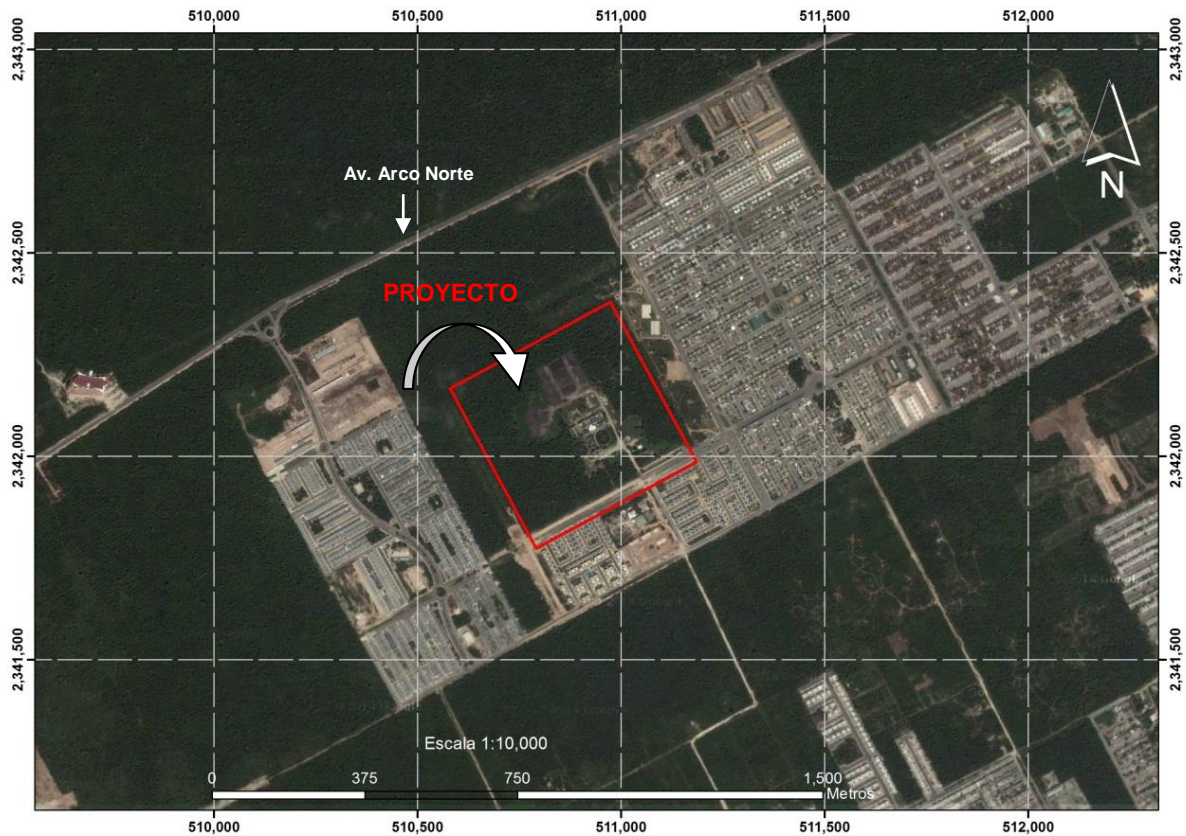
En la actualidad, en el sistema ambiental de este proyecto, son evidentes los procesos de urbanización, se continua promoviendo el desarrollo inmobiliario, existe especulación de terrenos y la proliferación de asentamientos irregulares, siendo estas las principales causas del deterioro ambiental y en conjunto constituyen la principal amenaza para la diversidad biológica y la conservación del agua como recurso, si no se ajustan dentro de un marco legal de regulación para la conformación de unidades urbanas sustentables que colindan con áreas naturales en recuperación.

Entre los factores ambientales que han provocado la degradación de la selva en este sistema ambiental destacan los huracanes y los incendios forestales. Los ciclones tropicales Gilberto y Wilma, se encuentran entre los más fuertes que han afectado de manera reiterada los ecosistemas del norte de Quintana Roo. Diversos estudios documentan que los vientos fuertes alteran de manera drástica la fisonomía y la estructura de la vegetación costera.

Entre los daños más evidentes en las selvas destacan la defoliación, ruptura de ramas y tallos, caída de árboles y hasta la muerte de algunos árboles. Por sus efectos de aclareo induce pocos cambios en la composición de especies y la recuperación de la mayoría de las plantas afectadas se hace evidente luego de pocos meses después de la afectación (Sánchez, 2000). Sin embargo, se reconoce que el impacto de los huracanes, se incrementa de manera significativa cuando se presenta asociado a otros factores de disturbio como los incendios forestales y los cambios de uso del suelo provocados por las actividades productivas.

Una consideración importante que se puede obtener de la figura 4.6 es que resulta evidente que la vegetación de selva mediana con desarrollo secundario se extiende ampliamente por toda la periferia norte de la ciudad. Aunque se debe referir que hacia el sureste ésta interrumpe drásticamente su distribución, debido precisamente al crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de Cancún. Por lo anterior, se considera que el sistema natural en la zona de interés se encuentra fragmentado o en vías de ello, y de alguna manera, se ha interrumpido la distribución natural del ecosistema de selva, modificando de nueva cuenta su estructura y función. En vista de la situación actual de la vegetación de la zona, se puede considerar que el proyecto tendrá un área de influencia de tipo local.





**Figura 4.6.-** Esquematación de la ubicación del sistema natural fragmentado por el desarrollo urbano de la ciudad de Cancún.

De manera física, el conjunto de Lotes de interés se ubican en una zona donde no existe la presencia de ríos o escurrimientos fluviales, además de que se manifiesta una topografía de tipo ondulada a sensiblemente plana. Bajo esta situación, el agua que se requiere para el desarrollo de la vida natural que se desarrolla en la zona, está referida exclusivamente con los aporte del agua de lluvia, misma que manifiesta una estacionalidad en los meses de verano y parte del invierno.

Para el desarrollo del proyecto será necesaria la eliminación de un porcentaje relativamente mínimo de la cobertura original de la vegetación de selva mediana con desarrollo secundario. Por lo que el cambio de uso de suelo solicitado para el proyecto ocupará un área de 2.70 hectáreas, lo cual implica afectaciones que deben ser minimizadas sobre la hidrología de la zona.

Como dato adicional, se debe referir que con la permanencia de una superficie de 9.90 has como áreas de conservación, permitirá la continuidad de la captación e infiltración de agua al subsuelo. Por ello se considera que en el sitio se mantendrán las características muy parecidas a las actuales en favor de la hidrología de la zona.

En el predio de referencia se presenta una gran heterogeneidad en la cobertura vegetal, lo cual es propio de las zonas que están sujetas a régimen natural. De esta manera, en el sitio se favorece las condiciones para la distribución de un solo tipo característico de vegetación. Para el predio de interés, la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) se distribuye de manera exuberante hacia el poniente y de hecho se tiene evidencias de que hacia estos puntos se manifiesta una importante recuperación en la estructura de la vegetación ya que las zonas ubicadas más al poniente de Cancún no fueron afectadas por los incendios del 1989.

En todo caso se confirma que los impactos hacia el ecosistema de selva en la región están dados por el deterioro que provocan los distintos eventos naturales, que para la zona tienen que ver de manera directa con los fenómenos hidrometeorológicos. Asimismo, en los alrededores de las ciudades existe una creciente presión debido al crecimiento que estas manifiestan. Por lo anterior, se deberá reconocer que aunque las características naturales se habrán de modificar sustancialmente, se promoverá la persistencia de la diversidad y cierta densidad vegetal como áreas verdes de conservación contempladas en el proyecto.

#### **IV.2.2.1 Medio abiótico**

##### **IV.2.2.1.1 Fisiografía**

El sistema ambiental regional al igual que toda la Subcuenca “a” y la Cuenca Quintana Roo, se encuentra dentro de una sola provincia fisiográfica llamada Península de Yucatán, cuya mayor parte está constituida por estratos calizos más o menos horizontales que hacen de ella una región relativamente plana, cuyas mayores alturas se acercan a los 300 msnm, hacia el centro de la península cerca del límite con Campeche, alrededor de Zoh Laguna, Campeche y en la parte suroeste del estado de Quintana Roo, extendiéndose esta zona con dirección aproximada nortesur; el paso de las partes altas de la región anterior a las bajas situadas en el este de Quintana Roo, se realiza por una serie de escalones bruscos que corresponden a líneas de fallas, mostrando las características de una meseta baja tectónica (horst), que se extiende hacia el sur.

En la zona de interés presenta junto a las elevaciones, frecuentes depresiones y pequeñas cimas interrumpidas por grandes áreas de menor relieve, casi planas, con altitudes de 20 a 40 m. Las planicies presentan una microtopografía de interés en la que la roca calcárea alterna en mayor o menor frecuencia con pequeñas hondonadas, lo que da lugar a una constante alternancia de suelos en los puntos más bajos. La peculiaridad de estas formaciones se debe a la carsticidad.

En términos de las subprovincias fisiográficas que se encuentran en Quintana Roo, a saber, Carso y Lomeríos de Campeche, Carso Yucateco y Costa Baja de Quintana Roo; el sistema ambiental se localiza en la Subprovincia fisiográfica denominada Carso Yucateco que ocupa las porciones centro y norte del estado de Quintana Roo, la cual está formada en una losa calcárea cuya

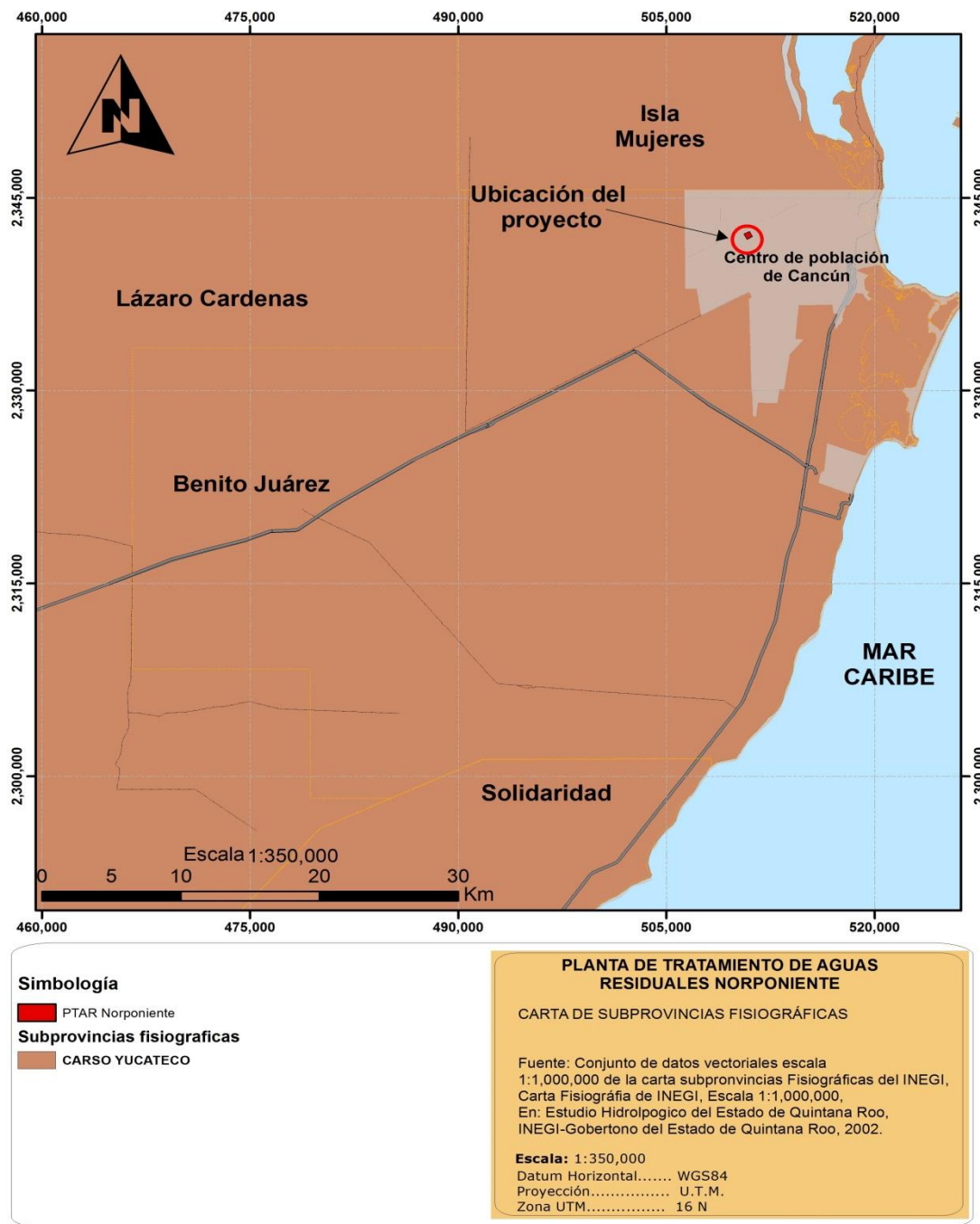
topografía se caracteriza por la presencia de carsticidad, ligera pendiente descendente hacia el este y hacia el norte hasta el nivel del mar; con un relieve ondulado en el que se alternan crestas y depresiones; con elevaciones máximas de 22 m en su parte suroeste<sup>9</sup>.

Dada la solubilidad de las rocas, son frecuentes las dolinas y depresiones en donde se acumulan arcillas de descalcificación, además, muestran una superficie rocosa con ligeras ondulaciones y carecen en casi toda su extensión de un sistema de drenaje superficial.

En su porción litoral son frecuentes las salientes rocosas, caletas, pequeños escarpes, cordones y espolones, así como lagunas pantanosas intercomunicadas con el mar por canales o bocas y extensas zonas de inundación con vegetación de manglar. De acuerdo con las características morfológicas del área, se puede situar en una etapa geomorfológica de madurez para una región calcárea en clima cálido subhúmedo.

---

<sup>9</sup> INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México.



**Figura 4.7.-** Carta fisiográfica. El sistema ambiental se ubica en la subprovincia fisiográfica Carso Yucateco

#### IV.2.2.1.2 Clima

El sistema ambiental de área de estudio está localizado en el Trópico de Cáncer, por debajo de los 23° de latitud norte, en la zona térmica denominada Zona Tropical Norte. Debido al mayor calentamiento que ocurre en el ecuador por la incidencia de los rayos solares, la superficie donde se localiza tiene elevada temperatura y baja presión atmosférica<sup>10</sup>.

En cuanto a la altitud, se encuentra ligeramente por arriba del nivel del mar. Está situada en la costa oriental del continente, por lo que recibe la influencia de corrientes marinas calientes, principalmente de la Corriente del Golfo de México, que propicia un clima cálido y lluvioso. Se sitúa dentro de la franja de circulación de los vientos alisios del norte, los cuales atraviesan el mar y por ello están cargados de humedad. Este tipo de viento tiene su origen en el aire que llega a la superficie terrestre traído por las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial. La circulación del aire no encuentra barreras físicas a causa del relieve plano que presenta la Península de Yucatán.

El clima predominante se incluye dentro del Grupo A, del tipo Aw, que es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, aunque más abundantes en verano. Una característica que sirve como referencia para la clasificación en este grupo climático es que la temperatura media del mes más frío es mayor de 18 °C. Por otra parte, las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es mayor que 55.3, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90% como consecuencia del régimen de lluvias prevaeciente. El balance de escurrimiento medio anual es de 0 a 20 mm mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 600 a 700 mm anuales.

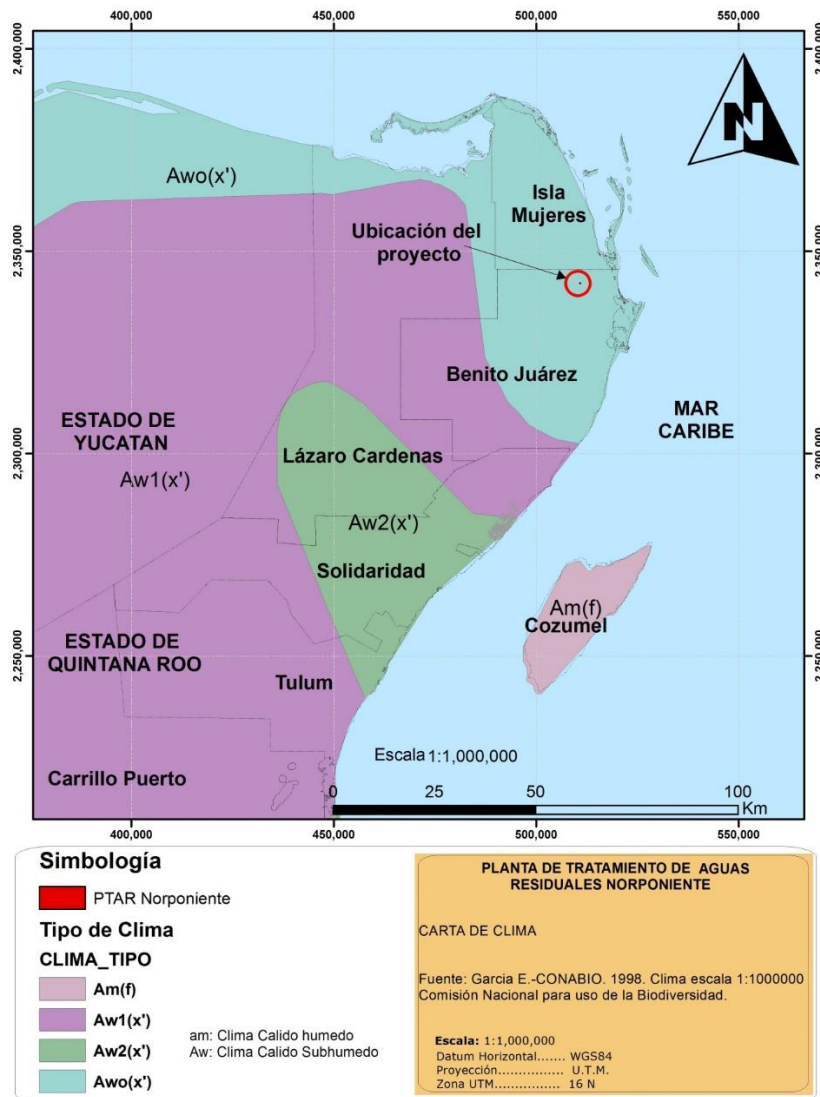
Según la carta de climas escala 1:1'000,000 (CGSNEGI En: INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002), en el territorio que comprende la Subcuenca “a” se presentan dos subtipos climáticos, el Aw0 y el Aw1, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García, siendo el primero el que domina en la ciudad de Cancún y por tanto el que corresponde al sistema ambiental del proyecto.

De acuerdo con García (1988) el subtipo climático Aw0 presente en la zona norte del estado de Quintana Roo corresponde a la variedad Ax'(w0)iw", que corresponde a los climas con regímenes de lluvia repartidos en todo el año, oscilación anual de las temperaturas medias mensuales menor de 5 °C y presencia de canícula; mientras que el subtipo climático Aw1 corresponde a la variedad Ax'(w1)(i')w", que pertenece a los climas con regímenes de lluvia repartidos en todo el año, oscilación anual de las temperaturas medias mensuales entre 5 y 7 °C y presencia de canícula.

En la Subcuenca “a” la precipitación anual varía entre los 800 y los 1,500 mm, con tendencia

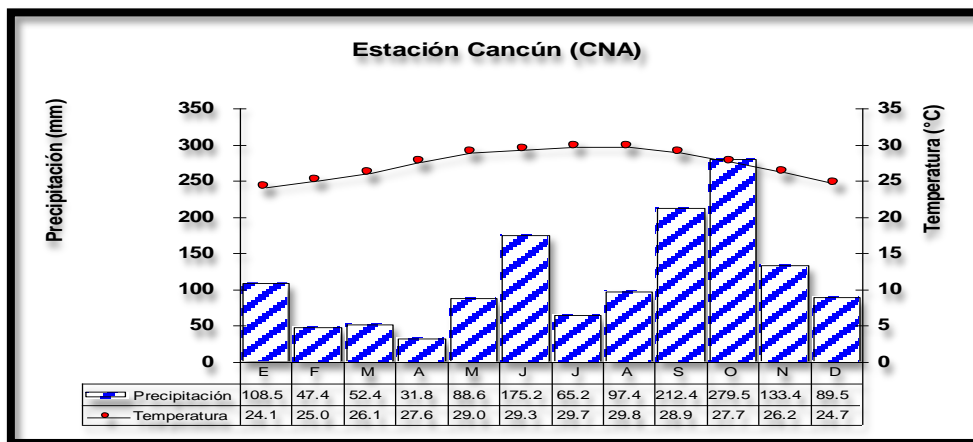
<sup>10</sup> C. García, F. 1988. Metodología para la clasificación climática de México. 254 p. 2015.

creciente en sentido norte-sur y oeste-este, teniéndose las mayores precipitaciones en la costa este. La temporada seca del año engloba de noviembre a abril, que se divide a su vez en dos subperíodos, uno que va de noviembre a febrero –época de nortes-, ocasionado por masas de aire y nubes con vientos polares del norte, con rachas violentas y temperaturas bajas; y otra de franca sequía que comprende los meses restantes del año, o sea de febrero a abril.



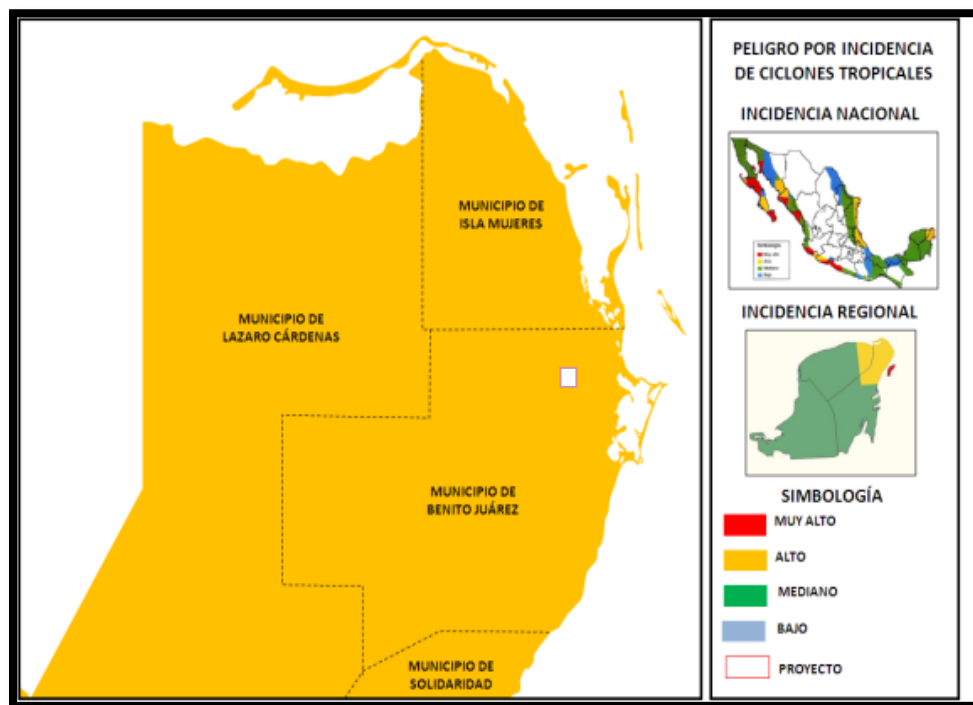
**Figura 4.8.-** Carta de Climas. FUENTE: CGSNEGI En: INEGI y Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002, Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. Escala 1:1'000,000.

Con base en los registros para el lapso 1991-2006 de la estación meteorológica de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en Cancún, la precipitación media anual para la zona es de 1,401.6 mm y se concentra principalmente de junio hasta octubre (60.1%); y la temperatura promedio anual es de 27.3°C la cual alcanza su máximo nivel en el mes de agosto (Fig. 4.9).



**Figura 4.9.-** Marcha anual de la temperatura y precipitación para la zona de estudio. Fuente: Datos obtenidos por la CNA en la estación meteorológica Cancún (1991-2006).

En relación con los factores de riesgo hidrometeorológico, la zona donde se pretende llevar a cabo la implementación del proyecto se encuentra en la franja de paso de huracanes que se forman en la región del Atlántico. Lo anterior determina que exista un elevado riesgo a este tipo de fenómenos meteorológicos. De acuerdo a Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), la zona norte del estado de Quintana Roo se cataloga como de alto riesgo a la incidencia de ciclones (Fig. 4.10).



**Figura 4.10.-** Mapa de peligros por incidencia de ciclones. Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)

Los huracanes son frecuentes durante la última parte del verano y el comienzo del otoño (Agosto- Octubre e incluso Noviembre). Cuando se generan estas perturbaciones atmosféricas afectan a las costas de Quintana Roo. Los fuertes vientos, el oleaje generado por los mismos y las ondas de tormenta que elevan considerablemente el nivel del mar causan con regularidad efectos destructivos en los ecosistemas costeros.

Los vientos generados por estos fenómenos suelen alcanzar velocidades superiores a 120 nudos (222 km/h). En la tabla siguiente, se presentan algunas características importantes de los huracanes que se han presentado en la región en los últimos 25 años y que han ocasionado alguna afectación en la costa del Estado de Quintana Roo.

NOMBRE	CATEGORÍA	ESTADOS AFECTADOS	FECHA		VELOCIDAD MÁXIMA VIENTOS (KM/H)
			AÑO	MES	
Ernesto	H1	Sur de Quintana Roo	2012	Agosto	150
Rina	TT	Norte de Quintana Roo	2011	Octubre	120
Paula	H1	Norte de Quintana Roo	2010	Noviembre	160
Ida	H2	Norte de Quintana Roo	2009	Noviembre	160
Dean	H5	Península de Yucatán, Veracruz, Estado de México.	2007	Agosto	280
Emily	H4	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila.	2005	Julio	250
Stan	T1	Quintana Roo, Veracruz, Chiapas, Tabasco, Oaxaca	2005	Septiembre	75
Wilma	H4	Quintana Roo	2005	Octubre	275
Iván	H5	Quintana Roo, Yucatán	2004	Septiembre	270
Claudette	H1	Quintana Roo, Yucatán	2003	Julio	140
Isidore	H3	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco	2002	Septiembre	205
Chantal	TT	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco	2001	Agosto	115
Gordon	DT	Quintana Roo, Yucatán, Campeche	2000	Septiembre	55
Mitch	H5	Centroamérica, Península de Yucatán	1998	Noviembre	250
Roxanne	H3	Campeche, Quintana Roo, Tabasco	1995	Octubre	160
Opal	DT	Campeche, Quintana Roo, Tabasco	1995	Septiembre- Octubre	35
Gilberto	H5	Península de Yucatán, Tamaulipas, Monterrey.	1988	Septiembre	296

**Tabla 4.2.-** Lista de algunos de los huracanes que se han presentado en la región de la Península de Yucatán.



#### IV.2.2.1.3 Edafología

La descripción edafológica se elaboró con base en la carta edafológica escala 1 a 250,000 de INEGI, la cual indica la distribución geográfica de los suelos, clasificados de acuerdo con las descripciones de unidades FAO/UNESCO 1968, modificada por DETENAL en 1970. Así mismo, se tomaron en cuenta las descripciones incluidas en el Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo (INEGI, 2002).

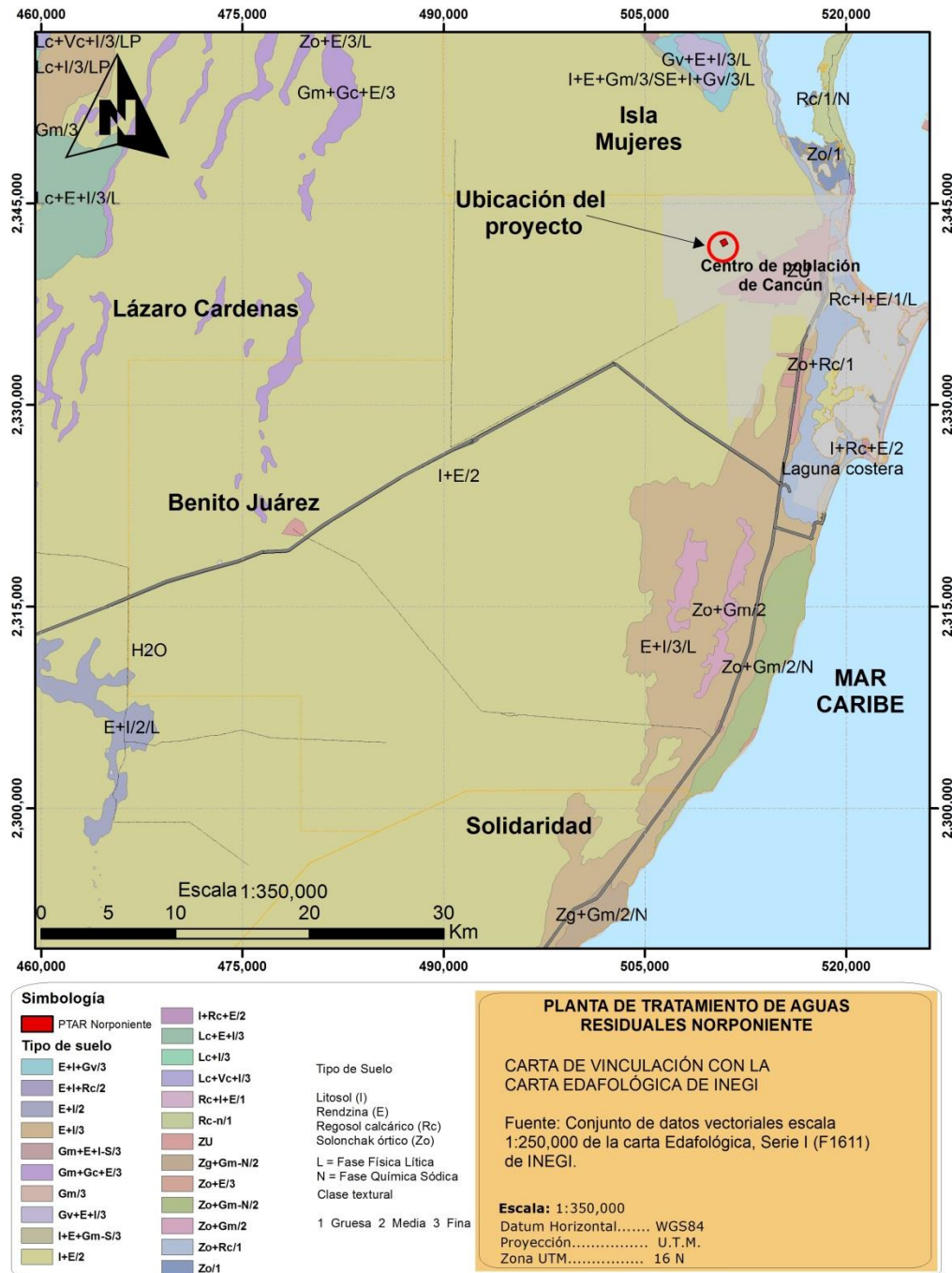
La Cuenca Quintana Roo presenta en general suelos poco profundos y en asociaciones de dos o más tipos, donde predominan los litosoles y las rendzinas. Desde el punto de vista edáfico la Cuenca se distingue por la predominancia de los suelos someros y pedregosos, de colores que van del rojo al negro, pasando por diversas tonalidades de café. Asimismo, estos suelos muestran, en común, un abundante contenido de fragmentos de roca de 10 y 15 cm de diámetro, tanto en la superficie como en el interior de su perfil, además de que regularmente se ve acompañada de grandes y repetidos afloramientos de la típica coraza calcárea yucateca. Es común hallarlos en pequeñas asociaciones de dos o más tipos de suelos, los que corresponden casi exactamente a la combinación de topoformas que configuran el relieve de cada lugar.

En la Subcuenca “a” están presentes los suelos Litosol, Rendzina, Regosol, Gleysol y Solonchak que se encuentran interactuando y formando mezclas con predominancia de alguno de ellos. El tipo Litosol con Rendzina de clase textural media (I+E/2) es el predominante, mientras que en la vecindad de la costa están presentes los tipos Rendzina con Litosol de clase textural fina y fase Lítica (E+I/3/L); Solonchak con Gleysol mólico de clase textural media (Zo+Gm/2); Solonchak con Regosol calcárico de clase textural gruesa (Zo+Rc/1), Litosol con Regosol calcárico y Rendzina de clase textural media (I+Rc+E/2) y Regosol calcárico con Litosol y Rendzina de clase textural gruesa y fase Lítica (Rc+I+E/1/L).

El Litosol, conocido como suelo de piedra, presenta profundidades menores de 10 cm, y está limitado por la presencia de rocas, tepetate o caliche endurecido, su fragilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable. Son suelos de color café claro a casi negro y por su textura y características presentan fuertes restricciones para su utilización con fines agrícolas, sin embargo, presentan buen drenaje, lo que favorece la infiltración de las aguas pluviales. Por su parte, las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos –por debajo de los 25 cm- reposando sobre el material calcáreo, con más de 40 % de carbonato de calcio, con un contenido de materia orgánica entre 6 y 15 % y capacidad de intercambio catiónico de 20 a 45 meq/100 g de suelo. Estos presentan fase física (lítica somera), pero no química y tienen buen drenaje. Son moderadamente susceptibles a la erosión.

En el sistema ambiental regional definido para el proyecto está dominado por suelo tipo Litosol con Rendzina de clase textura media (I+E/2) que abarca la porción oeste y prácticamente toda la zona urbanizada de Cancún –incluyendo el sitio de interés para el proyecto-, teniendo como

frontera la berma sobre la que se ubica mayormente la avenida Tulum y que corresponde a una antigua paleocosta. (Figura 4.11).



**Figura 4.11.-** Carta edafológica para el sistema ambiental regional definido para el sitio del proyecto, donde se aprecia que el tipo de suelo dominante es Litosol con Rendzina

#### IV.2.2.1.4 Geología y geomorfología

La descripción geológica se elaboró con base en la carta geológica escala 1 a 250,000 de INEGI, la cual muestra los diferentes tipos de roca que afloran en una zona y en ella se caracterizan las edades geológicas de las unidades cartografiadas, así como sus relaciones geológicas generales. Así mismo, se tomaron en cuenta las descripciones incluidas en el Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo (INEGI, 2002).

Las unidades litológicas superficiales en la Cuenca Quintana Roo están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario (Paleoceno) hasta el Cuaternario, aflorando las más antiguas en el suroeste y conforme se avanza rumbo al norte y este se van haciendo más jóvenes. La litología está formada principalmente por calizas, yesos, margas y dolomías, con predominancia de las calizas del Terciario (Figura 4.12).

La parte centro este y norte del litoral inició su desarrollo geomorfológico durante el Terciario Superior, con la formación de una planicie calcárea, modelada posteriormente por una intensa disolución, manifestadas por la presencia de rasgos como dolinas, acumulación de arcillas de descalcificación y los cenotes. Durante el Cuaternario esta planicie fue modificada por la formación de pantanos y lagunas, así como la acumulación de abundantes depósitos de litoral, litificación de depósitos eólicos y por la formación reciente de dunas arenosas.

La mayor parte de la Subcuenca “a” forma parte de la unidad Terciario Superior, Ts(cz), unidad en la que quedan comprendidas las rocas calcáreas de la formación Carrillo Puerto, asignada al Mioceno Superior-Plioceno, formada por calizas microcristalizadas y de diferentes texturas: biomicritina, biospática, ooespática, oolítica o biocalcarenita, de facies de plataforma somera y color café claro, amarillo, rojo y blanco. Su estratificación no es claramente observable, aunque aparentemente es de estratos medianos y gruesos, de echado casi horizontal; está constituida por una calcirrudita fosilífera de aproximadamente un metro de espesor que contiene abundantes fragmentos de corales, equinodermos, pelecípodos y gasterópodos, además de foraminíferos, entre ellos *Pyogo* sp., *Texturiella* aff., *T. augusta* y *Planulina* sp., algas como *Lithophyllum* sp., gasterópodos y corales, minerales como calcita diseminada, trazas de yeso y argonito; también se encuentran calizas compactas con *Peneroplidae* de género *Archaias*, considerado como fósil índice de esta formación y calizas arcillosas que al alterarse producen arcillas rojas lateríticas.

A lo largo de la costa se despliega la unidad Tpl(cz), del Plioceno, que parece corresponder a la parte superior de la formación Carrillo Puerto. La parte inferior de lo expuesto está formada por un cuerpo masivo coquinífero, poco compacto, cubierto por calizas laminares con estratificación cruzada que presenta dos buzamientos diferentes con ángulos distintos de inclinación. Estas calizas de texturas ooespáticas, bioespáticas y bioesparrudíticas, están formadas por fragmentos de conchas de pelecípodos y gasterópodos y por algunos restos de corales y esponjas.

La parte superior de esta unidad está conformada por calizas de textura ooespatita, bioespatita y biomicrita, dispuesta en capas delgadas y medianas de color blanco, con un echado horizontal. Contienen foraminíferos de los géneros *Archaias* sp. y *Globigerinoides* aff., *G. trilobus*, algas verdes, dacycladáceas del género *Halimeda*, gasterópodos de varias especies, pelecípodos, ostrácodos, hexacorales e icnofósiles. El ambiente de depósito es de plataforma de aguas poco profundas.

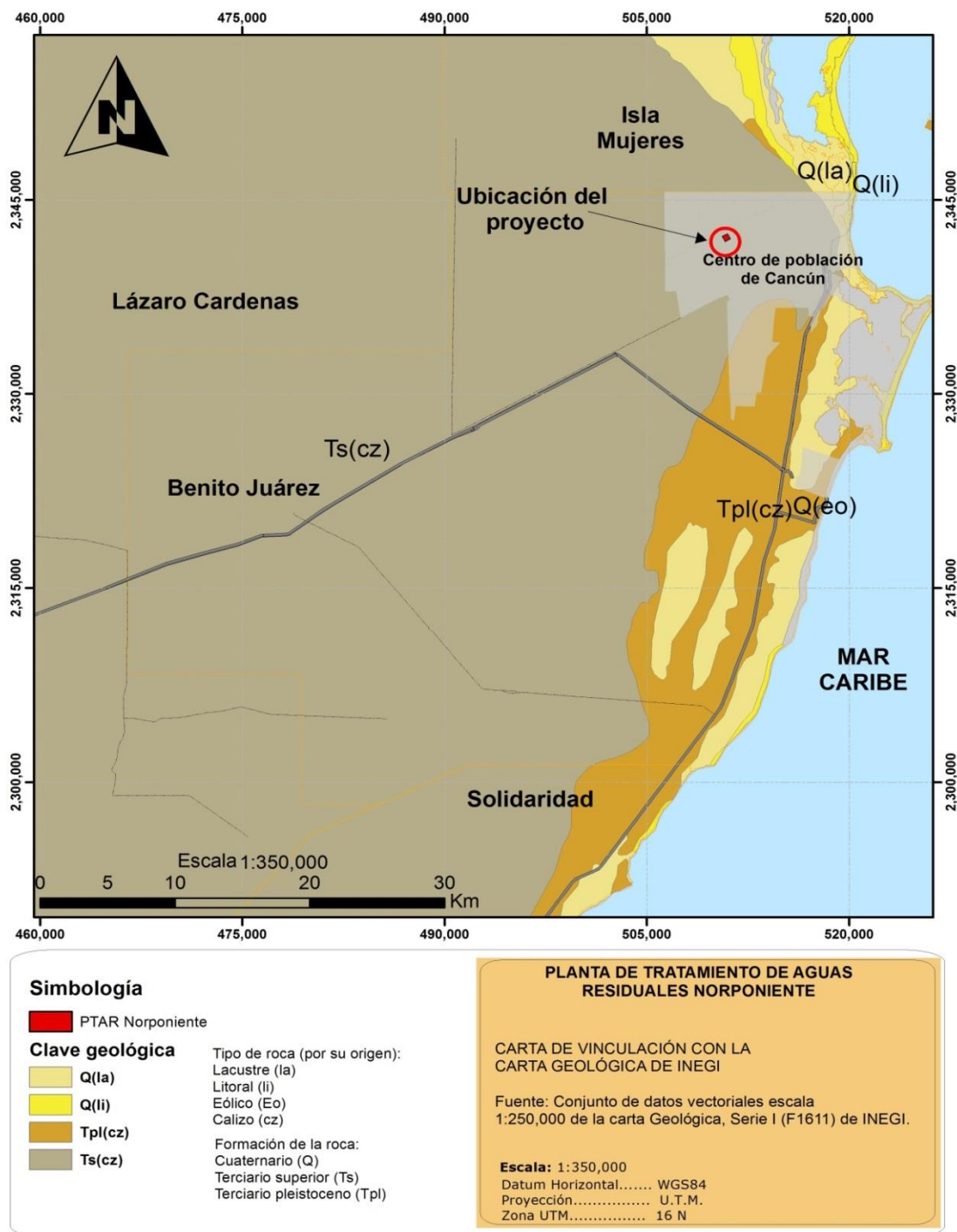
Las rocas del Cuaternario, Q(s), están representadas por calizas coquiníferas de ambiente litoral y eolianitas pleistocénicas, así como depósitos recientes sin consolidar; suelos de origen aluvial, lacustre y palustre que muchas veces sobreyacen discordantes a las rocas calcárea expuestas.

Los sedimentos Litoral Q(li), están representados por los depósitos litorales de arena fina a gruesa constituidas principalmente por fragmentos, espículas de equinodermos, moluscos, ostrácodos, briozoarios y esponjas, además de miembros de microforaminíferos bentónicos y planctónicos, en algunos sitios se tienen coquinas mal consolidadas del mismo ambiente. Estos sedimentos están bien clasificados y en algunos lugares tienen además acumulaciones de grava y bloques de corales así como restos completos de moluscos. Se encuentran formando una franja angosta y plana, ligeramente inclinada, asociada a las dunas o suavemente ondulada; cubren parcialmente a calizas del Terciario Superior o a las eolianíticas del Pleistoceno.

Los sedimentos Palustre Q(pa), están compuestos por lodos calcáreos y materia orgánica en descomposición de color oscuro y olor fétido, acumulada en la franja litoral; sustenta un manglar muy denso y está comunicado al mar por medio de canales.

Los sedimentos Lacustre Q(la), corresponden a una acumulación de material calcáreo arcilloso, limoso o arenoso en lagunas someras abiertas o restringidas, formadas en la zona litoral las primeras o en pequeñas cuendas endorreicas con inundación temporal. Se caracterizan por presentar islotes con abundante vegetación.

Los sedimentos Aluvial Q(al), están constituidos por el depósito de materiales finos, principalmente arcillas plásticas y escasas gravas, de color café oscuro y rojo que se encuentran en las partes más bajas de las depresiones; en ocasiones presentan inundación temporal.



**Figura 4.12.-** De acuerdo con la Carta Geológica Serie II de INEGI, la capa geológica que prevalece en la Subcuenca “a” forma parte de la unidad Terciario Superior Ts(cz), y sólo en la costa se observan formaciones del Pleistoceno y del Cuaternario, con sedimentos de origen eólico, litoral y lacustre.

#### IV.2.2.1.5 Hidrología superficial y subterránea

La información hidrológica superficial y subterránea se basa en la información contenida en las cartas hidrológica de aguas superficiales y aguas subterráneas de INEGI, escala 1 a 250,000. Así mismo, se tomaron en cuenta las descripciones incluidas en el Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo (INEGI, 2002).

En la Subcuenca “a” y por ende en el sistema ambiental del proyecto, no hay corrientes superficiales ni cuerpos de agua continentales de gran importancia. Sin embargo, en algunas áreas existen terrenos impermeables donde se forman llanuras de inundación, las cuales permanecen temporal o permanentemente inundadas, tal es el caso del sistema Lagunar Nichupté que es un sistema costero compuesto por siete cuerpos de agua (Laguna Bojórquez, Cuenca Norte, Cuenca Central, Cuenca Sur, Río Inglés, Laguna de Somosaya y Laguna Caleta) a los que se les da uso recreativo.

La sección poniente del sistema ambiental forma parte de la zona geohidrológica denominada Planicie Interior, en la cual las rocas son calizas de origen marino pertenecientes a la formación Felipe Carrillo Puerto de edad Mioceno Superior-Plioceno, así como rocas del Terciario Superior. Las calizas presentes manifiestan gran fracturamiento, alta disolución y permeabilidad, por lo que constituyen un buen acuífero.

El acuífero presenta dirección de flujo del agua subterránea hacia el Este, mientras que la profundidad del nivel estático va de 10 a 9 m; tiene un espesor medio de 19 m y un abatimiento medio en la época seca del año de -0.15 m. Se trata de un acuífero de tipo freático con marcada heterogeneidad respecto de sus características hidráulicas.

La sección oriental del sistema ambiental corresponde a la zona geohidrológica Costas bajas que presenta calizas del Terciario Superior y Cuaternario e incluye depósitos recientes sin consolidar tales como arenas de playa, arcillas, turba y calizas de moluscos. Esta zona se considera de alta permeabilidad en la que se manifiesta un espesor delgado de agua dulce sobre la salada, que al parecer en algunos puntos presenta intrusión salina.

Aquí se tiene un acuífero libre que se considera está en equilibrio respecto de su aprovechamiento; la dirección del flujo subterráneo es hacia la costa; la profundidad va de cinco a diez metros pero hay zonas en las que se localiza hasta a un metro de profundidad; su espesor medio es de 19 m.

La zona de explotación de agua subterránea 23-01 Cancún está prácticamente fuera del polígono definido para el sistema ambiental del proyecto. Esta constaba en 2002 de una batería de 75 pozos de los que se extraía agua para satisfacer las necesidades de agua potable y domésticas de Cancún e Isla Mujeres en un volumen estimado en 35 Mm<sup>3</sup>/año. Considerando que la capacidad de recarga del acuífero es del orden de 461 Mm<sup>3</sup>/año su condición se consideraba –y aún se considera- “subexplotado”.

La calidad del agua es dulce-tolerable con un total de sólidos disueltos entre 525 y 1,400 mg/l; la familia de agua predominante es la cálcica, sódica, magnésica-clorurada, bicarbonatada. Sin embargo, debido a que existe el riesgo de salinización, principalmente en la zona del litoral, la totalidad de la Subcuenca “a” que abarca el sistema ambiental, está incluida en la zona declarada por la CONAGUA con veda geohidrológica tipo II, es decir, que sólo se permiten extracciones para usos domésticos.

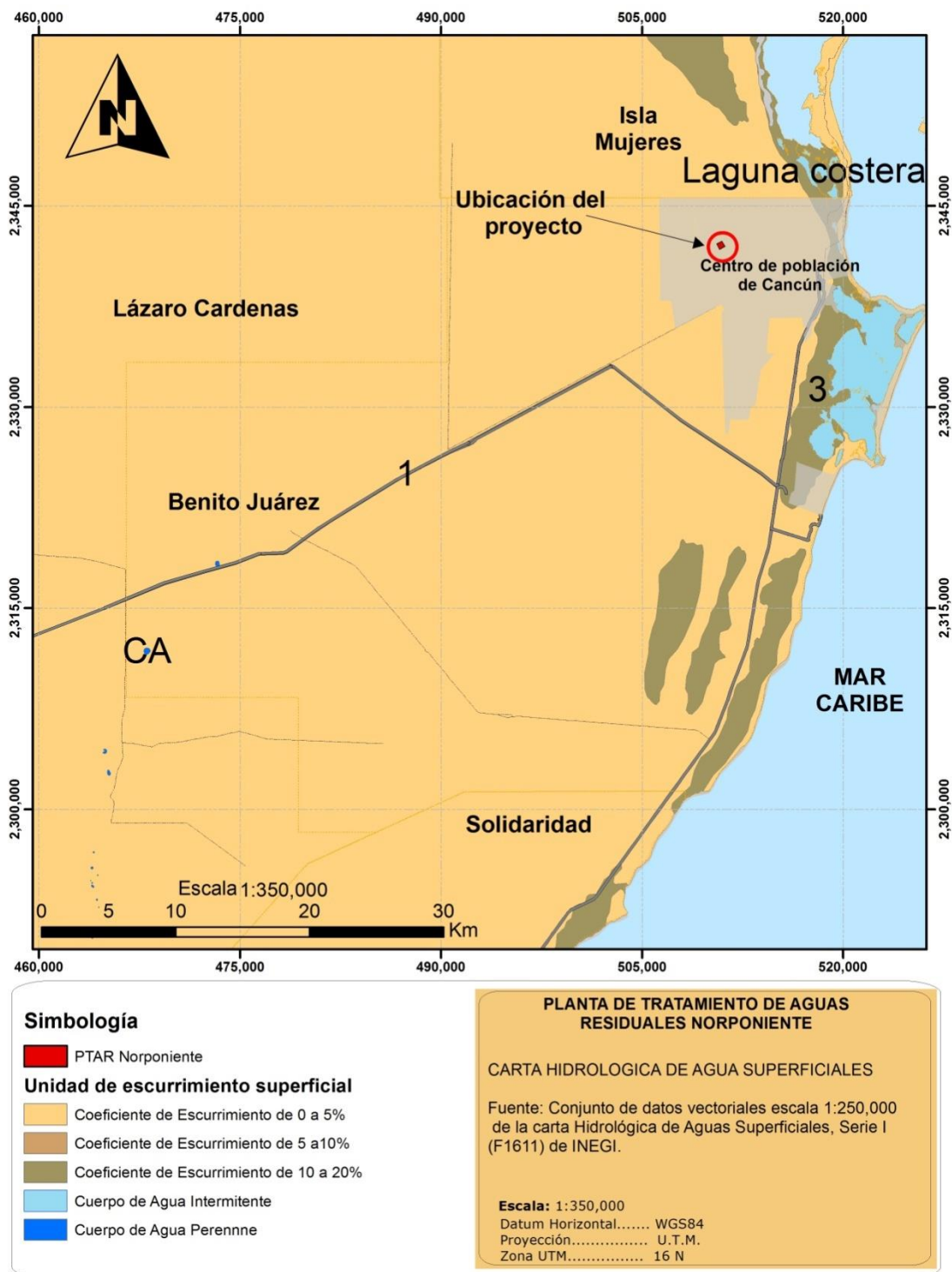


Figura 4.13.- Carta hidrológica para el sistema ambiental definido para el sitio del proyecto.



#### **IV.2.2.1.6 Aire**

Las condiciones naturales de típicas de los ecosistemas costeros de la península de Yucatán, con un relieve plano, con brisa marina constante, vientos dominantes estacionales que facilitan la dispersión de partículas y por consiguiente impiden su concentración determinan que la calidad del aire en este sistema ambiental sea satisfactorio.

Los impactos ambientales previstos por la remoción de la vegetación para este proyecto se refieren a la emisión de gases por la combustión de los hidrocarburos (diesel) que generan la maquinaria y los vehículos durante el desmonte, así como la emisión de polvos a la atmósfera derivados del movimiento de tierras. Este impacto se considera temporal, adverso e irreversible con medidas de prevención, de escasa magnitud e importancia; ya que se aplicarán los lineamientos establecidos en las normas ambientales aplicables y los polvos generados, no se dispersarán más allá de los límites del predio.

De acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones de México, en la entidad las emisiones originadas por fuentes fijas o móviles no son consideradas como significativas, puesto que no rebasaban los niveles permisibles de contaminación (INEGI, 2011). A lo anterior se debe considerar el hecho de que en la zona soplan vientos constantes del este y sureste que alcanzan velocidades de hasta 20 m/seg, fuerza suficiente para la dispersión de los contaminantes que se pudieran generar.

#### **IV.2.2.2 Medio biótico**

##### **IV.2.2.2.1 Vegetación**

De acuerdo con la Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie V de INEGI, el tipo de vegetación prevaleciente en la Cuenca Quintana Roo corresponde al ecosistema selva mediana subperennifolia, con diferentes estados de desarrollo –vegetación secundaria arbórea, arbustiva y en buen estado de conservación- cuya distribución se extiende más allá de sus límites, incluso más lejos de los límites del Estado de Quintana Roo, como se observa en la Figura siguiente. Sólo en la costa en la parte Norte de la Cuenca se aprecian otros tipos de vegetación entre los que se cuentan la selva baja subcaducifolia, manglar y vegetación de dunas costeras, entre otros.

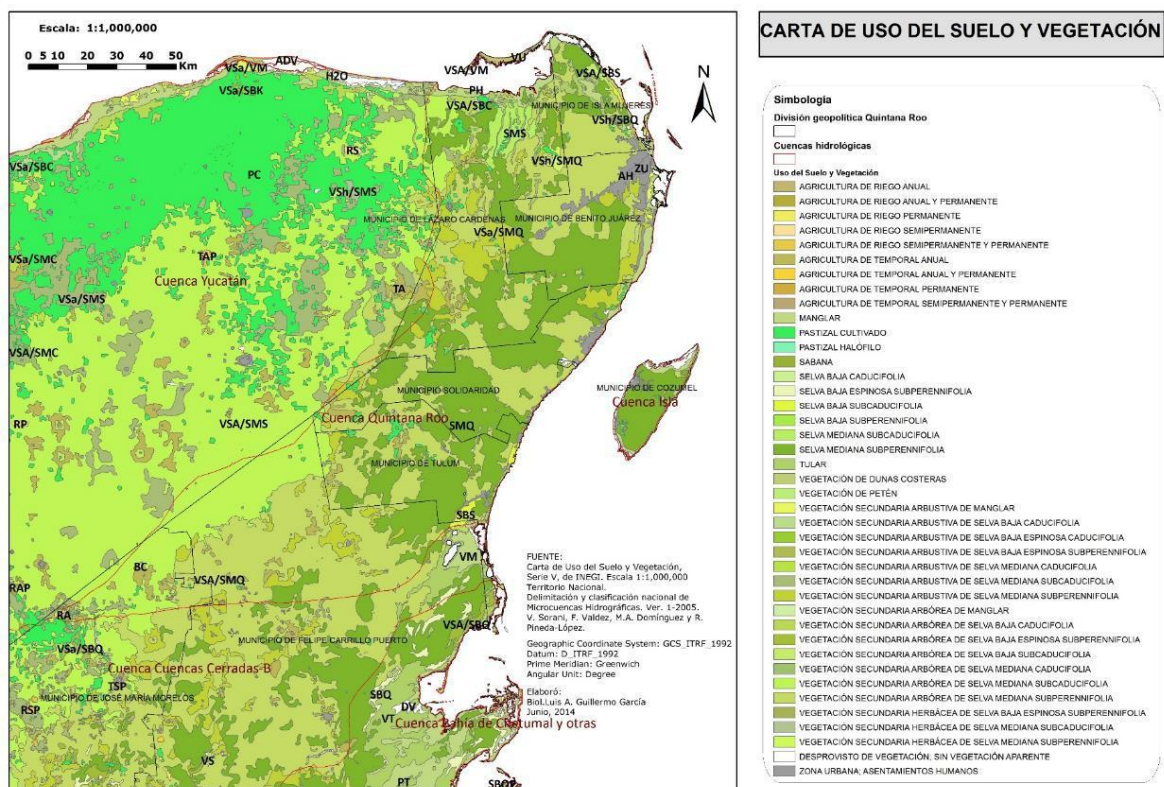


Figura 4.14.- Carta de uso de suelo y vegetación.

Con base en la Caracterización Ambiental del Municipio Benito Juárez (CAM, 2002), en la Subcuenca “a” Benito Juárez, existen tres ecosistemas o tipos forestales y ocho subtipos de vegetación (tabla 4.3) denominados según la clasificación establecida por Miranda (1958) y las descripciones de Olmsted y Durán (1990). Según este mismo estudio, el ecosistema selvático es el de mayor cobertura ya que ocupa el 88.86% de la superficie municipal, siendo el subtipo selva mediana subperennifolia el que tiene la mayor cobertura con el 81.92%.

Ecosistema	Subtipo de vegetación
Selva	Selva mediana subperennifolia
	Selva baja subcaducifolia
	Selva baja inundable
Humedal	Pantano de zacates
	Manglar chapararro
	Manglar mixto
Halófitas costeras	Manglar de franja o de borde
	Vegetación halófila costera

Tabla 4.3.- Ecosistemas y tipos de vegetación en la Subcuenca “a” de acuerdo con la Caracterización Ambiental del Municipio Benito Juárez (CAM, 2002).

De acuerdo con la caracterización ambiental elaborada para la unidad de gestión ambiental 21 – que corresponde al sistema ambiental definido para el proyecto- en el programa de ordenamiento ecológico local del Municipio Benito Juárez, las condiciones del uso del suelo son las que se ilustran enseguida. El predio de interés se incluye en el área de asentamiento humano, pues a la escala de trabajo de la caracterización ésta es la condición que domina.

Clave	Condición de la vegetación y uso del suelo	Hectáreas	Porcentaje
ZU	Zona urbana	10,622.07	30.40
VS2	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana en recuperación	9,666.56	27.67
VSa	Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	5,241.10	15.00
VSA	Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia en buen estado	2,647.59	7.58
SV	Sin vegetación aparente	2,302.20	6.59
AH	Asentamiento humano	2,108.27	6.03
Ma	Manglar	1,023.16	2.93
SBS	Selva baja subcaducifolia	693.00	1.98
GR	Mangle chaparro y graminoides	363.84	1.04
CA	Cuerpo de agua	156.52	0.45
TU	Tular	76.68	0.22
MT	Matorral costero	36.18	0.10
TOTAL		34,937.17	100.00

**Tabla 4.4.-** Condiciones de la vegetación y uso de suelo en la UGA 21 de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez.

#### Descripción de los principales tipos de vegetación en el sistema ambiental.

- Selva Mediana Subperennifolia.** En la selva mediana subperennifolia del norte de Quintana Roo predominan los rodales con vegetación secundaria arbustiva, en menor proporción se presentan parches con dominancia arbórea. Esta vegetación presenta una amplia distribución formando extensos macizos con distintos estados de desarrollo y conservación que colindan con los otros tipos de vegetación. En el sotobosque de esta comunidad son comunes las especies de palmas, trepadoras y epifitas. Este tipo de vegetación ha sido severamente afectado y de manera recurrente por huracanes, incendios forestales y actividades antropogénicas.

Según Miranda y Hernández X. (1963); en la selva mediana subperennifolia madura entre el 25 % y el 50 % de los árboles dominantes pierden sus hojas durante la época de sequía. Según la clasificación de alturas de INEGI, la selva mediana presenta una altura de más de 15 m y menor que 30 m. En este tipo de selva se distinguen tres estratos arbóreos de 4 a 12 m, de 12 a 20 m y de 22 a 25 m de altura total. En condiciones de una vegetación madura, entre las

especies dominantes del dosel destacan el chicozapote (*Manilkara zapota*), ramón (*Brosimum alicastrum*), huaya (*Talisia olivaeformis*), zapotillo (*Pouteria reticulata*) y yaité (*Gymnanthes lucida*). Mientras que entre las especies más abundantes en la vegetación secundaria, destacan el chaca (*Bursera simaruba*), chechén (*Metopium brownei*), tsalan (*Lysiloma latisiliquum*) y sacchaca (*Dendropanax arboreus*). En el sotobosque son comunes las palmas xiat (*Chamaedorea seifrizii*), chit (*Thrinax radiata*) y huano (*Sabal japa*).

- **Vegetación Secundaria de Selva.** Algunos autores como Flores y Espejel (1994), coinciden en señalar que la vegetación primaria o agrupaciones óptimas que fueron descritas para la región a mediados del siglo XX han desaparecido (Miranda, 1958). De tal manera que su lugar ha sido tomado por la vegetación con desarrollo secundario. Por lo tanto, dentro del sistema ambiental se distribuyen extensas zonas en donde la vegetación natural de selva (en su nivel más alto), ha sido reemplazada por áreas de vegetación alterada y en distintos grados de recuperación, la cual en la gran mayoría de los casos alcanza alturas entre los 2 y 10 m y en donde sobresalen especies arbóreas solitarias o en conjuntos más diversos de dimensiones de escasas a regulares. La composición florística es semejante a la de una vegetación conservada de selva mediana, solamente que la estructura horizontal y vertical se encuentra completamente modificada.

Las causas que han afectado a la vegetación son variadas y pueden ser atribuidas a fenómenos naturales como son: el impacto de huracanes y la presencia de incendios. Además de las acciones de uso del suelo con fines agropecuarios como son las acciones de desmote bajo el sistema tradicional de Rosa-Tumba-Quema una práctica milenaria en la región, el aprovechamiento furtivo de la madera, el cual se realiza sin ninguna tecnificación, a no ser el empleo de la motosierra para la tumba de los árboles y para su aserrío. Así como el propio desarrollo urbano.

Dentro de esta zonas en mayor abundancia dominan individuos de tallas bajas como: *Bursera simaruba* (chaka roja), *Drypetes lateriflora* (kekenche), *Guettarda combsii* (tastab), *Lysiloma latisiliquum* (tzalam), *Nectandra coriacea* (laurelillo), *Piscidia piscipula* (habin), *Sabal yapa* (huano), entre otras. Estas especies alcanzan alturas entre los 4 y 12 m.

- Los arbustos que integran una inmensa mayoría de los elementos de esta vegetación, se intercalan entre las especies de árboles y le dan a la comunidad un carácter de impenetrable y una alta densidad de individuos. Estas especies alcanzan las alturas referidas (de 4 a 10 m),. Algunas especies de este estrato son; *Ardisia escallonioides* (Plomoche), *Casearia corymbosa* (isinche), *Cupania glabra* (palo chachalaca), *Hampea trilobata* (mahahua), *Malvaviscus arboreus* (tulipancillo), *Psychotria nervosa*, *Pithecellobium stevensonii* (cacaoche), entre otras.

Además se debe considerar que dentro de toda esta zona se distribuyen especies estrictamente secundarias dentro de las cuales sobresalen: el helecho *Pteridium aquilinum* el cual alcanza una cobertura de 100 % en terreno incendiados; *Viguiera dentata* (tajonal) y

*Trema micrantha* (pixoy) propias de orillas de caminos y terrenos abandonados; *Acacia collinsii* (cornezuelo), *Acacia gaumeri* (katzim), *Carica papaya* (papaya cimarrona), *Cecropia peltata* (guarumbo), *Colubrina greggii* (pixoy), *Hamelia patens* (xcanan), todas ellas ampliamente distribuidas en acahuales jóvenes; *Guazuma ulmifolia* (guazima), propia de potreros.

- **Sin Vegetación Aparente.-** Las zonas urbanas y los asentamientos humanos generan las alteraciones más severas a los ecosistemas naturales, así como alto riesgo de contaminación del acuífero y de los cuerpos de agua. También se observan extensos cuerpos de agua y otras áreas sin vegetación aparente como los caminos y carreteras, los bancos de materiales pétreos, entre otras áreas desmontadas de menor extensión.

#### IV.2.2.2 Condiciones de la vegetación en el área de influencia.

Las condiciones ambientales predominantes en el área de influencia de este proyecto, corresponde con las características de las zonas urbanas donde por el patrón de crecimiento de la mancha urbana se dejan parches de vegetación secundaria arbustiva derivada de una selva mediana subperennifolia. En el área de influencia directa de este proyecto predomina la zona urbana y la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subperennifolia que en conjunto suman el 73% del área de influencia.

En el área de influencia de este proyecto se identifican áreas sin vegetación aparente que representan fragmentos que permanecen actualmente sin cobertura vegetal que están ocupadas por los asentamientos humanos, vialidades y los caminos de terracería, corresponde a un ecosistema fragmentado y en continua modificación.

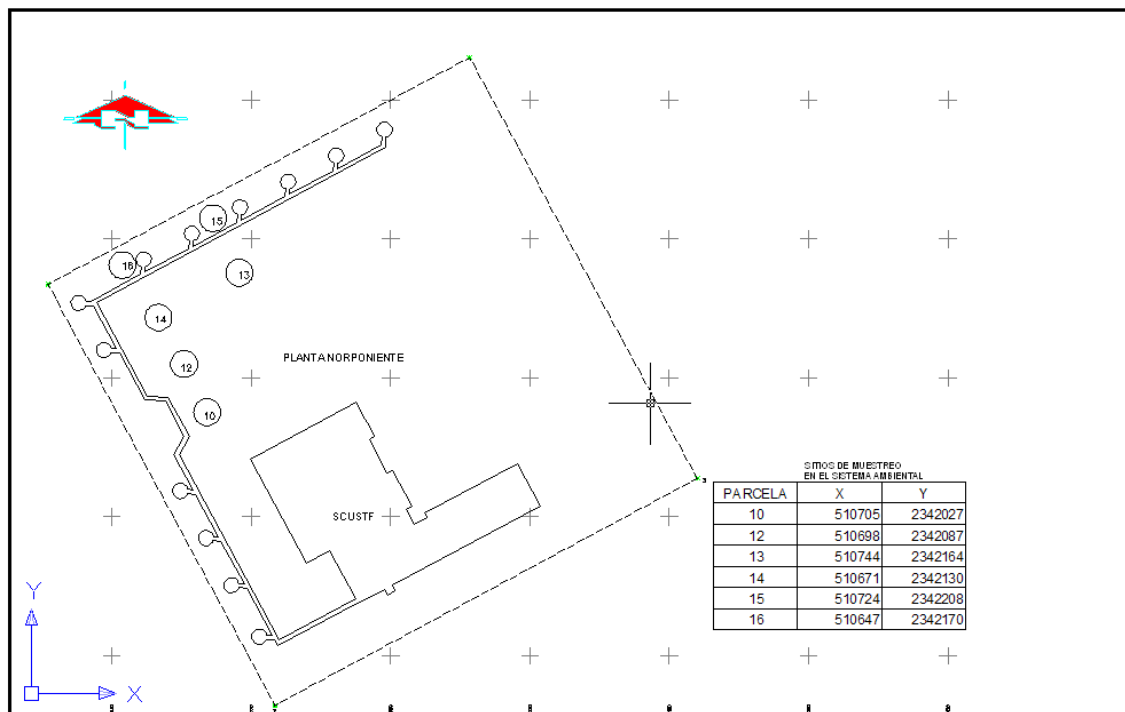
Para obtener datos cuantitativos sobre la vegetación en el sistema ambiental que permitan comparar los valores y características de la vegetación con las el área sujeta a cambio de uso de suelo; se realizaron estimaciones de la flora mediante 6 sitios de muestreo dentro del sistema ambiental en donde se desarrolla la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, lo anterior con la intención de obtener valores de densidad relativa, frecuencia relativa, dominancia relativa, el valor de importancia y Índice de Shannon-Wiener (riqueza de especies y la distribución de los individuos entre las especies) del sistema ambiental, todo lo anterior para compararlos con los valores obtenidos en el área sujeta a cambio de uso de suelo.

Al igual que en la caracterización del predio, Las unidades de muestreo consistieron en sitios circulares con subunidades concéntricos de diferentes dimensiones. Tomando en cuenta las características de la vegetación existente en el predio en donde se desarrollan e interactúan arboles jóvenes, delgados, arbustos y plantas herbáceas, el tamaño de cada unidad de muestreo consistió en un unidad de 500 m<sup>2</sup>, con subunidades concéntricos de 100 m<sup>2</sup> y 5 m<sup>2</sup>, la forma del muestreo fue iniciando dirección norte y siguiendo el sentido de las manecillas del reloj. Los 6 sitios de muestreo de 500 m<sup>2</sup> que se establecieron para medir la riqueza del sistema ambiental se

realizaron fuera del área de afectación y se presentan en el siguiente cuadro, donde se expresan sus coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo dentro del sistema ambiental.

Núm. Sitio	Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)	
	X	Y
10	510705	2342027
12	510698	2342087
13	510744	2342164
14	510671	2342130
15	510724	2342208
16	510647	2342170

**Tabla 4.5.-** Coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo en el Sistema Ambiental. Datum WGS-84 México



**Figura 4.15.-** Distribución espacial de los sitios de muestreo para la diversidad de flora en el sistema ambiental.

La distribución de la flora en el sistema ambiental responde a un patrón determinado, en primera instancia desde luego, por las comunidades vegetales que le dan sustento y por las variables climáticas de la región.

El listado florístico del sistema ambiental se obtuvo de los recorridos realizados en las distintas partes del sistema ambiental a través de caminatas para identificar las especies de flora y de los sitios de muestreo realizados dentro del mismo, en donde se identificó un elevado número de especies vegetales, y por lo consiguiente una buena riqueza florística, las cuales se pueden observar en el siguiente cuadro.

En total se identificaron 125 especies de vegetación de selva, de las cuales 76 especies son árboles, 18 especies son arbustivas, 21 son herbáceas y 11 especie rastreras y trepadoras. Estas especies se encuentran agrupadas en 54 familias, de la cual la Fabaceae es la más abundante con 15 especies identificadas.

NO.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	PROTECCION	FORMA DE VIDA			
					AR	AA	HE	RT
1	Amaranthaceae	<i>Amaranthus spinosus</i>	Kixtee				X	
2	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem		X			
3	Annonaceae	<i>Mosannona depressa</i>	Boox elemuy		X			
4	Apocynaceae	<i>Cascabela gaumeri</i>	Akits		X			
5	Araceae	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	X-boobtun				X	
6	Araceae	<i>Syngonium podophyllum</i>						X
7	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Sak chakaj		X			
8	Arecaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Xiat				X	
9	Arecaceae	<i>Sabal japa</i>	Guano			X		
10	Asteraceae	<i>Critonia daleoides</i>	Euda			X		
11	Asteraceae	<i>Pluchea odorata</i>	Santa María			X		
12	Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Tajonal				X	
13	Bignoniaceae	<i>Arrabidaea floribunda</i>	Anik ak'					X
14	Bignoniaceae	<i>Cydista potosina</i>	X-k'an lol					X
15	Bignoniaceae	<i>Stizophyllum riparium</i>	K'an ak'					X
16	Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Siricote		X			
17	Boraginaceae	<i>Cordia gerascanthus</i>	Bojon		X			
18	Bromeliaceae	<i>Aechmea bracteata</i>	X-cinta ku'uk				X	
19	Bromeliaceae	<i>Bromelia alsodes</i>	Bromelia				X	
20	Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Ts'albay				X	
21	Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chakaj		X			
22	Burseraceae	<i>Protium copal</i>	Copal		X			
23	Canellaceae	<i>Canela winterana</i>			X			
24	Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Put ch'iich			X		

25	Celastraceae	<i>Hippocratea sp</i>	Hoja dura		X		
26	Clusiaceae	<i>Clusia flava</i>	Chunup		X		
27	Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>				X	
28	Compositae	<i>Eupatorium daleoides</i>	Euda			X	
29	Convolvulaceae	<i>Hipomoea hederifolia</i>					X
30	Cypereceae	<i>Cyperus sp</i>				X	
31	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea sp</i>					X
32	Ebenaceae	<i>Diospyros cuneata</i>	Siliil		X		
33	Ebenaceae	<i>Diospyros verae-crucis</i>	Dive		X		
34	Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Chay			X	
35	Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus chayamansa</i>				X	
36	Euphorbiaceae	<i>Croton niveus</i>	Palo santo o Croton		X		
37	Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes lucida</i>	Yayté		X		
38	Euphorbiaceae	<i>Jatropha gaumeri</i>	Pomol ché		X		
39	Euphorbiaceae	<i>Ricinus comunis</i>	Higuerilla			X	
40	Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Subin		X		
41	Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca		X		
42	Fabaceae	<i>Bauhinia jenningsii</i>	Lengua de vaca		X		
43	Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitinché		X		
44	Fabaceae	<i>Caesalpinia yucatanensis</i>	Taakinche		X		
45	Fabaceae	<i>Diphysa yucatanesis</i>	Ts'u'ts'uk		X		
46	Fabaceae	<i>Erythrina standleyana</i>	Chakmoolche		X		
47	Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Sak yaab		X		
48	Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Waxim		X		
49	Fabaceae	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	K'anasin		X		
50	Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam		X		
51	Fabaceae	<i>Piscidia piscipula</i>	Ja'abin		X		
52	Fabaceae	<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo		X		
53	Fabaceae	<i>Swartzia cubensis</i>	K'atal oox		X		
54	Fabaceae	<i>Zygia stevensonii</i>	Cacaoche			X	
55	Icacinaceae	<i>Ottoschultzia pallida</i>	Uvasché		X		
56	Lamiaceae	<i>Calicarpa acuminata</i>	Xpukim			X	
57	Lamiaceae	<i>Vitex gaumeri</i>	Ya'axnik		X		
58	Lauraceae	<i>Nectandra coriacea</i>	Joochok ché o neco		X		
59	Malpighiaceae	<i>Byrsonima bucidaefolia</i>	Sak paj		X		
60	Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i>	Wayakté		X		
61	Malvaceae	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Pochote		X		
62	Malvaceae	<i>Hampea trilobata</i>	Jool		X		
63	Malvaceae	<i>Malvaiscus arboreus</i>	Tulipán de monte			X	



64	Meliaceae	<i>Trichilia glabra</i>	Chobenche		X		
65	Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón		X		
66	Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Alamo		X		
67	Moraceae	<i>Ficus maxima</i>	Akum		X		
68	Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i>	Sak' awaj		X		
69	Moraceae	<i>Ficus pertusa</i>	Ju'um ch'iich'		X		
70	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Mora		X		
71	Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulin		X		
72	Myrtaceae	<i>Calyptanthes pallens</i>	Chaknii		X		
73	Myrtaceae	<i>Eugenia axillaris</i>			X		
74	Nyctaginaceae	<i>Neea psychotrioides</i>	Tatsi		X		
75	Orchidaceae	<i>Brassavola grandiflora</i>				X	
76	Orchidaceae	<i>Myrmecophila tibicinis</i>	X-k'unbemba				X
77	Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Oquidea				X
78	Palmae	<i>Thrinax radiata</i>	Chiit	A		X	
79	Passifloraceae	<i>Passiflora sp.</i>					
80	Poaceae	<i>Anthephora hermaphrodita</i>					X
81	Poaceae	<i>Aristida adscensionis</i>					X
82	Poaceae	<i>Aristida ternipes</i>					X
83	Poaceae	<i>Cenchrus brownii</i>					X
84	Poaceae	<i>Digitaria ciliaris</i>					X
85	POACEAE	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	Kanchin				X X
86	Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Siit				X
87	Polygonaceae	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	X-tojyub o Coac		X		
88	Polygonaceae	<i>Coccoloba diversifolia</i>	Uvero o sakbob		X		
89	Polygonaceae	<i>Coccoloba spicata</i>	Boob		X		
90	Polygonaceae	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Ts'i'ts'ilché		X		
91	Portulacaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Verdolaga				X X
92	Primulaceae	<i>Parathesis cubana</i>	Pico de paloma		X		
93	Putranjivaceae	<i>Drypetes lateriflora</i>	Ekulub		X		
94	Rubiaceae	<i>Alseis yucatanensis</i>	Alseis		X		
95	Rubiaceae	<i>Guettarda elliptica</i>	Tasta'ab		X		
96	Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	Xkanan			X	
97	Rubiaceae	<i>Psychotria nervosa</i>	X-k'anan o Café			X	
98	Rubiaceae	<i>Psychotria pubescens</i>	X-yax k'anan			X	
99	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Randia			X	
100	Rutaceae	<i>Casimiroa tetramera</i>	Yuy		X		
101	Rutaceae	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Naranja ché		X		
102	Rutaceae	<i>Pilocarpus racemosus</i>	Tamkasché		X		

103	Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	Sinanche		X		
104	Salicaceae	<i>Casearia corymbosa</i>	Xi'imché		X		
105	Salicaceae	<i>Laetia thamnina</i>	Ch'aw ché		X		
106	Salicaceae	<i>Samyda yucatanensis</i>	Puuts' mukuy		X		
107	Salicaceae	<i>Zuelania guidonia</i>	X-ta'amay		X		
108	Sapindaceae	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	P'aak ak'				X
109	Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Cude		X		
110	Sapindaceae	<i>Exothea diphylla</i>	Wayam kox		X		
111	Sapindaceae	<i>Talisia olivaeformis</i>	Guaya		X		
112	Sapindaceae	<i>Thouinia paucidentata</i>	K'anchunuup		X		
113	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Chikee		X		
114	Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	Chicozapote		X		
115	Sapotaceae	<i>Pouteria reticulata</i>	Zapotillo		X		
116	Sapotaceae	<i>Pouteria campechiana</i>	K'anisté		X		
117	Sapotaceae	<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Caracolillo		X		
118	Sapotaceae	<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Chak yá		X		
119	Simaroubaceae	<i>Simarouba glauca</i>	Pa'sak' o negrito		X		
120	Smilacaceae	<i>Smilax mollis</i>	Ts'ay keej				X
121	Solanaceae	<i>Solanum sp</i>					X
122	Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i>	Sak pixoy			X	
123	Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumbo		X		
124	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Oregano xiw			X	
125	Vitaceae	<i>Cissus gossypiifolia</i>	Ta'ab kanil				X

A = Amenazada; AR = Arboles; AA = Arborescentes y arbustivas; HE = Herbáceas; RT = Rastreras y trepadoras.

**Tabla 4.6.-** Riqueza florística registrada en el Sistema Ambiental y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.

#### IV.2.2.2.3 Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el Sistema Ambiental (VIR).

En la tabla 4.7, se presentan los valores de importancia relativa (VIR) de las especies del estrato herbáceo que corresponde a individuos que presentaron diámetros menores a 3 cm, registradas en las unidades de muestreo de 5 m<sup>2</sup>. En total, en las 6 unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registró 15 especies que corresponden al estrato de regeneración.

Nombre científico	Nombre común	D	DR	F	FR	VIR
<i>Alseis yucatanensis</i>	ALSEIS	1	3.22580645	1	3.7037037	6.9
<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	5	16.1290323	4	14.8148148	30.9
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	2	6.4516129	2	7.40740741	13.8

<i>Cnidocolus multilobus</i>	CHAYA DE MONTE	1	3.22580645	1	3.7037037	6.9
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	5	16.1290323	4	14.8148148	30.9
<i>Protium copal</i>	COPAL	1	3.22580645	1	3.7037037	6.9
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	1	3.22580645	1	3.7037037	6.9
<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	1	3.22580645	1	3.7037037	6.9
<i>Brosimum alicastrum</i>	RAMON	1	3.22580645	1	3.7037037	6.9
<i>Coccoloba diversiflora</i>	SAKBOB	1	3.22580645	1	3.7037037	6.9
<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	1	3.22580645	1	3.7037037	6.9
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	4	12.9032258	3	11.1111111	24.0
<i>Ottoschulzia pallida</i>	UVASCHE	2	6.4516129	2	7.40740741	13.8
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	1	3.22580645	1	3.7037037	6.9
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	4	12.9032258	3	11.1111111	24.0
		31	100	27	100	200

**Tabla 4.7.-** Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo de individuos con un DN menor de 3 cm.

En la tabla 4.8, se presentan los valores de importancia relativa (VIR) de las especies del grupo diamétrico II (estrato arbustivo) que corresponde a individuos que presentaron diámetros de 3 a 9.9 cm de diámetro, registradas en las unidades de muestreo de 100m<sup>2</sup>. En total, en las 6 unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registró 28 especies.

De acuerdo con los datos obtenidos, la especie con el valor de importancia relativa más alta es la majahua (*Hampea tilobata*) seguido del yaaxnic (*Vitex gaumeri*) respecto al total del VIR.

Nombre científico	Nombre común	D	DR	F	FR	DM	DMR	VIR
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	4	3.478	1	2.041	0.010	4.075	9.6
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	1	0.870	1	2.041	0.004	1.823	4.7
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	3	2.609	2	4.082	0.008	3.128	9.8
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	9	7.826	4	8.163	0.023	9.353	25.3
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	5	4.348	4	8.163	0.009	3.611	16.1
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	CHIKE	1	0.870	1	2.041	0.001	0.572	3.4
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	1	0.870	1	2.041	0.005	2.074	4.9
<i>Protium copal</i>	COPAL	2	1.739	1	2.041	0.006	2.366	6.1
<i>Cupania dentata</i>	CUDE	1	0.870	1	2.041	0.003	1.369	4.2
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	1	0.870	1	2.041	0.001	0.353	3.2
<i>Eupatorium daleoides</i>	EUDA	1	0.870	1	2.041	0.001	0.519	3.4
<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	2	1.739	1	2.041	0.002	0.772	4.5
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	9	7.826	2	4.082	0.021	8.563	20.4
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	7	6.087	4	8.163	0.017	7.072	21.3
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	5	4.348	2	4.082	0.017	7.211	15.6
<i>Zygia stevensonii</i>	KAKAOHE	1	0.870	1	2.041	0.002	0.686	3.5

<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITINCHE	4	3.478	2	4.082	0.010	4.315	11.8
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	16	13.913	4	8.163	0.019	7.711	29.7
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	13	11.304	2	4.082	0.020	8.185	23.5
<i>Coccoloba diversifolia</i>	SAKBOB	1	0.870	1	2.041	0.001	0.397	3.3
<i>Diospyros cuneata</i>	SILIL	3	2.609	1	2.041	0.006	2.604	7.2
<i>Cordia dodecandra</i>	SIRICOTE	1	0.870	1	2.041	0.002	0.843	3.7
<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	6	5.217	2	4.082	0.008	3.347	12.6
<i>Gymnopodium floribundum</i>	TSITSILCHE	3	2.609	1	2.041	0.007	2.884	7.5
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	1	0.870	1	2.041	0.001	0.292	3.2
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	1	0.870	1	2.041	0.004	1.499	4.4
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	10	8.696	3	6.122	0.031	12.916	27.7
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	3	2.609	2	4.082	0.004	1.463	8.1
		115	100.000	49	100.000	0.24	100.000	300

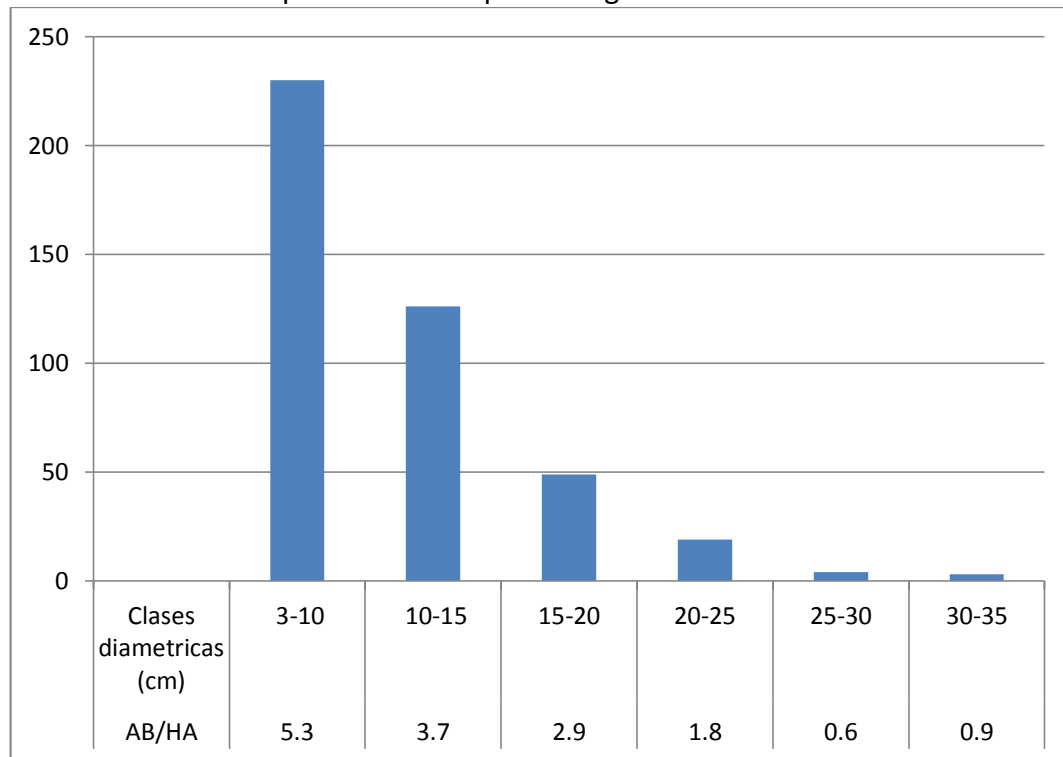
**Tabla 4.8.-** Valor de Importancia Relativa (VIR) de especies de Estrato arbustivo (DN desde 3 hasta 9.9 cm).

En tabla 4.9, se presenta el valor de importancia relativa del grupo diamétrico III (estrato arbóreo) que corresponde a individuos que presentaron diámetros mayores a 10cm de diámetro. En total, en las 6 unidades de muestreo para obtener los valores del sistema ambiental se registró la presencia de 17 especies arbóreas, se puede observar que las especies, *Ficus obtusifolia*, *Lysiloma latisiliquum* y *Vitex gaumeri* obtuvieron los valores más altos de VIR. Todas ellas características de selva mediana subperennifolia.

Nombre científico	Nombre común	D	DR	F	FR	DM	DMR	VIR
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	20	10.20	5	10.20	0.33	8.90	29.3
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	10	5.10	4	8.16	0.15	3.88	17.1
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	9	4.59	4	8.16	0.10	2.54	15.3
<i>Protium copal</i>	COPAL	3	1.53	2	4.08	0.04	1.05	6.6
<i>Diphysa yucatanensis</i>	DZUDZUK	1	0.51	1	2.04	0.01	0.23	2.7
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	59	30.10	6	12.24	1.06	28.24	70.5
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	13	6.63	4	8.16	0.15	3.92	18.7
<i>Sabal yapa</i>	GUANO	1	0.51	1	2.04	0.03	0.68	3.2
<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	21	10.71	3	6.12	0.40	10.62	27.4
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	1	0.51	1	2.04	0.01	0.25	2.8
<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	5	2.55	3	6.12	0.09	2.45	11.1
<i>Ottoschultzia pallida</i>	OTPA	1	0.51	1	2.04	0.03	0.86	3.4
<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	3	1.53	1	2.04	0.03	0.82	4.4
<i>Gliricidia sepium</i>	SAKYAB	4	2.04	2	4.08	0.11	2.82	8.9
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	18	9.18	3	6.12	0.63	16.80	32.1
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	22	11.22	5	10.20	0.36	9.49	30.9
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	5	2.55	3	6.12	0.25	6.54	15.2
		196	100.0	49	100.00	3.76	100	300

**Tabla 4.9.- Valor de Importancia Relativa (VIR) de las especies del Estrato arbóreo (DN mayor de 10cm).**

A continuación se presenta la distribución del área basal de acuerdo a los diferentes grupos diamétricos identificados. Como se observa en la siguiente gráfica, el estrato arbustivo concentra la mayor parte del área basal y esta disminuye conforme se incrementa las clases diamétricas. Lo anterior nos señala que se trata de una vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia conformada por árboles de porte delgado.



**Figura 4.16.-** Distribución del área basal por hectárea de acuerdo a los diferentes grupos diamétricos

#### **IV.2.2.2.4 Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística por estrato en el Sistema Ambiental.**

En las siguientes tablas, se presentan los valores de diversidad de especies (Índice de Shannon-Wiener) por grupos diamétricos en los tres estratos encontrados en el sistema ambiental de las especies registradas en las unidades de muestreo que se registraron en el sistema ambiental. La equitatividad (E) puede entenderse como que: tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies.

Los resultados obtenidos para los tres estratos son muy similares, siendo el estrato arbustivo el que obtuvo el valor H más alto (3) que resulta un valor medio en cuanto a riqueza de especies.

Nombre científico	Nombre común	D-MUESTREO	pi	-(pi)(log2pi)	(LNpi)
<i>Alseis yucatanensis</i>	ALSEIS	1	0.03225806	0.11077378	-3.4339872
<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	5	0.16129032	0.29428214	-1.82454929
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	2	0.06451613	0.17682839	-2.74084002
<i>Cnidocolus multilobus</i>	CHAYA DE MONTE	1	0.03225806	0.11077378	-3.4339872
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	5	0.16129032	0.29428214	-1.82454929
<i>Protium copal</i>	COPAL	1	0.03225806	0.11077378	-3.4339872
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	1	0.03225806	0.11077378	-3.4339872
<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	1	0.03225806	0.11077378	-3.4339872
<i>Brosimum alicastrum</i>	RAMON	1	0.03225806	0.11077378	-3.4339872
<i>Coccoloba diversiflora</i>	SAKBOB	1	0.03225806	0.11077378	-3.4339872
<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	1	0.03225806	0.11077378	-3.4339872
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	4	0.12903226	0.26421843	-2.04769284
<i>Ottoschulzia pallida</i>	UVASCHE	2	0.06451613	0.17682839	-2.74084002
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	1	0.03225806	0.11077378	-3.4339872
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	4	0.12903226	0.26421843	-2.04769284
		31	1	2.5	
			H=	2.5	
			Hmax=	2.7	
			Equitabilidad=	0.9	

**Tabla 4.10.-** Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato herbáceo.

Nombre científico	Nombre común	D-MUESTREO	pi	-(pi)(log2pi)	(LNpi)
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	4	0.035	0.117	-3.359
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	1	0.009	0.041	-4.745
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	3	0.026	0.095	-3.646
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	9	0.078	0.199	-2.548
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	5	0.043	0.136	-3.135
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	CHIKE	1	0.009	0.041	-4.745
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	1	0.009	0.041	-4.745
<i>Protium copal</i>	COPAL	2	0.017	0.070	-4.052
<i>Cupania dentata</i>	CUDE	1	0.009	0.041	-4.745
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	1	0.009	0.041	-4.745
<i>Eupatorium daleoides</i>	EUDA	1	0.009	0.041	-4.745
<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	2	0.017	0.070	-4.052
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	9	0.078	0.199	-2.548

<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	7	0.061	0.170	-2.799
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	5	0.043	0.136	-3.135
<i>Zygia stevensonii</i>	KAKAOCHE	1	0.009	0.041	-4.745
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITINCHE	4	0.035	0.117	-3.359
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	16	0.139	0.274	-1.972
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	13	0.113	0.246	-2.180
<i>Coccoloba diversifolia</i>	SAKBOB	1	0.009	0.041	-4.745
<i>Diospyros cuneata</i>	SILIL	3	0.026	0.095	-3.646
<i>Cordia dodecandra</i>	SIRICOTE	1	0.009	0.041	-4.745
<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	6	0.052	0.154	-2.953
<i>Gymnopodium floribundum</i>	TSITSILCHE	3	0.026	0.095	-3.646
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	1	0.009	0.041	-4.745
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	1	0.009	0.041	-4.745
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	10	0.087	0.212	-2.442
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	3	0.026	0.095	-3.646
		115	1	3	
			H=	3	
			Hmax=	3.3	
			Equitabilidad=	0.9	

**Tabla 4.11.-**Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato arbustivo.

Nombre científico	Nombre común	D-MUESTREO	pi	-(pi)(log2pi)	(LNpi)
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	20	0.10204082	0.23289616	-2.28238239
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	10	0.05102041	0.15181273	-2.97552957
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	9	0.04591837	0.14146944	-3.08089008
<i>Protium copal</i>	COPAL	3	0.01530612	0.06397198	-4.17950237
<i>Diphysa yucatanensis</i>	DZUDZUK	1	0.00510204	0.02692916	-5.27811466
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	59	0.30102041	0.36139824	-1.20057722
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	13	0.06632653	0.17995484	-2.7131653
<i>Sabal yapa</i>	GUANO	1	0.00510204	0.02692916	-5.27811466
<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	21	0.10714286	0.23931345	-2.23359222
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	1	0.00510204	0.02692916	-5.27811466
<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	5	0.0255102	0.09358869	-3.66867675
<i>Ottoschultzia pallida</i>	OTPA	1	0.00510204	0.02692916	-5.27811466
<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	3	0.01530612	0.06397198	-4.17950237
<i>Gliricidia sepium</i>	SAKYAB	4	0.02040816	0.0794249	-3.8918203
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	18	0.09183673	0.21928251	-2.3877429
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	22	0.1122449	0.2454877	-2.18707221

<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	5	0.0255102	0.09358869	-3.66867675
		196	1	2	
			H=	2.3	
			Hmax=	2.8	
			Equitabilidad=	0.8	

**Tabla 4.12.-** Diversidad (H'), Equidad de las especies por grupo diamétrico (E). Estrato Arbóreo.

#### IV.2.2.2.5 Tipos de fauna en el Sistema Ambiental

La metodología empleada para el reconocimiento de los vertebrados terrestres se fundamenta en los trabajos de Acosta-Aburto (2001), Aranda-Sánchez (1981), Day et al. (1980), Gaviño et al. (1979), Manzanilla y Péeffaur (2000), donde se indican formas de captura, observación y análisis de información sobre vertebrados terrestres. En la corroboración de los individuos se recurrió a listados y guías especializadas, particularmente en los trabajos de Berlanga (1993), Campbell (1999), Howell and Webb (1995), Lee (1996), Mackinnon (1986), Peterson and Chalif (1993), López-Ornat (1990), NGS (1995) y Navarro et al. (1990).

De acuerdo con los recorridos de campo, la revisión bibliográfica y las especies reportadas dentro de los límites de la zona urbana de Cancún se concluye que la riqueza faunística de vertebrados terrestres del sistema ambiental, en lo que corresponde fundamentalmente a ecosistemas selváticos, principalmente por selva mediana subperennifolia en las zonas aun provistas de vegetación, se estima en al menos se observaron 2 anfibios, 12 especies de reptiles, 58 especies de aves y 9 especies de mamíferos, considerando fundamentalmente a aquellas especies ampliamente distribuidas y frecuentemente reportadas para la región.

No.	Especie	Nombre común	Registro directo
	<b>Anfibios</b>		
1	<i>Bufo valliceps</i>	<i>Sapo</i>	X
2	<i>Bufo marinus</i>	<i>Sapo</i>	X
	<b>Reptiles</b>		
1	<i>Ameiva undulata</i>	<i>Lagartija metálica</i>	X
2	<i>Anolis rodriguezii</i>	<i>Lagartija</i>	X
3	<i>Anolis sagrei</i>	<i>Lagartija chipojo</i>	X
4	<i>Basiliscus vitatus</i>	<i>Toloke</i>	
5	<i>Boa constrictor</i>	<i>Boa</i>	X
6	<i>Cnemidophorus rodecki</i>		X
7	<i>Coniophanes imperialis</i>	<i>Culebra</i>	X



8	<i>Conophis lineatus</i>	<i>Culebra</i>	X
9	<i>Ctenosaura similis</i>	<i>Iguana gris</i>	X
10	<i>Laemanctus serratus</i>	<i>Toloke</i>	X
11	<i>Leptophis mexicana</i>	<i>Culebra perico mexicana</i>	X
12	<i>Sceloporus crysostictus</i>	<i>Lagartija escamosa</i>	X
	<b>Aves</b>		
1	<i>Amazilia rutila</i>	<i>Colibrí canelo</i>	X
2	<i>Amazona albifrons</i>	<i>Loro frente blanca</i>	X
3	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	<i>Gorrión oliváceo</i>	X
4	<i>Buteo magnirostris</i>	<i>Aguililla caminera</i>	X
5	<i>Buteo nitidus</i>	<i>Gavilán gris</i>	X
6	<i>Cardinales cardinales</i>	<i>Cardenal</i>	X
7	<i>Cathartes aura</i>	<i>Aura cabecirroja</i>	X
8	<i>Centurus pygmaeus</i>	<i>Carpintero yucateco</i>	X
9	<i>Colinus nigrogularis</i>	<i>Torcacita</i>	X
10	<i>Columba flavirostris</i>	<i>Paloma morada</i>	X
11	<i>Columbina passerina</i>	<i>Tortolita común</i>	X
12	<i>Columbina talpacoti</i>	<i>Tórtola rojiza</i>	X
13	<i>Conopus cinereus</i>	<i>Mosquero</i>	X
14	<i>Coragyps atratus</i>	<i>Zopilote negro</i>	X
15	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	<i>Garrapatero pijuy</i>	X
16	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>		X
17	<i>Cyanocorax morio</i>	<i>Pea</i>	X
18	<i>Cyanocorax yncas</i>	<i>Chara verde</i>	X
19	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	<i>Chara yucateca</i>	X
20	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	<i>Vireón cejirrufo</i>	X
21	<i>Dendroica dominica</i>	<i>Chipe garganta amarilla</i>	X
22	<i>Dendroica petechia</i>	<i>Chipee amarillo</i>	X
23	<i>Dives dives</i>	<i>Tordo cantor</i>	X
24	<i>Dryocopus lineatus</i>	<i>Carpintero lineado</i>	X
25	<i>Dumetella carolinensis</i>	<i>Pájaro gato</i>	X
26	<i>Eucomettis penicillata</i>	<i>Tángara cabecigris</i>	X
27	<i>Eumomota superciliosa</i>	<i>Momoto corona azul</i>	X
28	<i>Euphonia affinis</i>	<i>Monjita</i>	X
29	<i>Glaucidium brasilianum</i>	<i>Tecolotito bajeño</i>	X
30	<i>Icterus auratus</i>	<i>Bolsero yucateco</i>	X
31	<i>Icterus cucullatus</i>	<i>Bolsero cuculador</i>	X

32	<i>Icterus gularis</i>	<i>Bolsero de altamira</i>	X
33	<i>Leptotila verreauxi</i>	<i>Paloma</i>	X
34	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentidorado	X
35	<i>Mimus gilvus</i>	<i>Cenzontle</i>	X
36	<i>Momotus momota</i>	Momoto cabeza negra	X
37	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tirano	X
38	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	<i>Mosquero</i>	X
39	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	X
40	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	X
41	<i>Passerina ciris</i>	Mariposo	X
42	<i>Piaya cayana</i>	<i>Cuco</i>	X
43	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero listado	X
44	<i>Piranga rubra</i>	<i>Tángara roja</i>	X
45	<i>Pitangus sulphuratus</i>	<i>Luis grande</i>	X
46	<i>Polioptila caerulea</i>	<i>Perlita</i>	X
47	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	X
48	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador grisáceo	X
49	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	X
50	<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito migratorio	X
51	<i>Sporophila torqueola</i>	Dominico	X
52	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	X
53	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Saltapared de carolina	X
54	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared sureño	X
55	<i>Turdus grayi</i>	<i>Ruiseñor</i>	X
56	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	X
57	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	X
58	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	X
	<b>Mamíferos</b>		
1	<i>Artibeus jamaicensis</i>	<i>Murcielago</i>	X
2	<i>Artibeus lituratus</i>	<i>Murcielago</i>	X
3	<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache común	X
4	<i>Mazama americana</i>	Venado temazate	X
5	<i>Nasua narica</i>	Tejón	X
6	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	X
7	<i>Pecari tajacu</i>	<i>Pecarí de collar</i>	X
8	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	X
9	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	X

**Tabla 4.12.-** Riqueza faunística del Sistema Ambiental donde se ubica el proyecto “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente”.

De acuerdo con los resultados obtenidos, en el Sistema ambiental habita la Iguana gris (*Ctenosaura similis*), la boa (*Boa constrictor*), el toloke (*Laemanctus serratus*), el loro de frente blanca (*Amazona albifrons*) que cuenta con el estatus de especies amenazada y protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### Abundancia relativa de las especies de fauna silvestre

Durante los recorridos hechos para la realización de la presente caracterización se pudo constatar que en general la fauna silvestre no es muy abundante, debido sin duda a la fragmentación del medio natural por los procesos de urbanización. Las aves que fueron las más abundantes por ser las más conspicuas, se observaron en su mayoría especies comunes en zonas pobladas y que hacen sus recorridos por el lugar en busca de alimento, la mayoría fueron observadas en tránsito o alimentándose. De total de las especies registradas, se puede decir que los anfibios, los reptiles y los pequeños mamíferos son residentes en las áreas donde aún se conserva vegetación natural; las aves seguramente sólo utilizan los recursos como parte de un área más grande que permite satisfacer sus necesidades básicas de subsistencia.

El análisis de datos se realizó a partir de la tabulación de los registros obtenidos y se aplicó la siguiente fórmula para determinar la abundancia relativa (A.R).

$$A.R.= \frac{\text{Número de registros para la especie "X"}}{\text{Número de registros de la especie más abundante}} * 100$$

Con la finalidad de estandarizar el análisis de los datos para los diversos grupos de vertebrados terrestres, una vez que se calculó la abundancia relativa se asignaron las siguientes categorías de abundancia de acuerdo con lo propuesto para aves por Petingill (1969):

Abundante.-	De 90%	hasta	100% de abundancia relativa
Común.-	De 65%	hasta	89% de abundancia relativa.
Frecuente.-	Con 31%	hasta	64% de abundancia relativa.
Escasa.-	Con 10%	hasta	30% de abundancia relativa
Rara.-	Con 1%	hasta	9% de abundancia relativa.

No.	Especie	Nombre común	NO. de registros	Frecuencia	Abundancia relativa	
					%	Clase
	<b>Anfibios</b>					
1	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo	2	2	100	Abundante
2	<i>Bufo marinus</i>	Sapo	1	1	50	Frecuente

	Reptiles					
1	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija metálica	2	2	20	Escasa
2	<i>Anolis rodriguezii</i>	Lagartija	4	2	40	Frecuente
3	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija chipoyo	1	1	10	Escasa
4	<i>Basiliscus vitatus</i>	Toloke	2	1	20	Escasa
5	<i>Boa constrictor</i>	Boa	1	1	10	Escasa
6	<i>Cnemidophorus rodecki</i>		1	1	10	Escasa
7	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra	1	1	10	Escasa
8	<i>Conophis lineatus</i>	Culebra	1	1	10	Escasa
9	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	10	2	100	Abundante
10	<i>Laemanctus serratus</i>	Toloke	1	1	10	Escasa
11	<i>Leptophis mexicana</i>	Culebra perico mexicana	1	1	10	Escasa
12	<i>Sceloporus crysostictus</i>	Lagartija escamosa	6	2	60	Frecuente
	<b>Aves</b>					
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	1	1	14.3	Escasa
2	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	7	2	100.0	Abundante
3	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión oliváceo	1	1	14.3	Escasa
4	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	2	2	28.6	Escasa
5	<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán gris	1	1	14.3	Escasa
6	<i>Cardinales cardinales</i>	Cardenal	1	1	14.3	Escasa
7	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabecirroja	4	2	57.1	Frecuente
8	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	4	2	57.1	Frecuente
9	<i>Colinus nigrogularis</i>	Torcacita	1	1	14.3	Escasa
10	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	3	2	42.9	Frecuente
11	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	5	2	71.4	Común
12	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	3	2	42.9	Frecuente
13	<i>Conopus cinereus</i>	Mosquero	1	1	14.3	Escasa
14	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	3	2	42.9	Frecuente
15	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	4	1	57.1	Frecuente
16	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>		1	1	14.3	Escasa
17	<i>Cyanocorax morio</i>	Pea	3	1	42.9	Frecuente
18	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	2	1	28.6	Escasa
19	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	5	2	71.4	Común
20	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo	1	1	14.3	Escasa
21	<i>Dendroica dominica</i>	Chipe garganta amarilla	1	1	14.3	Escasa
22	<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	1	1	14.3	Escasa

23	<i>Dives dives</i>	<i>Tordo cantor</i>	3	2	42.9	Frecuente
24	<i>Dryocopus lineatus</i>	<i>Carpintero lineado</i>	1	1	14.3	Escasa
25	<i>Dumetella carolinensis</i>	<i>Pájaro gato</i>	1	1	14.3	Escasa
26	<i>Eucomettis penicillata</i>	<i>Tángara cabecigris</i>	1	1	14.3	Escasa
27	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto corona azul	1	1	14.3	Escasa
28	<i>Euphonia affinis</i>	<i>Monjita</i>	1	1	14.3	Escasa
29	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolotito bajoño	1	1	14.3	Escasa
30	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	5	2	71.4	Común
31	<i>Icterus cucullatus</i>	<i>Bolsero cuculador</i>	3	2	42.9	Frecuente
32	<i>Icterus gularis</i>	<i>Bolsero de altamira</i>	3	2	42.9	Frecuente
33	<i>Leptotila verreauxi</i>	<i>Paloma</i>	2	1	28.6	Escasa
34	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentidorado	4	2	57.1	Frecuente
35	<i>Mimus gilvus</i>	<i>Cenzontle</i>	6	2	85.7	Común
36	<i>Momotus momota</i>	Momoto cabeza negra	1	1	14.3	Escasa
37	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tirano	1	1	14.3	Escasa
38	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	<i>Mosquero</i>	1	1	14.3	Escasa
39	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	3	2	42.9	Frecuente
40	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	5	2	71.4	Común
41	<i>Passerina ciris</i>	Mariposo	1	1	14.3	Escasa
42	<i>Piaya cayana</i>	<i>Cuco</i>	1	1	14.3	Escasa
43	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero listado	2	1	28.6	Escasa
44	<i>Piranga rubra</i>	<i>Tángara roja</i>	2	1	28.6	Escasa
45	<i>Pitangus sulphuratus</i>	<i>Luis grande</i>	4	2	57.1	Frecuente
46	<i>Polioptila caerulea</i>	<i>Perlita</i>	1	1	14.3	Escasa
47	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	7	2	100.0	Abundante
48	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador grisáceo	1	1	14.3	Escasa
49	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	1	1	14.3	Escasa
50	<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito migratorio	1	1	14.3	Escasa
51	<i>Sporophila torqueola</i>	Dominico	1	1	14.3	Escasa
52	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	1	1	14.3	Escasa
53	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Saltapared de carolina	1	1	14.3	Escasa
54	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared sureño	1	1	14.3	Escasa
55	<i>Turdus grayi</i>	<i>Ruiseñor</i>	2	1	28.6	Escasa
56	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	7	2	100.0	Abundante
57	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	1	1	14.3	Escasa
58	<i>Zenaidura macroura</i>	Paloma alas	4	2	57.1	Frecuente

		blancas				
	<b>Mamíferos</b>					
1	<i>Artiveus jamaisensis</i>	Murcielago	5	2	83.3	Común
2	<i>Artiveus lituratus</i>	Murcielago	6	2	100.0	Abundante
3	<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache común	2	2	33.3	Frecuente
4	<i>Mazama americana</i>	Venado temazate	1	1	16.7	Escasa
5	<i>Nasua narica</i>	Tejón	3	2	50.0	Frecuente
6	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	1	1	16.7	Escasa
7	<i>Pecari tajacu</i>	<i>Pecarí de collar</i>	1	1	16.7	Escasa
8	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	1	16.7	Escasa
9	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	1	16.7	Escasa

**Tabla 4.13.-** Abundancia relativa de las especies registradas en el sistema ambiental de la zona de estudio

Para determinar el índice de diversidad en el caso de la fauna se estimó el Índice de Shannon-Wiener para medir la riqueza de especies registrada en el Sistema ambiental. Los resultados por grupo se presentan en los siguientes cuadros.

	Anfibios		D-muestra	pi	-(pi)(log2pi)	(LNpi)
1	<i>Bufo valliceps</i>	<i>Sapo</i>	2	0.667	0.270	-0.405
2	<i>Bufo marinus</i>	<i>Sapo</i>	1	0.333	0.366	-1.099
			3	1	0.6	
				H=	0.6	
				Hmax=	0.7	
				Equitabilidad=	0.9	

**Tabla 4.14.-** Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Anfibios

	Reptiles		D-muestra	pi	-(pi)(log2pi)	(LNpi)
1	<i>Ameiva undulata</i>	<i>Lagartija metálica</i>	2	0.065	0.177	-2.741
2	<i>Anolis rodriguezii</i>	<i>Lagartija</i>	4	0.129	0.264	-2.048
3	<i>Anolis sagrei</i>	<i>Lagartija chipoyo</i>	1	0.032	0.111	-3.434
4	<i>Basiliscus vitatus</i>	<i>Toloke</i>	2	0.065	0.177	-2.741
5	<i>Boa constrictor</i>	<i>Boa</i>	1	0.032	0.111	-3.434
6	<i>Cnemidophorus rodecki</i>		1	0.032	0.111	-3.434
7	<i>Coniophanes</i>	<i>Culebra</i>	1	0.032	0.111	-3.434

	<i>imperialis</i>					
8	<i>Conophis lineatus</i>	Culebra	1	0.032	0.111	-3.434
9	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	10	0.323	0.365	-1.131
10	<i>Laemanctus serratus</i>	Toloke	1	0.032	0.111	-3.434
11	<i>Leptophis mexicana</i>	Culebra perico mexicana	1	0.032	0.111	-3.434
12	<i>Sceloporus crysostictus</i>	Lagartija escamosa	6	0.194	0.318	-1.642
			31	1	2.1	
				H=	2.1	
				Hmax=	2.5	
				Equitabilidad=	0.8	

**Tabla 4.15.-** Diversidad ( $H'$ ) y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles

	Aves		D-muestra	pi	-(pi)(log2pi)	(LNpi)
1	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	1	0.007	0.036	-4.920
2	<i>Amazona albifrons</i>	Loro frente blanca	7	0.051	0.152	-2.974
3	<i>Arremonops rufivirgatus</i>	Gorrión oliváceo	1	0.007	0.036	-4.920
4	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	2	0.015	0.062	-4.227
5	<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán gris	1	0.007	0.036	-4.920
6	<i>Cardinales cardinales</i>	Cardenal	1	0.007	0.036	-4.920
7	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabecirroja	4	0.029	0.103	-3.534
8	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	4	0.029	0.103	-3.534
9	<i>Colinus nigrogularis</i>	Torcacita	1	0.007	0.036	-4.920
10	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma morada	3	0.022	0.084	-3.821
11	<i>Columbina passerina</i>	Tortolita común	5	0.036	0.121	-3.311
12	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	3	0.022	0.084	-3.821
13	<i>Conopus cinereus</i>	Mosquero	1	0.007	0.036	-4.920
14	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote negro	3	0.022	0.084	-3.821

15	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	4	0.029	0.103	-3.534
16	<i>Crypturellus cinnamomeus</i>		1	0.007	0.036	-4.920
17	<i>Cyanocorax morio</i>	Pea	3	0.022	0.084	-3.821
18	<i>Cyanocorax yncas</i>	Chara verde	2	0.015	0.062	-4.227
19	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Chara yucateca	5	0.036	0.121	-3.311
20	<i>Cyclarhis gujanensis</i>	Vireón cejirrufo	1	0.007	0.036	-4.920
21	<i>Dendroica dominica</i>	Chipe garganta amarilla	1	0.007	0.036	-4.920
22	<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	1	0.007	0.036	-4.920
23	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	3	0.022	0.084	-3.821
24	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	1	0.007	0.036	-4.920
25	<i>Dumetella carolinensis</i>	Pájaro gato	1	0.007	0.036	-4.920
26	<i>Eucomettis penicillata</i>	Tángara cabecigris	1	0.007	0.036	-4.920
27	<i>Eumomota superciliosa</i>	Momoto corona azul	1	0.007	0.036	-4.920
28	<i>Euphonia affinis</i>	Monjita	1	0.007	0.036	-4.920
29	<i>Glaucidium brasilianum</i>	Tecolotito bajoño	1	0.007	0.036	-4.920
30	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	5	0.036	0.121	-3.311
31	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	3	0.022	0.084	-3.821
32	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	3	0.022	0.084	-3.821
33	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	2	0.015	0.062	-4.227
34	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero frentidorado	4	0.029	0.103	-3.534
35	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	6	0.044	0.137	-3.128
36	<i>Momotus momota</i>	Momoto cabeza negra	1	0.007	0.036	-4.920
37	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Copetón tirano	1	0.007	0.036	-4.920
38	<i>Myiadunastoc</i>	Mocaguero	1	0.007	0.036	-4.920



	<i>luteiventris</i>					
39	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	3	0.022	0.084	-3.821
40	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	5	0.036	0.121	-3.311
41	<i>Passerina ciris</i>	Mariposo	1	0.007	0.036	-4.920
42	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	1	0.007	0.036	-4.920
43	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero listado	2	0.015	0.062	-4.227
44	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	2	0.015	0.062	-4.227
45	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	4	0.029	0.103	-3.534
46	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita	1	0.007	0.036	-4.920
47	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	7	0.051	0.152	-2.974
48	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador grisáceo	1	0.007	0.036	-4.920
49	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	1	0.007	0.036	-4.920
50	<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito migratorio	1	0.007	0.036	-4.920
51	<i>Sporophila torqueola</i>	Dominico	1	0.007	0.036	-4.920
52	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará barrado	1	0.007	0.036	-4.920
53	<i>Thryothorus ludovicianus</i>	Saltapared de carolina	1	0.007	0.036	-4.920
54	<i>Troglodytes aedon</i>	Saltapared sureño	1	0.007	0.036	-4.920
55	<i>Turdus grayi</i>	Ruiseñor	2	0.015	0.062	-4.227
56	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	7	0.051	0.152	-2.974
57	<i>Vireo pallens</i>	Vireo manglero	1	0.007	0.036	-4.920
58	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	4	0.029	0.103	-3.534
			137	1	3.8	
				H=	3.8	
				Hmax=	4.1	
				Equitabilidad=	0.9	

**Tabla 4.16.-** Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de las Aves

	Mamíferos		D-muestra	pi	-(pi)(log2pi)	(LNpi)
1	<i>Artiveus jamaisensis</i>	Murcielago	5	0.238	0.342	-1.435
2	<i>Artiveus lituratus</i>	Murcielago	6	0.286	0.358	-1.253
3	<i>Didelphys marsupialis</i>	Tlacuache común	2	0.095	0.224	-2.351
4	<i>Mazama americana</i>	Venado temazate	1	0.048	0.145	-3.045
5	<i>Nasua narica</i>	Tejón	3	0.143	0.278	-1.946
6	<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	1	0.048	0.145	-3.045
7	<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	1	0.048	0.145	-3.045
8	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	0.048	0.145	-3.045
9	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	0.048	0.145	-3.045
			21	1	1.9	
				H=	2	
				Hmax=	2.2	
				Equitabilidad=	0.9	

**Tabla 4.17.-** Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos

Como es de esperarse, el grupo de las aves obtuvo el valor H más alto con 3.8 que se considera alto, en tanto que los reptiles y los mamíferos obtuvieron un Índice H de 2.1 y 2 considerado bajo, asimismo, los anfibios obtuvieron un índice de 0.6 muy bajo en razón a que sólo se registraron dos especies. La equitatividad resultó muy similar en todos los grupos.

#### IV.2.2.3 Medio socioeconómico

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es una estimación de la condición para que las personas amplíen sus posibilidades de elegir entre distintos tipos de vida (PNUD 2004). Se reconoce que el municipio de Benito Juárez ocupa el primer lugar Estatal con un IDH de 0.8292 (arriba del resto de los municipios del Estado) y ocupa el lugar 25 a nivel nacional con un grado de desarrollo alto. No hay que perder de vista que este municipio es el más poblado de la Entidad ya que concentra el 50% de los habitantes de Quintana Roo (Lozano y Olivares 2011). Sin embargo, al estimar que tan equitativa es la posibilidad de acceder al desarrollo humano en la localidad de Cancún (Índice de Theil), el valor resultante está por arriba de lo que se reconoce para todo el municipio (0.3%), lo cual se interpreta como el porcentaje que aporta Cancún en la desigualdad total del Estado en desarrollo humano.

Cancún es una moderna ciudad planificada que constituye actualmente el centro turístico mexicano más reconocido a nivel mundial. La fina arena blanca de sus playas bañadas por mares azul turquesa y su clima tropical, con más de 243 días de sol, lo convierten en uno de los destinos más bellos del Caribe. Cancún cuenta con variada infraestructura de servicios de alta calidad para deportes acuáticos, buceo en incomparables escenarios naturales, pesca de altura o deportes extremos; además cuenta con el segundo arrecife de coral más grande del mundo. Con vistas panorámicas al mar Caribe, a la laguna Nichupté y a vestigios mayas.

Cancún se concibió como un polígono de 12,700 Ha., correspondiente a 3 secciones: la zona turística que cubre 11.01% de la superficie total; la urbana que cubre 21.54% y la conservación que abarca el 67.44% considerando la zona de conservación y el sistema lagunar Nichupté.

Sus áreas se distribuyen en zonas hoteleras, comerciales y residenciales, donde cuenta con un centro de convenciones, un aeropuerto internacional, una amplia red de carreteras, plantas de tratamiento de aguas residuales, líneas de electricidad, telefonía y agua potable, entre otros servicios. Es una ciudad turística mexicana, ubicada al Noreste de la península de Yucatán. Pertenece al municipio de Benito Juárez, en el estado de Quintana Roo, una de las 32 entidades más jóvenes del país puesto que su categoría fue elevada de Territorio Federal a Estado Libre y Soberano el 8 de octubre de 1974. Benito Juárez tiene como límites, al norte, los municipios de Lázaro Cárdenas e Isla Mujeres y el Mar Caribe; al este y al sur, el Mar Caribe y los municipios de Solidaridad y Lázaro Cárdenas. Al oeste limita con el municipio de Lázaro Cárdenas. Su territorio alcanza un extensión de 1,664 km<sup>2</sup>; lo que representa el 3.27% del territorio del estado de Quintana Roo. Ocupa una parte de la planicie de la Península de Yucatán. La máxima elevación sobre el nivel del mar alcanza apenas 10 metros; la superficie presenta una suave inclinación de oeste a este.

Cancún se divide en dos sectores: la ciudad y la zona hotelera. La Avenida Tulum es la principal de la ciudad. Hacia el este entronca con la avenida Kukulcan, que conduce hasta la zona hotelera. Un puente une la isla con la península. Actualmente, Cancún se encuentra dividido en cinco zonas principales, perfectamente identificables para el gobierno municipal y la sociedad cancenense.

La primera y más importante es Isla Cancún o Zona Hotelera, donde se concentra la mayor parte de las playas y actividades turísticas por las que es reconocido este destino. Isla Cancún es una lengua de tierra en forma de "7", con una extensión de 23km. La isla, que alberga la mayor parte de los hoteles y playas, además de zonas residenciales como "Isla Dorada", "Bay view Grand", "Las Olas", el campo de golf Pok Ta Pok y la entrada a la exclusiva zona de "Puerto Cancún" el residencial más ambicioso e importante de la ciudad; está unida al continente por tres puentes: el puente Calinda en el km 4, el puente de Club Med en el km 20 y el puente Nizuc en el km 22. La zona hotelera rodea en el interior del "7" al sistema lagunar Nichupté, compuesto de siete cuerpos de agua: Laguna Bojórquez, Cuenca del Norte, Cuenca Central, Cuenca Sur, Río Inglés, Del Amor, y Laguneta del Mediterráneo.

Zona urbana.- La segunda es el centro de la ciudad, la zona urbana donde habita el grueso de la población cancenense y se encuentra dividido en colonias, fraccionamientos, supermanzanas o regiones, zonas regulares perfectamente delimitadas por calles y avenidas pavimentadas, que cuentan con los servicios básicos de electricidad, agua potable, servicio telefónico y drenaje. Aquí se localizan la mayor parte de las instituciones políticas, educativas, culturales y de servicios de la ciudad.

Con los datos del censo realizado en el año 2010 y 2011 en la ciudad, se obtuvo que hay 661,176 personas, de las cuales se sacaron los siguientes porcentajes, donde encontramos diferentes características del tipo de vida en que los cancenenses, se encuentran dando mención a su hogar, su familia, la natalidad y la mortalidad, entre otros temas.

De igual se observa que Cancún se encuentra dividido por grandes sectores de jóvenes y personas de edad adulta y observamos que la población está creciendo cada día más con un alto índice de natalidad. En esta ciudad se puede encontrar distintos tipos de vivienda, algunas que se encuentran en condiciones deplorables o básicas y otra que tienen mejor calidad que otras.

#### INDICADORES BÁSICOS DE LA POBLACIÓN

Población	Número de personas	Porcentajes
Población total, 2010	661,176	100
Población total hombres, 2010	334,945	50.65
Población total mujeres, 2010	326,231	49.34
Porcentaje de población de 15 a 29 años, 2010	199,013	30.1
Porcentaje de población de 15 a 29 años hombres, 2010	100,333	30.0
Porcentaje de población de 15 a 29 años mujeres, 2010	98,521	30.2
Porcentaje de población de 60 y más años, 2010	26,447	4.0
Porcentaje de población de 60 y más años hombres.2010	12,392	3.7
Porcentaje de población de 60 y más años mujeres, 2010	13,701	4.2

Natalidad	Número de personas	Porcentajes
Total de nacimientos	12, 949	100%
Nacimientos de hombres	6,683	51.61%
Nacimientos de mujeres	6,266	48.39%

Mortalidad	Número de personas	Porcentajes
Total de defunciones	2,019	100%
Defunciones de hombres	1,249	61.86%
Defunciones de mujeres	770	38.14%
Defunciones de menores de un año	176	8.71%
Defunciones de menores de un año hombres	104	5.18%
Defunciones de mayores de una año mujeres	71	3.53%

Hogares	Número de personas	Porcentajes
Total de hogares	184, 247	100%
Hogares con jefatura masculina	141,396	76.74%
Hogares con jefatura femenina	42,851	23.26%
Tamaño promedio de los hogares	3.5	

Nupcialidad	Número de personas
Matrimonios	3,538
Divorcios	623

#### Composición por edad y sexo

Población total:661,176 habitantes	Representa el 49.9% de la población de la entidad
Relación hombres-mujeres	Hay 103 hombres por cada 100 mujeres
Edad mediana: 25años	La mitad de la población tiene 25 años o menos
Razón de dependencia por edad:44.3	

#### Distribución territorial

Densidad de población (hab./km <sup>2</sup> ):	314.8
Total de localidades:	295
Localidades con mayor población:	Cancún –628,306 habitantes Alfredo V. Bonfil –14,900 habitantes Puerto Morelos –9,188 habitantes

**Estructura y dinámica poblacional.** En primera instancia, se exponen enseguida algunos factores referentes al municipio, extraídos del Censo de Población y Vivienda 2010 (INEGI, 2010) y que dan cuenta de la estructura poblacional, características de las viviendas y hogares, escolaridad y derechohabencia a servicios de salud.

Según el Censo de Población y Vivienda, el municipio de Benito Juárez contaba en 2010 con 661,176 habitantes. El 50.66% de esta población era del sexo masculino (334,945 habitantes), con una edad mediana de 25 años, mientras que la población femenina representaba el 49.34% (326,231 habitantes), con edad mediana de 25 años —tal distribución de habitantes por sexo implica una relación de 102.67 hombres por cada 100 mujeres—. Estos datos resultan similares a los observados en el nivel nacional (48.83% de población masculina y 51.17% de población femenina), aunque se aprecia una menor relación hombres-mujeres (en el país esta relación era de 95.43 hombres por cada 100 mujeres); están dentro del rango de edad mediana a nivel nacional (25 y 26 años para hombres y mujeres, respectivamente).

Como puede observarse en la gráfica de la Pirámide poblacional tiende a ensancharse hacia el rango de 20 a 34 años, indicando una incipiente tendencia al envejecimiento de la población. Así mismo puede apreciarse también que la relación del número de mujeres con respecto al de hombres aumenta en los rangos de mayor edad. Así mismo destaca que 10.05% se situaba entre los 20 y 24 años (66,426 personas del cual el 5.09% era del sexo masculino y 4.95% eran del sexo femenino), mientras que 10.01% se situaba entre los 25 y 29 años (66,186 personas de las cuales el 5.00% eran del sexo masculino y 5.01% al sexo femenino.). Estos porcentajes son ligeramente mayores que los nacionales (20- 24 años con un 8.81% y 25- 29 años con un 7.82%).

Por lo que se refiere a aspectos relacionados con la dinámica poblacional, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2010) reporta que la tasa media de crecimiento anual observada en el estado de Quintana Roo fue de 4.1% (arriba del 1.4% registrado en el país). En este tenor, en 2010, el promedio de hijos que podía esperarse de una mujer al final de su vida reproductiva (tasa global de fecundidad) fue de 2.0% (0.1 puntos abajo de la tasa nacional). Por otro lado, la tasa bruta de mortalidad (número de defunciones por mil habitantes) se situó en 3.0% en 2010, pero 2.1% puntos por debajo de la media nacional de 5.1%.

### **Actividades económicas**

**TURISMO:** Antes de que Cancún se empezara a construir en 1970, era una población de muy pocos habitantes donde el chicle y las maderas preciosas constituían la principal fuente de ingresos, la ciudad nació como un proyecto turístico muy novedoso en el cual se planteaba la creación de una zona hotelera. Se ofrecería: Una zona hotelera con la más alta infraestructura y la mejor calidad de servicios, una ciudad urbana de calidad para sus habitantes y un aeropuerto internacional para el turismo extranjero. El turismo actualmente es el motor principal de la economía cancenense, datos del INEGI dicen que en el 2010 el número de turismo que se hospedaron en los establecimientos de Benito Juárez, donde Cancún es cabecera municipal, fue 4,041,429. Actualmente, según datos del SEDETUR, es la principal zona turística del estado de Quintana Roo

con una derrama económica de \$3,032.91 MDD en el periodo enero-octubre del 2012.

Según el Censo de Población y Vivienda del 2010, la Tasa de Participación económica, por rangos de edad y sexo (Población Económicamente Activa- PEA) mostraba en el rango de 40- 44 años el mayor porcentaje de PEA, siendo un 77.50% en el municipio mayor al del estado con un 75.60% y a nivel nacional del 70.77%. En 2011, la Tasa de ocupación económica en el estado de Quintana Roo muestran una tasa de desocupación del 4.3% y una de Tasa de ocupación en el sector informal del 24. 4% mientras que a nivel nacional corresponden a 4.8% y 29.2%, respectivamente.

Finalmente, respecto a los niveles de ingreso de la población ocupada en el Municipio de Cancún, cabe destacar que en 2010 la proporción de la PEA que recibía un ingreso de más de 1 salario mínimo, alcanzó un 15.83%. En el rango de ingresos mayor a dos salarios mínimos incluye un porcentaje notoriamente mayor siendo del 68.77.

### **Educación.**

En materia de educación, puede destacarse que 93.86% de la población entre 10 y 14 años (54,465 personas) asistía a la escuela, mientras que 57.81% de la población entre 15 y 19 años, y apenas 15.25% de la de 20 a 24 años lo hacía (36,079 y 10,128 personas, respectivamente). Si bien estos datos indican un abandono creciente de los estudios conforme el nivel de escolaridad es más alto, no se detectan cambios significativos en cuanto a la población de los datos estatales correspondientes, los cuales se sitúan por arriba en 94.04%, 56.74% y 15.24% de asistentes a la escuela en los respectivos rangos de edad. La población con algún grado de educación media superior o estudios superiores en Cancún en 2010 era en total 199,139 personas, lo que equivale al 42.92% de la población, siendo mayor al porcentaje a nivel nacional con un 35.83% (28,098,660 personas), asimismo, la población de 15 años y más que había cursado algún grado de educación media superior alcanzaba un 40.10% (25,024 personas) no obstante, que el porcentaje de personas que contaban con algún grado de educación media superior disminuye conforme la edad es mayor, observando el menor porcentaje de grado de educación en la población a partir de los 45 años en adelante con un 42.46% (14,335 personas), debe señalarse que el porcentaje de población de 15 años y más que contaba con estudios de educación media superior está por arriba del registrado en el nivel estatal y nacional (38.18% y 39.59% respectivamente).

En 2010 la población en Cancún sin educación media superior era en total el 55.01% (255,215 personas), siendo menor al porcentaje a nivel estatal y nacional con un 59.63% y 63.62% respectivamente (551,553 y 49, 891,877 personas), en comparación en la población correspondiente a los rangos de edad de 15 a 29 años es mayor el porcentaje de personas sin educación media superior al porcentaje de personas que contaban con algún grado de educación media superior en Cancún.

## Salud.

En materia de salud el promedio de esperanza de vida en el estado es de 76.5 años, mayor al promedio a nivel nacional que se encontraba en 75.4 años, observando que en la población femenina el porcentaje de esperanza de vida es mayor al de la población masculina; lo cual tiene relación con la tasa de mortalidad en la que encontramos que en los varones es mayor la tasa de mortalidad a menor edad, como lo muestran los siguientes datos en que en el rango de edad de los 25- 34 años el porcentaje es 6.5% y en el rango 35-44 años 8.0% en hombres en comparación a un 2.8% y 4.4% respectivamente en mujeres.

Dentro de las 5 principales causas de mortalidad encontramos en el estado de Quintana Roo como primera causa de muerte los accidentes (accidentes de tránsito de vehículos de motor), en segundo lugar la diabetes mellitus, en tercer lugar las enfermedades del corazón, cuarto lugar los tumores malignos y en quinto lugar las enfermedad del hígado (enfermedad alcohólica del hígado). Es importante destacar la gran diferencia entre las muertes por accidentes a nivel nacional y en el estado de Quintana Roo, lo cual nos lleva hacernos la pregunta de que si esta diferencia está relacionada con el consumo de alcohol y otras sustancias psicoactivas en el estado.

En el caso de las 5 principales causas de mortalidad infantil en el estado de Quintana Roo se encuentran las siguientes:

1. Ciertas afecciones originadas en el período perinatal
  - Hipoxia intrauterina, asfixia y otros trastornos respiratorios originados en el período perinatal
2. Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas
  - Malformaciones congénitas del sistema circulatorio
3. Accidentes
4. Enfermedades infecciosas intestinales
5. Neumonía e influenza

En lo concerniente a seguridad social y servicios de salud, 64.41% (425,874 personas) de la población del municipio era derechohabiente mientras que 32.02% (211,732 personas) no gozaba de esta prestación. De este modo, el porcentaje de población derechohabiente se ubicó un poco más bajo del promedio nacional de 64.55%.

## Vivienda y hogares

Se identificaron en el municipio 155,600 hogares familiares, con un total de ocupantes de 608,639, de los cuales 109,167 eran hogares nucleares representando un 70.16% respecto al total de los hogares familiares, 39,111 eran hogares ampliados representando un 25.14% y 5,337 eran hogares compuestos que representan el 3.43% del total de los hogares. Registrando así, indicadores significativamente por abajo de los correspondientes a los datos nacionales donde existían 25,488,128 hogares familiares, con un total de 107,623,589 ocupantes.



En este mismo rubro, el número de viviendas particulares cuyos ocupantes se encontraban en condiciones de hacinamiento (más de tres personas por dormitorio) ascendía a 30,458 equivalente a 16.54% del total de viviendas particulares identificadas (porcentaje mayor que el registrado en el nivel nacional: 14.09%).

Por lo que se refiere a la composición de los hogares familiares encabezados por una mujer (jefatura femenina) representan el 22.34% del total de hogares familiares registrados en el nivel nacional, 21.63% en el estado de Quintana Roo y el 22.26% en el municipio de Cancún. Así mismo, el total de hogares familiares con jefatura femenina compuestos por familias nucleares fue de 20,411 (58.83% de los hogares en el municipio), contra 12,089 (34.90%) que correspondió a hogares ampliados y 1,301 (3.76%) a hogares compuestos. Estos datos reflejan, estar por arriba de los referentes nacionales de hogares familiares con jefatura femenina compuestos por familias nucleares que representaban un 56.91% de los hogares en el país.

### Opciones de desarrollo

**Turismo.-** Cada año el número de turistas que visitan la entidad se ha ido incrementando, por lo cual, el gobierno impulsa las actividades encaminadas a la diversificación de este sector aprovechando el marco escénico de bellezas naturales que lo convierte en una oportunidad para realizar inversiones. en los siguientes rubros: Turismo de aventura y ecoarqueológico, safaris fotográficos, proveeduría, parques temáticos e industria cinematográfica.

**Acuacultura y pesca.-**Contamos con las condiciones climáticas, los recursos hídricos y las condiciones de inocuidad apropiadas para el desarrollo de actividades del sector acuícola, lo que permite facilitar los emprendimientos en los siguientes rubros: Granjas acuícolas de: camarón, tilapia y peces marinos, laboratorios productores de alevines y postlarvas, fabricación de alimentos balanceados, cadenas de frío y centros de beneficio, empacadoras y proveeduría.

**Manufactura.-**Mantener una plataforma logística de comunicaciones y transportes, combinada con una ubicación geográfica privilegiada. En adición, la disponibilidad de mano de obra y de apoyos para la capacitación de los recursos humanos, permite a la inversión establecerse con ventajas competitivas, desde su inicio, para incursionar en los mercados del Caribe, Centro y Sudamérica, así como al este de los Estados Unidos. Ante esta situación, el estado privilegia el establecimiento de industrias no contaminantes, que realicen proceso o servicios destinados a la transformación o elaboración de manufacturas; principalmente en las siguientes áreas de oportunidad: Maquila y procesos In-Bond, parques industriales, parques temáticos, Centros logísticos y de distribución, alta tecnología.

**Servicios.-** El acelerado crecimiento de empresas de servicios dirigidos hacia el sector turístico, brinda la oportunidad de incursionar en estos nuevos mercados que requieren proveeduría de sistemas tecnológicos, en este sentido, impulsamos el establecimiento de: Servicios de Out-Sourcing, parques industriales temáticos, desarrollo de software, Recintos fiscalizados estratégicos, Hubs multimodales.

#### IV.2.2.4 Paisaje

El concepto de paisaje –extensión de terreno que se ve desde un sitio<sup>11</sup>- se utiliza de manera diferente por varios campos de estudio, aunque todos los usos del término llevan implícita la existencia de un sujeto observador y de un objeto observado (el terreno), del que se destacan fundamentalmente sus cualidades visuales y espaciales. Así un mismo paisaje (agente estático del binomio) puede ser entendido y calificado de formas diferentes, en función del observador (agente dinámico del binomio) y se puede hablar del paisaje geográfico, artístico, cultural, natural, urbano, etc. Por tanto, el valor del paisaje depende del sujeto observador, es decir, de su percepción, la cual está matizada por factores sociales y personales.

En relación con el paisaje, la condición de uso del suelo urbano de este terreno constituye un elemento técnico de importancia; toda vez que este uso limita el manejo y aprovechamiento forestal y se contempla como incompatible en los instrumentos de planeación, lo que asegura que no existan conflictos ambientales entre ambos usos del suelo. El proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente” pretende llevar a cabo la construcción de una planta de tratamiento en un área donde se ubica una gran cantidad de fraccionamientos urbanos y otros por ubicarse sobre la zona.

La vegetación presente corresponde a vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) producto de la perturbación en la vegetación primaria, debido principalmente a actividades antropogénicas y fenómenos meteorológicos como son los recientes huracanes que se han presentado en la zona.

Asimismo, esta vegetación se encuentra altamente fragmentada por la presencia de una gran cantidad de desarrollos habitacionales producto del crecimiento poblacional, así como centros comerciales de autoservicio, gasolineras, escuelas e iglesias e industrialización que se registran en el mismo, entre otros, y comunicado a través de una importante vía de comunicación en la Ciudad de Cancún (Arco Vial).

La zona donde se pretende desarrollar el proyecto se ubica de manera contigua a una zona conurbada de la ciudad de Cancún, en donde los elementos antrópicos predominan sobre los naturales siendo, estos los fraccionamiento habitacionales y su equipamiento; aunado a lo anterior recordemos que de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, el predio del proyecto se ubica dentro de las Unidades de Gestión Ambiental con los siguientes usos potenciales: Área Natural y UMA's (predominantes), Forestal, Ecoturismo (compatibles), Suburbano, Urbano, Agropecuario, Acuacultura, Meliponicultura, Horticultura, Agroforestal, Minería, Industrial, Centro recreativo y Equipamiento (condicionados). En este orden de ideas, la belleza escénica a nivel natural, ya se encuentra reducida o planeada para su reducción por el desarrollo urbano de la zona.

- DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DEL PREDIO QUE INCLUYA LOS FINES A QUE ESTÉ DESTINADO, CLIMA, TIPOS DE SUELO, PENDIENTE MEDIA, RELIEVE, HIDROGRAFÍA Y TIPOS DE VEGETACIÓN Y DE FAUNA.

#### A) CONDICIÓN ACTUAL DEL PREDIO

En el predio donde se presente llevar a cabo la construcción de la “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente” tiene una superficie total de 200,000.025 metros cuadrados, dentro de este predio se encuentra construida una primera planta de tratamiento desde el año 2004 con una superficie ocupada de 56,605.03 metros cuadrados la cual fue autorizada por la Delegación de la SEMARNAT mediante la autorización S.G.P.A./DGIRA/.DEI.02720.04 de fecha 26 de octubre del 2004 (y modificación) la cual se encuentra en operación desde entonces. Asimismo existe un área de donación de vialidad al municipio conformada con una superficie de 17,295.58 metros cuadrados, la superficie restante está compuesta por vegetación de selva mediana con vegetación secundaria (VSA/SMQ) la cual abarca una superficie de 126,099.41 metros cuadrados. Actualmente se requiere el cambio de uso de suelo en una nueva superficie dentro del mismo predio donde se construirá el proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente” con una superficie a solicitar de 27,071.21 metros cuadrados.



Figura 4.17.- Planta de tratamiento que opera en el predio.

## B) FINES A LOS QUE ESTÁ DESTINADO EL PREDIO

El predio de interés se ubica al interior del Centro de Población de la ciudad de Cancún y los fines a los que está destinado están establecidos en los instrumentos de planeación ambiental y urbana que rigen sobre este centro urbano. De acuerdo con los lineamientos que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POELMBJ)<sup>12</sup> el predio de interés forma parte de la unidad en la unidad de gestión ambiental (UGA) número 21, denominada “Zona Urbana de Cancún”, la cual tiene asignada una política ambiental de “Aprovechamiento sustentable”. El Programa de Desarrollo Urbano del centro de Población de Cancún 2014-2030 le otorga un uso de suelo de equipamiento, infraestructura urbana.

El proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento Agua Residual Norponiente”, pretende la remoción de la vegetación de un terreno forestal para llevar a cabo la construcción de nuevas obras que serán utilizadas para el tratamiento de las aguas residuales generadas por la población de Cancún en el Municipio de Benito Juárez, de manera eficiente y con el mínimo impacto ambiental. Por lo que es necesario implementar la infraestructura para satisfacer los requerimientos de la población y proporcionar el servicio de tratamiento de agua residual a los ciudadanos de Cancún.

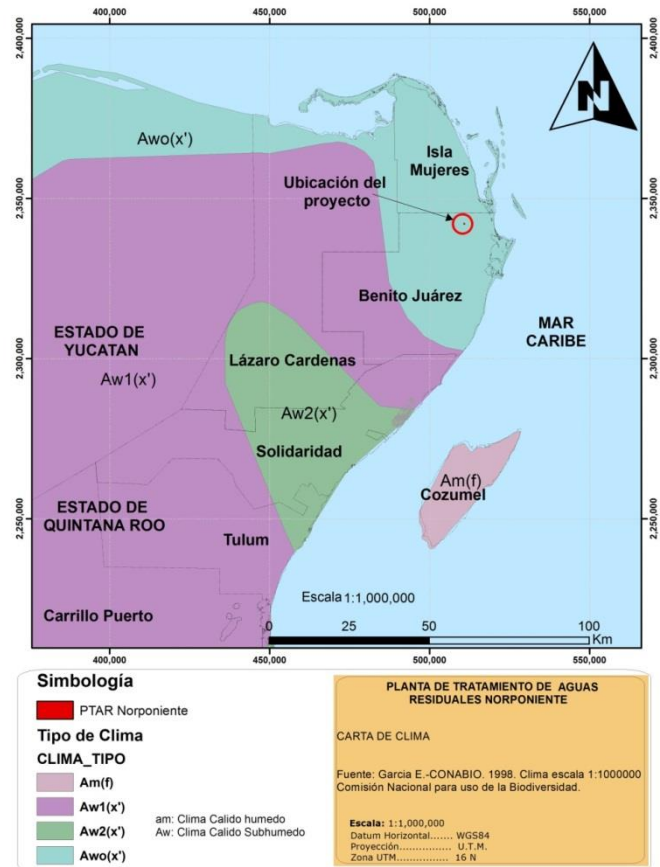
Es por ello que en términos generales los objetivos del presente proyecto están basados en contribuir al desarrollo planificado y ordenado que las autoridades y la población desean para la ciudad de Cancún, cabecera del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, incrementar la infraestructura de tratamiento para aguas residuales en la zona norponiente de la ciudad de Cancún que de acuerdo con los instrumentos de planeación se desea vaya la tendencia de crecimiento urbano, contribuir de manera directa en el sector inmobiliario, ya que habrá de favorecer la mejora en la calidad de vida y evitar problemas de olores por falta de capacidad de tratamiento en la zona antes mencionada.

## C) MEDIO ABIOTICO

### • CLIMA

Según la carta de climas escala 1:1'000,000 (INEGI), el predio presenta el subtipo climático Aw0, de acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1988). De acuerdo con esta autora el subtipo climático Aw0 presente en la zona Norte del estado de Quintana Roo corresponde a la variedad Ax'(w0)iw”, que corresponde a los climas con regímenes de lluvia repartidos en todo el año.

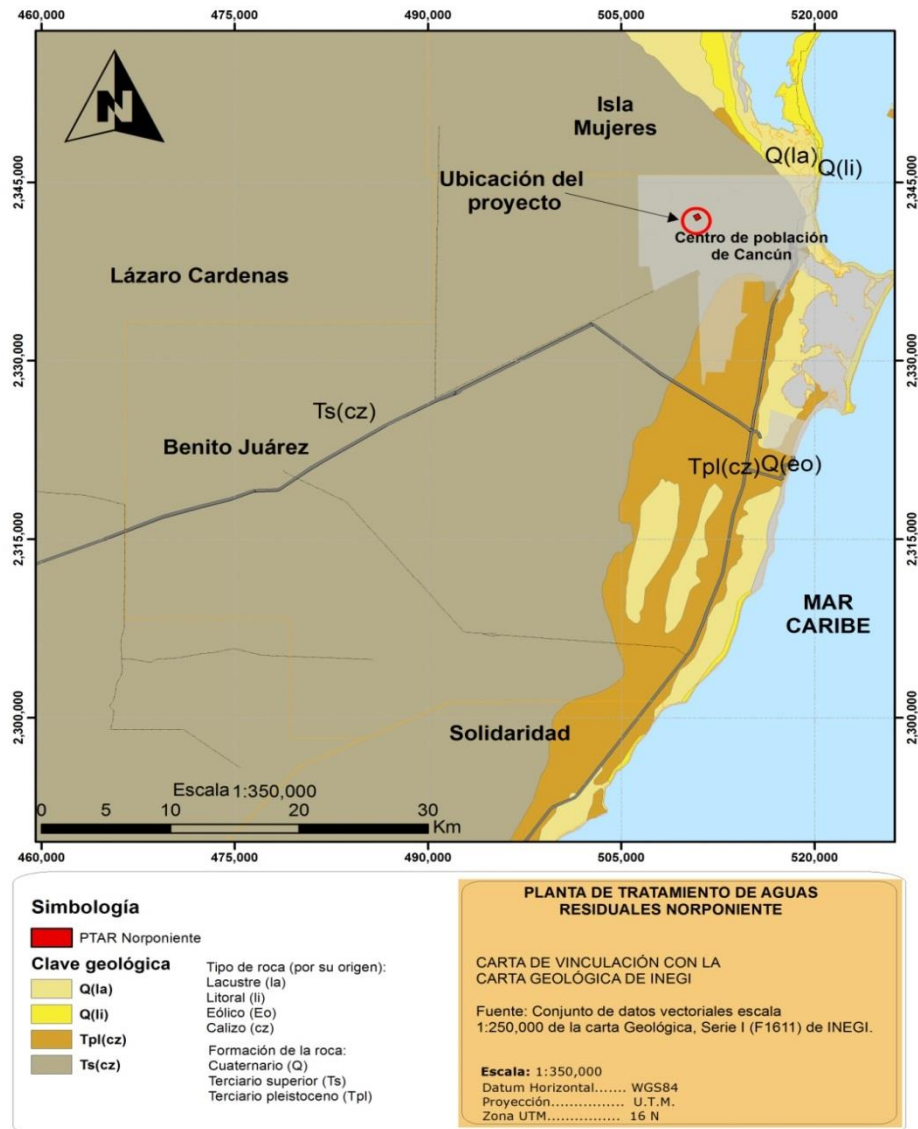
<sup>12</sup> Publicado el 27 de febrero 2014, en el periódico oficial del estado de Quintana Roo en Tomo I, número 19



**Figura 4.18.**-De acuerdo con la carta de clima, el predio de interés se ubica en una zona con el tipo de clima AWO(x')

- GEOLOGÍA**

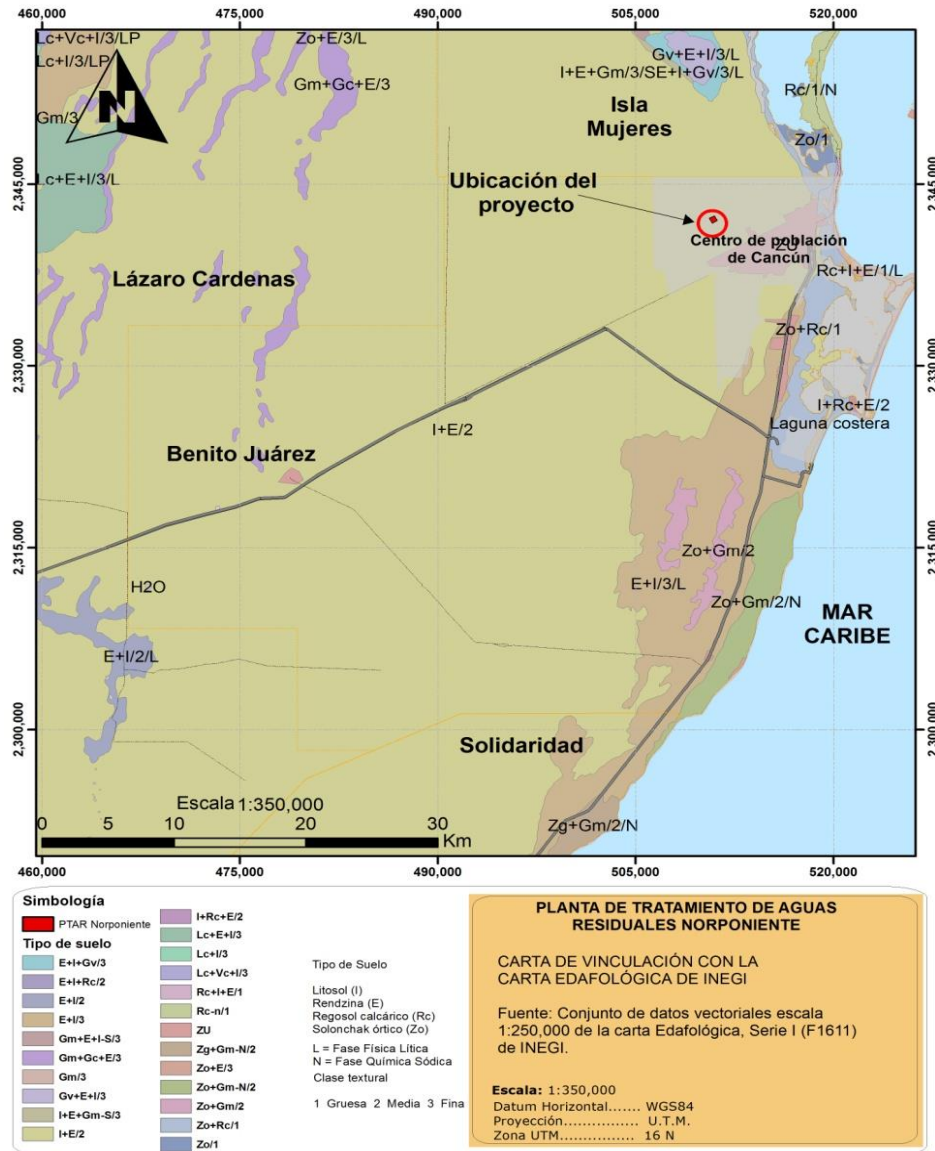
De acuerdo con la carta geológica de INEGI el predio presenta rocas sedimentarias calizas originadas en el Terciario Superior (unidad Ts(cz)), que corresponden a rocas calcáreas que es la dominante en la Subcuenca "a", en su sección más alejada de la costa (Figura xx). Durante el trabajo de muestreo realizado en el predio se pudo constatar la presencia de material sedimentario, en particular de calizas dispuestas en afloramientos rocosos, distribuido de manera uniforme en todo el predio.



**Figura 4.19.-**De acuerdo con la carta geológica de INEGI, el predio de interés se ubica en una zona geológica del Terciario superior dominada por roca caliza.

#### • TIPOS DE SUELO

El tipo de suelo en el predio es Litosol con Rendzina de clase textural media (I+E/2) (Figura 4.20), Este suelo es originado por la erosión de rocas sedimentarias, en particular de Calizas, que se caracteriza por presentar profundidades menores de 10 cm, limitados por la presencia de rocas calcáreas que son muy superficiales, su condición de fragilidad está en función del relieve y precipitación.



**Figura 4.20.-**De acuerdo con la carta edafológica de INEGI, se observa que el predio tuvo originalmente el tipo de suelo I+E/2, es decir, Litosol con Rendzina de clase textural media.

• **RELIEVE**

La topografía presente en el predio no muestra variaciones significativas, sólo se encuentra un microrelieve causado por las variaciones de profundidad del suelo y la heterogeneidad en distribución de los afloramientos calizos. El predio de interés se localiza mayormente por debajo del nivel de calle actual, es prácticamente plano, ya que carece de crestas u hondonadas de interés, con una variación entre la sección más elevada y la más baja de alrededor de 4 m, que le da una pendiente menor a 5% que desciende hacia el noroeste.

- **HIDROGRAFÍA**

Al igual que en gran parte del Norte de la Península de Yucatán, el predio de estudio presenta características cársticas, esta característica permite que el agua de precipitación pluvial se infiltre de manera rápida sin permitir la existencia de corrientes superficiales, por lo cual se estima que los coeficientes de escurrimiento presentes en el predio son de 0 a 5%, lo cual nos indica que superficialmente puede escurrir máximo el 5% de la precipitación total que se presente en el terreno.

Por otro lado, en el área de afectación no existen cuerpos de agua superficiales y tampoco sitios inundables. De acuerdo con un estudio realizado por la Comisión Nacional del Agua en el 2001, el flujo del escurrimiento subterráneo en la zona Norte del Estado de Quintana Roo se da en dirección perpendicular a la línea de costa, aunque a una escala de detalle se ha determinado que los flujos de agua subterránea de esta región son mucho más complejos, incluso con entrada y salida de agua simultáneamente en la zona más cercana a la costa.

#### **D) MEDIO BIOTICO**

- **CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DEL PREDIO**

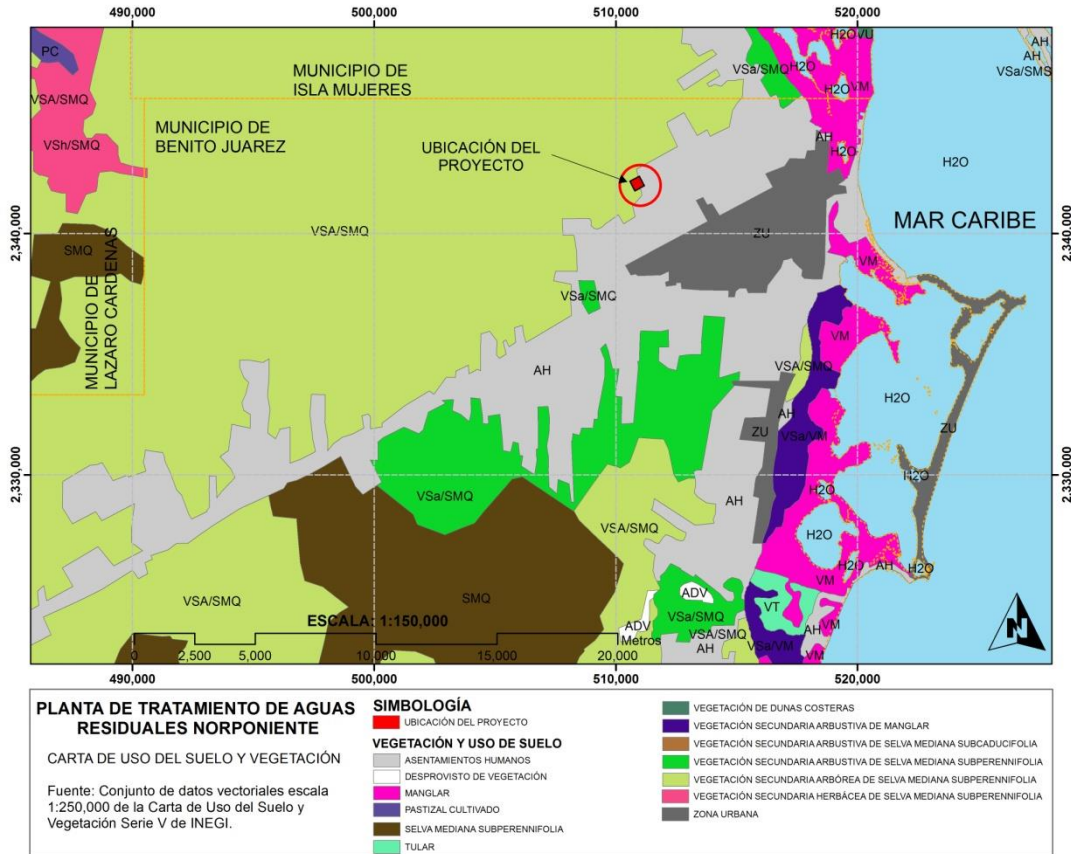
Con el propósito de conocer el tipo de vegetación, el estado que guarda la cobertura vegetal y las especies que se distribuyen en el predio de interés, en el mes de diciembre de 2014 y enero de 2015 se realizaron los estudios tendientes a la descripción de la vegetación presente en el predio. En las siguientes páginas se presentan los resultados de estas prospecciones.

#### **Tipos de vegetación en el predio**

De acuerdo con la carta de Uso del Suelo y Vegetación 1:250,000 Serie V editada por el INEGI, la cubierta vegetal en el predio correspondió a vegetación de selva mediana con vegetación secundaria de tipo arbórea (VSA/SMQ), misma que ha sido afectada por el paso del fenómenos hidrometeorológicos principalmente el que afectó la zona en agosto del 1988.

Es importante recalcar que los recorridos realizados por el predio y de la información obtenido del inventario forestal, se pudo constatar que la vegetación que existe en el área del proyecto que se propone es de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. (Figura 4.21)





**Figura 4.21.-**De acuerdo con la carta de uso del suelo y vegetación de INEGI, Serie V, el predio de interés se ubica en una zona urbana, sin vegetación aparente.

### Caracterización del tipo de vegetación

En el predio donde se pretende desarrollar el proyecto, la vegetación corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia sin embargo se encuentra representada por sus tres estratos; herbácea, arbustiva y arbóreo, con predominancia de árboles jóvenes de mediana talla cuyo origen se debe de la modificación de su estructura por la manifestación de fenómenos hidrometeorológicos, misma que presenta individuos que llegan alcanzar alturas de entre 3.5 y hasta individuos que alcanzan los 10 m. Las especies de mayor relevancia son: *Ficus cotinifolia*, *Lysiloma latisiliquum*, *Bursera simaruba*, *Metopium brownei*, *Vitex gaumeri*, *Piscidia piscipula*, entre otros.

### Procedimientos para la descripción de la vegetación.

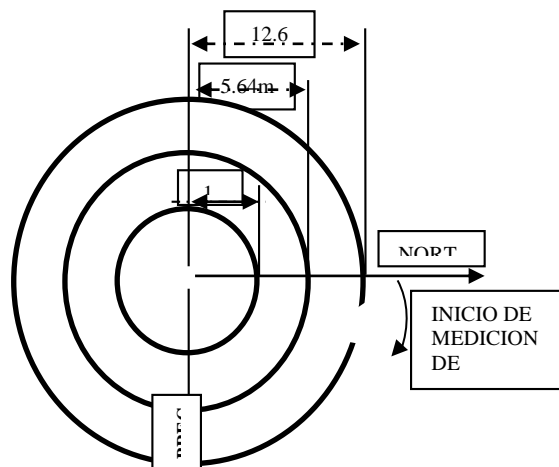
La colecta de datos para la caracterización de la vegetación de este predio, se realizó en dos etapas. El trabajo de gabinete consistió en la recopilación de información técnica en fuentes secundarias y la revisión de estudios de vegetación realizados en el norte de Quintana Roo. Durante el trabajo de campo se obtuvieron fotografías del predio, se realizaron recorridos en el

terreno para verificar los límites de la propiedad, reconocer los tipos de vegetación presentes a partir de sus diferencias fisonómicas y para identificar evidencias de usos y perturbaciones previas en la vegetación.

**Forma y tamaño de las unidades de muestreo.**

Para calcular la densidad relativa, frecuencia relativa, dominancia relativa, el valor de importancia e índice de Shannon–wiener para el predio se utilizaron 6 sitios de muestreo en donde se registran individuos de los tres estratos identificados, herbáceo, arbustivo y arbóreo. Dichos cálculos serán los mismos para la estimación del volumen en la superficie de cambio de uso de suelo.

Las unidades de muestreo consistieron en unidades circulares o sitios circulares con subunidades concéntricas de diferentes dimensiones. Tomando en cuenta las características de la vegetación existente en el predio en donde se desarrollan e interactúan arboles maduros, jóvenes, delgados, arbustos y plantas herbáceas, el tamaño de cada unidad de muestreo consistió en una unidad de 500 m<sup>2</sup>, con subunidades concéntricas de 100 m<sup>2</sup> y 5 m<sup>2</sup>, la forma del muestreo fue iniciando dirección norte y siguiendo el sentido de las manecillas del reloj como se presenta esquemáticamente en la Figura 4.22.



**Figura 4.22.**-Esquema de las unidades circulares o concéntricas utilizadas en el levantamiento de datos de campo del estudio base.

Los parámetros que se establecieron para la toma de datos de cada unidad, con sus correspondientes subunidades de muestreo se presentan en la tabla siguiente.

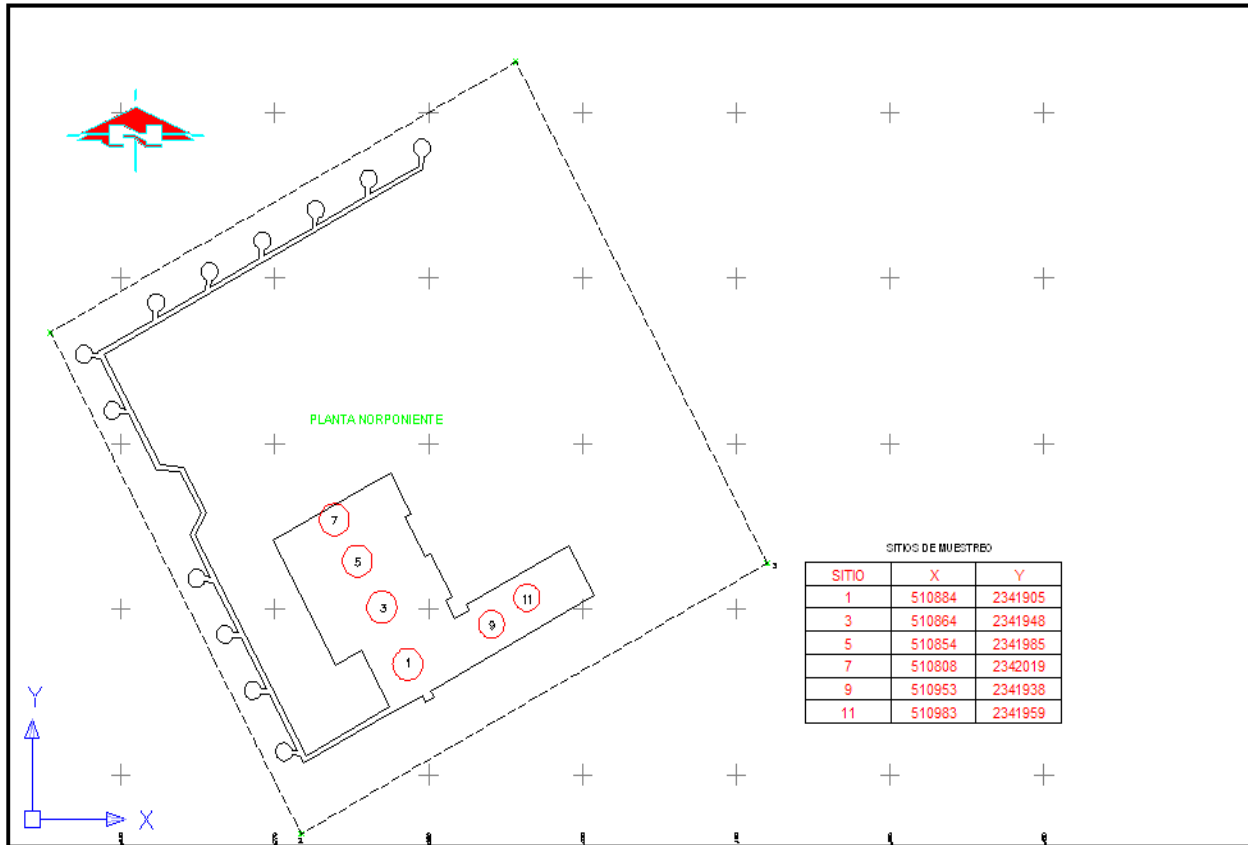
Tamaño de unidad y sub-unidad	Parámetros para la toma de datos
Sitio de 500 m <sup>2</sup> Radio de 12.6 m	Se tomaron los datos de todos aquellos individuos con diámetro normal mayor igual a 10 cm. (Estrato arbóreo).
Sitio de 100 m <sup>2</sup> Radio de 5.64 m	Se tomaron los datos de todos aquellos individuos juveniles y arbustos que tengan diámetro normal en el rango de 3 cm y menor a 9.9 cm. (Estrato arbustivo).
Sitio de 5 m <sup>2</sup> Radio de 1.26 m	Se registra la información correspondiente a la regeneración natural de las especies presentes que se encuentren desarrollando a nivel de estrato herbáceo.

**Tabla 4.18.-** Parámetros establecidos para la toma de datos en cada uno de los sitios de muestreo.

Los sitios de muestreo que se establecieron para medir la riqueza en el predio y por consecuente en la superficie propuesta de CUSTF como se ha mencionado se realizaron en 6 sitios. En la tabla 4.19 y en la figura 4.23 se presenta las coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo.

Núm. Sitio	Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)	
	X	Y
1	510884	2341905
3	510864	2341948
5	510854	2341985
7	510808	2342019
9	510953	2341938
11	510983	2341959

**Tabla 4.19.-** Se presentan las coordenadas en UTM de los sitios de muestreo empleados durante el levantamiento de datos en campo. Datum WGS-84 México.



**Figura 4.23.-** Distribución de las unidades de muestreo utilizadas en el levantamiento de datos de campo

El listado de las especies observadas dentro del predio se preparó de acuerdo con la nomenclatura propuesta por Carnevalli et al., (2010), avalado por CONABIO y se ordenó alfabéticamente por familias y especies. Se incluyen las categorías de forma de vida correspondientes a cada especie y las categorías de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con los datos que se obtuvieron de los sitios de muestreo se estima:

- La densidad relativa ( $DR = \text{número de individuos de cada especie} / \text{número total de individuos} \times 100$ ).
- La frecuencia relativa ( $FR = \text{frecuencia de cada especie} / \text{frecuencia total de todas las especies} \times 100$ ).
- La dominancia relativa ( $DMR = \text{dominancia de cada especie} / \text{dominancia de todas las especies} \times 100$ ) se calculó el área basal de cada especie a partir de la sumatoria del área basal de cada individuo (diámetro al cuadrado  $\times 3.1416/4$ ).
- Por último, se estimó el valor de importancia relativa de cada especie ( $VIR = DR + FR + DMR$ ).

Se analiza la diversidad de especies por estrato para observar la variación de la riqueza y la abundancia de las especies de los grupos diamétricos registrados en las unidades de muestreo. Para este análisis se utilizó el índice de Shannon Wiener ( $H'$ ), este índice refleja la relación entre riqueza y uniformidad (Magurran, 1988; citado por Moreno C., 2002).

Fórmula para calcular el índice de Shannon Wiener ( $H'$ ):

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde:

$H'$  = contenido de la información de la muestra.

$P_i$  = proporción de la muestra que pertenecen a la especie  $i$ .

Para conocer la distribución de los individuos entre las especies registradas por grupo diamétrico se calculó el índice de Equidad de Pielou (Moreno, 2001).

Índice de Equidad de Pielou.

$$E = H / H_{max},$$

Donde:

$E$  = Equidad

$H$  = Diversidad de especies

$H_{max}$  = Diversidad de especies máxima =  $\log S$

Los factores ambientales y antropogénicos que han afectado al área, se analizaron para evaluar el estado actual de la vegetación. Este análisis sirve de base para respaldar las recomendaciones sobre las medidas de mitigación que se proponen en función de las condiciones de la vegetación y de las especies seleccionadas, que se encuentran dentro del predio.

### Descripción de la Vegetación en el predio.

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación, serie V del INEGI, (escala 1:250,000), y los resultados obtenidos del trabajo de campo realizado, la vegetación predominante en este predio es de vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) en proceso de desarrollo y recuperación debido al deterioro de los últimos años.

En el área que se propone para CUSTF que cuenta con una superficie total de 2.7 hectáreas, de acuerdo con los resultados obtenidos del trabajo de campo se identificó un tipo de vegetación a lo largo de todo el predio. La vegetación corresponde a vegetación secundaria arbórea derivada de una selva mediana subperennifolia, en la que predominan especies propias del dosel original como son: chaka (*Bursera simaruba*), chechen negro (*Metopium brownei*), chicozapote (*Manilkara zapota*), tzalam (*Lysiloma latisiliquum*), yaaxnik (*Vitex gaumeri*), entre otras. Como se ha mencionado, algunos ejemplares de estas especies pueden llegar a presentar alturas de hasta

10 m; la gran mayoría de los individuos con tallos delgados y algunos individuos aislados con tallos por arriba de los 50 cm en DAP.



**Figura 4.24.-** Características de la vegetación secundaria de selva mediana predominante en el predio.

Se representa el mapa de vegetación con la distribución espacial de las condiciones de la vegetación que se detectaron mediante la interpretación de imágenes de satélite y recorridos de campo en este predio la vegetación predominante es el ecosistema de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

El procedimiento para elaborar el Mapa de vegetación de este predio se describe a continuación: tomando como base el mapa topográfico georeferenciado con el polígono del predio, se lleva a cabo en gabinete un proceso de análisis e interpretación de imágenes aéreas. Es importante reconocer que las condiciones de la vegetación registradas en este predio, derivan de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en la mayor parte del predio, por lo que el mapa de vegetación definitivo que se presenta es congruente con los valores obtenidos de los sitios de muestreo. En la tabla 4.20 e imagen del plano de la vegetación actual del predio se representa la distribución y las superficies que ocupan las comunidades vegetales son de 126,099.41 m<sup>2</sup> de vegetación secundaria de selva mediana, la superficie autorizada 56,605.03 metros cuadrados y el área de donación de 17,295.58 metros cuadrados.

Distribución de la vegetación	m <sup>2</sup>	Has	%
Vegetación secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ)	126,099.41	12.60	63.04
Superficie autorizada (primer proyecto)	56,605.03	5.66	28.30
Área de donación (Vialidad del municipio)	17,295.58	1.72	8.64
TOTAL			100.00

**Tabla 4.20.-** Superficie y porcentaje de ocupación de las condiciones de la vegetación en el predio del proyecto.



**Figura 4.25.-** Distribución espacial de las condiciones de la vegetación secundaria arbórea de una selva mediana subperennifolia.

### Composición de especies florísticas.

Con el propósito de conocer la cobertura vegetal y las especies que se distribuyen en el área de interés, se realizaron recorridos por todo el terreno y en general, en toda la zona. Durante los recorridos de campo realizando registro y con base en el apoyo bibliográfico y el conocimiento previo de personal conocedor de la vegetación forestal, se registraron las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas observadas directamente, con el fin de conformar un listado florístico de la vegetación que interactúa con el predio y conspicuas en las colindancias.

La vegetación al interior del predio alcanza una riqueza de 76 especies, de las cuales 53 especies son árboles, 8 especies son arborescentes y arbustivas, 7 son herbáceas, 3 especies son rastreras y trepadoras, 3 son palmas y 2 son epifitas.

De acuerdo con el espectro de formas de vida, se puede observar que la mayor parte de las



especies registradas por su composición y estructura son árboles, seguido de arbustos y herbáceas. Estas especies se encuentran agrupadas en 39 Familias, de las cuales las Leguminosas o Fabaceae son las más abundantes con 13 especies identificadas.

No.	FAMILIA	NOMBRE COMUN	ESPECIE	FORMA DE VIDA	CATEGORÍA DE PROTECCIÓN
1	AMARANTHACEAE	KIXTEE	<i>Amaranthus spinosus</i>	Herbácea	
2	ANACARDIACEAE	CHECHEM	<i>Metopium brownei</i>	Árbol	
3	APOCINACEAE	AKITZ	<i>Cascabela gaumeri</i>	Árbol	
4	ARACEAE	BOBTUM	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	Epífita	
5	ARACEAE	TELÉFONO	<i>Syngonium sp.</i>	Trepadora	
6	ARALIACEAE	SAKCHACA	<i>Dendropanax arboreus</i>	Árbol	
7	BIGNONIACEAE	ANIK KA	<i>Arrabidaea floribunda</i>	Trepadora	
8	BORAGINACEAE	SIRICOTE	<i>Cordia dodecandra</i>	Árbol	
9	BROMELIACEAE	BROMELIA	<i>Bromelia pinguin</i>	Arbustiva	
10	BURSERACEAE	CHACA	<i>Bursera simaruba</i>	Árbol	
11	BURSERACEAE	COPAL	<i>Protium copal</i>	Árbol	
12	CLUSIACEAE	CHUNUP	<i>Clusia flava</i>	Árbol	
13	COMMELINACEAE	MAGUEY MORADO	<i>Tradescantia spathacea</i>	Herbácea	
14	COMPOSITAE	EUDA	<i>Eupatorium daleoides</i>	Arbustiva	
15	CYPERECEAE		<i>Cyperus sp</i>	Herbácea	
16	EBENACEAE	SILIL	<i>Diospyros cuneata</i>	Árbol	
17	EBENACEAE	DIVE	<i>Diospyros verae-crucis</i>	Árbol	
18	EUPHORBIACEAE	CHAYA DE MONTE	<i>Cnidoscolus multilobus</i>	Arbustiva	
19	EUPHORBIACEAE	CROTON	<i>Croton niveus</i>	Árbol	
20	EUPHORBIACEAE	YAITE	<i>Gymnanthes lucida</i>	Árbol	
21	ICACINACEAE	UVASCHE	<i>Ottoschulzia pallida</i>	Árbol	
22	LAURACEAE	NECO	<i>Nectandra coriacea</i>	Árbol	
23	LEGUMINOSAE	SUBIN	<i>Acacia cornigera</i>	Arbustiva	
24	LEGUMINOSAE	PATA DE VACA	<i>Bahuinia divaricata</i>	Árbol	
25	LEGUMINOSAE	PATA DE VENADO	<i>Bahuinia jenningsii</i>	Arbustiva	
26	LEGUMINOSAE	KITINCHE	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Árbol	
27	LEGUMINOSAE	DZUDZUK	<i>Diphysa yucatanensis</i>	Árbol	
28	LEGUMINOSAE	CHACMOLCHE	<i>Eritrina standleyana</i>	Árbol	
29	LEGUMINOSAE	SAKYAB	<i>Gliricidia sepium</i>	Árbol	
30	LEGUMINOSAE	WAXIM	<i>Leucaena leucocephala</i>	Árbol	
31	LEGUMINOSAE	KANASIN	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Árbol	
32	LEGUMINOSAE	TZALAM	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Árbol	
33	LEGUMINOSAE	JABIN	<i>Piscidia piscipula</i>	Árbol	
34	LEGUMINOSAE	KATALOX	<i>Swartzia cubensis</i>	Árbol	
35	LEGUMINOSAE	CACAOCHE	<i>Zygia stevensonii</i>	Árbol	
36	MALPIGHIACEAE	WAYACTE	<i>Malpighia glabra</i>	Árbol	

37	MALVACEAE	PIM, POCHOTE	<i>Ceiba aesculifolia</i>	Árbol	
38	MALVACEAE	MAJAHUA	<i>Hampea trilobata</i>	Árbol	
39	MALVACEAE	TULIPAN	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Arbustiva	
40	MORACEAE	RAMON	<i>Brosimum alicastrum</i>	Árbol	
41	MORACEAE	ALAMO	<i>Ficus cotinifolia</i>	Árbol	
42	MORACEAE	FIOB	<i>Ficus obtusifolia</i>	Árbol	
43	MORACEAE	FIPE	<i>Ficus pertusa</i>	Árbol	
44	MYRSINACEAE	PICO DE PALOMA	<i>Parathesis cubana</i>	Arbustiva	
45	MYRTACEAE	EUGENIA	<i>Eugenia sp.</i>	Árbol	
46	NINCAGINACEAE	TATSI	<i>Neea psychotrioides</i>	Árbol	
47	ORCHIDACEAE	ORQUIDEA	<i>Oeceoclades maculata</i>	Herbácea	
48	ORCHIDACEAE	DAMA DE NOCHE	<i>Brassavola grandiflora</i>	Epífita	
49	PALMAE	XIAT	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Palma	
50	PALMAE	GUANO	<i>Sabal yapa</i>	Palma	
51	PALMAE	CHIT	<i>Thrinax radiata</i>	Palma	Amenazada
52	PASSIFLORACEAE		<i>Passiflora sp.</i>	Trepadora	
53	POACEAE	SIIT	<i>Lasiacis divaricata</i>	Herbácea	
54	POACEAE	KANCHIN	<i>Ichnanthus lanceolatus</i>	Herbácea	
55	POLYGONACEAE	COAC	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Árbol	
56	POLYGONACEAE	SAKBOB	<i>Coccoloba diversiflora</i>	Árbol	
57	POLYGONACEAE	BOB	<i>Coccoloba spicata</i>	Árbol	
58	POLYGONACEAE	TSITSILCHE	<i>Gymnopodium floribundum</i>	Árbol	
59	PORTULACACEAE	VERDOLAGA	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Herbácea	
60	PUTRANJIVACEAE	EKULUB	<i>Drypetes lateriflora</i>	Árbol	
61	RUBIACEAE	ALSEIS	<i>Alseis yucatanensis</i>	Árbol	
62	RUBIACEAE	TASTAB	<i>Guettarda elliptica</i>	Árbol	
63	RUBIACEAE	CAFÉ	<i>Psychotria nervosa</i>	Arbustiva	
64	RUBIACEAE	RANDIA	<i>Randia aculeata</i>	Árbol	
65	RUTACEAE	NARANJACHE	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	Árbol	
66	SALICACEAE	XIMCHE	<i>Casearia corymbosa</i>	Árbol	
67	SAPINDACEAE	CUDE	<i>Cupania dentata</i>	Árbol	
68	SAPINDACEAE	WAYAMCOX	<i>Exothea diphylla</i>	Árbol	
69	SAPINDACEAE	HUAYA	<i>Talisia olivaeformis</i>	Árbol	
70	SAPINDACEAE	KANCHUNUP	<i>Thouinia paucidentata</i>	Árbol	
71	SAPOTACEAE	CHIKE	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Árbol	
72	SAPOTACEAE	ZAPOTE	<i>Manilkara zapota</i>	Árbol	
73	SAPOTACEAE	KANISTE	<i>Pouteria campechiana</i>	Árbol	
74	SIMARUBACEAE	NEGRITO	<i>Simariba glauca</i>	Árbol	
75	URTICACEAE	GUARUMBO	<i>Cecropia peltata</i>	Árbol	
76	VERBENACEAE	YAAXNIK	<i>Vitex gaumeri</i>	Árbol	

**Tabla 4.21.-** Riqueza florística registrada en el predio objeto de estudio y su correspondiente forma de vida y categoría de protección.

## Especies protegidas.

Entre las categorías de riesgo que tiene establecida la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección Ambiental Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio de lista de especies en riesgo publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de diciembre de 2010, para las especies de flora que habitan el territorio nacional (SEMARNAT, 2010) en este predio solo se identificaron especies de plantas que corresponden a la categoría de Amenazada.

Amenazada (A).- Aquella especie, o poblaciones de la misma, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. (Esta categoría coincide parcialmente con la categoría vulnerable de la clasificación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, UICN).

De acuerdo con la información recopilada en este predio, se registró una especie, que se reporta como Amenazada. La especie citada con estatus de amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 es: la palma Chit (*Thrinax radiata*).

Al respecto se observa que esta especie presenta un buen número de individuos en el predio. Ante tal situación, se tiene contemplada dar prioridad a la especie como la palma chit, entre otras especies nativas para su rescate y reforestación.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010 Estatus
<i>Thrinax radiata</i>	Palma Chit	Amenazada

**Tabla 4.22.-** Especie bajo estatus de amenazada observada en el predio listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

## Densidad de individuos en el predio.

El resultado del número de individuos por cada uno de los estratos, herbáceo, arbustivo y arbóreo por la superficie total del predio y por hectárea se presenta en los siguientes cuadros.

La información obtenida de los muestreos de campo para el estrato conformado por individuos con un DN menor de 3 cm se señala en la tabla siguiente, donde se presenta la densidad registrada de individuos para 30 m<sup>2</sup> muestreados y su extrapolación para una hectárea (tabla 4.23). Se observa que la especie más abundante es la palma chit con estimaciones de 2,667 individuos por hectárea, que en conjunto con el resto de las especies citadas son características de Selva mediana subperennifolia y corresponden a estadios juveniles de las especies que conforman los estratos arbustivo y arbóreo.

Nombre científico	Nombre común	D-MUESTREO	D/HA
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	3	1000
<i>Zygia stevensonii</i>	CACAOCHE	1	333
<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	3	1000
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	8	2667
<i>Croton niveus</i>	CROTON	1	333
<i>Sabal yapa</i>	GUANO	1	333
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	1	333
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	1	333
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	1	333
<i>Brosimum alicastrum</i>	RAMON	1	333
<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	1	333
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	3	1000
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	1	333
<i>Gymnanthes lucida</i>	YAITE	2	667
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	4	1333

**Tabla 4.23.-** Número de individuos por especie en los 6 sitios de muestreo y por hectárea en el estrato herbáceo.

La información obtenida de los muestreos de campo para el estrato arbustivo conformado por individuos con un DAP desde 3 cm y hasta 9.9 cm se señala en la tabla siguiente, donde se presenta la densidad registrada de individuos en 600 m<sup>2</sup> y su extrapolación para una hectárea (tabla 4.24). Las especies más abundantes son: chaca (*Bursera simarouba*) 367, *Ficus pertusa* con 200 y chechem (*Metopium brownei*) 183 individuos por hectárea; todas sin excepción son propias e indicadores de vegetación de Selva mediana subperennifolia.

Nombre científico	Nombre común	D-MUESTREO	D/HA
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	2	33
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	9	150
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	3	50
<i>Bursera simarouba</i>	CHACA	22	367
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	11	183
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	CHIKE	1	17
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	1	17
<i>Croton niveus</i>	CROTON	4	67
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	8	133
<i>Eupatorium daleoides</i>	EUDA	1	17
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	12	200

<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3	50
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	8	133
<i>Randia aculeata</i>	RANDIA	1	17
<i>Coccoloba diversifolia</i>	SAKBOB	1	17
<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	6	100
<i>Diospyros cuneata</i>	SILIL	5	83
<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	5	83
<i>Neea psychotrioides</i>	TATSI	1	17
<i>Ottoschulzia pallida</i>	UVASCHE	1	17
<i>Malpighia glabra</i>	WAYACTE	1	17
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	4	67

**Tabla 4.24.-** Número de individuos por especie en los 6 sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbustivo.

En el caso del estrato arbóreo conformado por los individuos de 10 cm de DAP en adelante, en la tabla siguiente, se señala el número de individuos por especie registrados en los 6 sitios de muestreo (3,000 m<sup>2</sup>) y su extrapolación para una hectárea (tabla 4.25). En este estrato destaca el tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) como la especie más conspicua con estimaciones de 120 individuos por hectárea.

Nombre científico	Nombre común	D-MUESTREO	D/HA
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	3	10
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	24	80
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5	17
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	6	20
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	CHIKE	1	3
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	2	7
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	3	10
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	1	3
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	11	37
<i>Sabal yapa</i>	GUANO	1	3
<i>Cecropia peltata</i>	GUARUMBO	2	7
<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	6	20
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	2	7
<i>Thouinia paucidentata</i>	KANCHUNUP	1	3
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	1	3
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	7	23
<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	2	7
<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	10	33

<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	6	20
<i>Gliricidia sepium</i>	SAKYAB	6	20
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	36	120
<i>Ottoschulzia pallida</i>	UVASCHE	2	7
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	25	83
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	3	10

**Tabla 4.25.-** Número de individuos por especie en los 6 sitios de muestreo y por hectárea en el estrato arbóreo.

### Estructura de la comunidad vegetal en el predio.

En el estudio se estimaron en promedio para el estrato herbáceo 10,667 individuos por hectárea con una altura promedio de 1 m; para el estrato arbustivo, se estiman en promedio 1,833 individuos por hectárea con una altura promedio de 4.5 m y un DAP de 5.4 cm; para el estrato arbóreo, se estima 553 individuos por hectárea, con una altura promedio de 7.4 m y 15.3 cm de DAP (tabla 4.26).

Valores Promedio	Estratos		
	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo
Individuos/ha	10,667	1,833	553
Altura máxima (m)	2	7	10
Altura promedio (m)	1	4.5	7.4
DAP promedio ( cm)		5.4	15.3

**Tabla 4.26.-** Valores del número de individuos por hectárea, altura máxima, altura promedio y DAP por grupo diamétrico de la Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

### Resultados de los valores obtenidos de Importancia Ecológica en el predio.

La información del valor de importancia relativa generado a partir de los muestreos para los diversos estratos de la comunidad se presenta en las siguientes tablas.

Nombre científico	Nombre común	D	DR	F	FR	VIR
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	3	9.38	3	12.00	21.3
<i>Zygia stevensonii</i>	CACAOCHE	1	3.13	1	4.00	7.1
<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	3	9.38	2	8.00	17.3
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	8	25.00	4	16.00	41.0
<i>Croton niveus</i>	CROTON	1	3.13	1	4.00	7.1
<i>Sabal yapa</i>	GUANO	1	3.13	1	4.00	7.1
<i>Lonchocarpus rupestris</i>	KANASIN	1	3.13	1	4.00	7.1

<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	1	3.13	1	4.00	7.1
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	1	3.13	1	4.00	7.1
<i>Brosimum alicastrum</i>	RAMON	1	3.13	1	4.00	7.1
<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	1	3.13	1	4.00	7.1
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	3	9.38	2	8.00	17.3
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	1	3.13	1	4.00	7.1
<i>Gymnanthes lucida</i>	YAITE	2	6.25	2	8.00	14.2
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	4	12.50	3	12.00	24.5
		32	100.00	25	100.00	200

**Tabla 4.27.-** Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato herbáceo área del predio de individuos con un DN menor de 3 cm.

Nombre científico	Nombre común	D	DR	F	FR	DM	DMR	VIR
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	2	2.08	1	2.632	0.007	3.198	7.9
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	9	9.38	3	7.895	0.029	12.401	29.6
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	3	3.13	3	7.895	0.006	2.590	13.6
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	22	22.92	4	10.526	0.053	22.642	56.0
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	11	11.46	3	7.895	0.030	12.639	31.9
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	CHIKE	1	1.04	1	2.632	0.002	0.839	4.5
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	1	1.04	1	2.632	0.004	1.888	5.5
<i>Croton niveus</i>	CROTON	4	4.17	1	2.632	0.008	3.209	10.0
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	8	8.33	3	7.895	0.027	11.609	27.8
<i>Eupatorium daleoides</i>	EUDA	1	1.04	1	2.632	0.001	0.511	4.1
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	12	12.50	4	10.526	0.035	14.983	38.0
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3	3.13	2	5.263	0.007	2.872	11.2
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	8	8.33	4	10.526	0.016	6.639	25.4
<i>Randia aculeata</i>	RANDIA	1	1.04	1	2.632	0.001	0.537	4.2
<i>Coccoloba diversifolia</i>	SAKBOB	1	1.04	1	2.632	0.002	1.015	4.6
<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	6	6.25	1	2.632	0.007	3.141	12.0
<i>Diospyros cuneata</i>	SILIL	5	5.21	4	10.526	0.010	4.459	20.1
<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	5	5.21	3	7.895	0.010	4.480	17.5
<i>Neea psychotrioides</i>	TATSI	1	1.04	1	2.632	0.001	0.537	4.2
<i>Ottoschulzia pallida</i>	UVASCHE	1	1.04	1	2.632	0.004	1.598	5.2
<i>Malpighia glabra</i>	WAYACTE	1	1.04	1	2.632	0.001	0.592	4.2
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	4	4.17	1	2.632	0.014	5.906	12.7
		96	100.00	38	100.000	0.234	100	300

**Tabla 4.28.-** Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbustivo área del predio (DN desde 3 cm y hasta 9.9 cm).

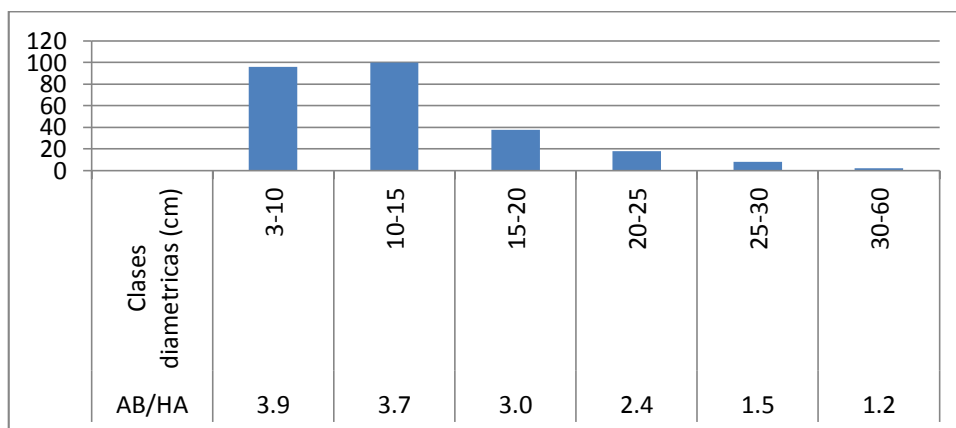
Nombre científico	Nombre común	D	DR	F	FR	DM	DMR	VIR
Cascabela gaumeri	AKITZ	3	1.81	1	1.69	0.04	1.27	4.7
Ficus cotinifolia	ALAMO	24	14.46	5	8.47	0.51	15.12	38.0
Bursera simaruba	CHACA	5	3.01	3	5.08	0.06	1.62	9.7
Metopium brownei	CHECHEM	6	3.61	3	5.08	0.06	1.85	10.5
Chrysophyllum mexicanum	CHIKE	1	0.60	1	1.69	0.02	0.72	3.0
Diospyros verae-crucis	DIVE	2	1.20	2	3.39	0.03	0.84	5.4
Drypetes lateriflora	EKULUB	3	1.81	2	3.39	0.04	1.27	6.4
Ficus obtusifolia	FIOB	1	0.60	1	1.69	0.03	1.00	3.3
Ficus pertusa	FIPE	11	6.63	4	6.78	0.13	3.69	17.1
Sabal yapa	GUANO	1	0.60	1	1.69	0.01	0.42	2.7
Cecropia peltata	GUARUMBO	2	1.20	1	1.69	0.04	1.28	4.1
Psicidia piscipula	JABIN	6	3.61	4	6.78	0.10	2.81	13.2
Lonchocarpus rugosus	KANASIN	2	1.20	2	3.39	0.02	0.66	5.2
Thouinia paucidentata	KANCHUNUP	1	0.60	1	1.69	0.02	0.51	2.8
Pouteria campechiana	KANISTE	1	0.60	1	1.69	0.02	0.64	2.9
Swartzia cubensis	KATALOX	7	4.22	2	3.39	0.17	5.13	12.7
Simaruba glauca	NEGRITO	2	1.20	1	1.69	0.03	0.86	3.7
Ceiba aesculifolia	PIM	10	6.02	3	5.08	0.34	10.11	21.2
Dendropanax arboreus	SAKCHACA	6	3.61	3	5.08	0.10	3.06	11.7
Gliricidia sepium	SAKYAB	6	3.61	3	5.08	0.18	5.17	13.8
Lysiloma latisiliquum	TZALAM	36	21.69	6	10.17	0.69	20.33	52.1
Ottoschulzia pallida	UVASCHE	2	1.20	1	1.69	0.02	0.52	3.4
Vitex gaumeri	YAAXNIK	25	15.06	6	10.17	0.43	12.63	37.8
Manilkara zapota	ZAPOTE	3	1.81	2	3.39	0.29	8.48	13.6
		166	100.00	59	100.00	3.40	100	300.0

**Tabla 4.29.-** Valor de Importancia Relativa (VIR). Estrato arbóreo área del predio de individuos con un DN de 10 cm en adelante.

Los valores de importancia obtenidos para los tres estratos de la vegetación, confirman la hipótesis de que la vegetación estudiada corresponde a una comunidad de selva mediana subperennifolia de carácter secundario donde los valores más altos corresponde a especies de rápido crecimiento.

Al graficar la distribución del área basal de acuerdo a los diferentes grupos diamétricos identificados para el presente estudio, se observa que la mayoría del área por hectárea se concentra sobre individuos jóvenes. Esto nos indica que se trata de una comunidad joven compuesta por individuos con tallos delgados en franco desarrollo. Figura 4.26.





**Figura 4.26.-** Distribución del área basal por hectárea de acuerdo a los diferentes grupos diamétricos  
**Resultados de los valores obtenidos de Diversidad florística en el predio.**

El índice se expresa como  $H'$  y contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Este índice normalmente se refiere con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). Entre mayor es el índice, mayor es la diversidad.

Nombre científico	Nombre común	D-MUESTREO	pi	-(pi)/(LNpi)	(LNpi)
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	3	0.09375	0.22191784	-2.36712361
<i>Zygia stevensonii</i>	CACAOCHE	1	0.03125	0.10830425	-3.4657359
<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	3	0.09375	0.22191784	-2.36712361
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	8	0.25	0.34657359	-1.38629436
<i>Croton niveus</i>	CROTON	1	0.03125	0.10830425	-3.4657359
<i>Sabal yapa</i>	GUANO	1	0.03125	0.10830425	-3.4657359
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	1	0.03125	0.10830425	-3.4657359
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	1	0.03125	0.10830425	-3.4657359
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	1	0.03125	0.10830425	-3.4657359
<i>Brosimum alicastrum</i>	RAMON	1	0.03125	0.10830425	-3.4657359
<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	1	0.03125	0.10830425	-3.4657359
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	3	0.09375	0.22191784	-2.36712361
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	1	0.03125	0.10830425	-3.4657359
<i>Gymnanthes lucida</i>	YAITE	2	0.0625	0.1732868	-2.77258872
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	4	0.125	0.25993019	-2.07944154
		32	1	2.42028232	
			H=	2.4	
			Hmax=	2.7	
			Equitabilidad=	0.9	

**Tabla 4.30.-** En el cuadro se presentan los valores de diversidad de especies (Índice de Shannon-Wiener) del estrato herbáceo.

Nombre científico	Nombre común	D-MUESTREO	pi	-(pi)(LNpi)	(LNpi)
Cascabela gaumeri	AKITZ	2	0.01818182	0.0728606	-4.00733319
Ficus cotinifolia	ALAMO	9	0.08181818	0.20481184	-2.50325579
Coccoloba spicata	BOB	3	0.02727273	0.09823277	-3.60186808
Bursera simaruba	CHACA	22	0.2	0.32188758	-1.60943791
Metopium brownei	CHECHEM	11	0.1	0.23025851	-2.30258509
Chrysophyllum mexicanum	CHIKE	1	0.00909091	0.04273164	-4.70048037
Thrinax radiata	CHIT	1	0.00909091	0.04273164	-4.70048037
Croton niveus	CROTON	4	0.03636364	0.12051585	-3.314186
Diospyros verae-crucis	DIVE	8	0.07272727	0.19062101	-2.62103882
Eupatorium daleoides	EUDA	1	0.00909091	0.04273164	-4.70048037
Ficus pertusa	FIPE	12	0.10909091	0.24169895	-2.21557372
Hampea trilobata	MAJAHUA	3	0.02727273	0.09823277	-3.60186808
Nectandra coriacea	NECO	8	0.07272727	0.19062101	-2.62103882
Randia aculeata	RANDIA	1	0.00909091	0.04273164	-4.70048037
Coccoloba diversifolia	SAKBOB	1	0.00909091	0.04273164	-4.70048037
Dendropanax arboreus	SAKCHACA	6	0.05454545	0.1586575	-2.9087209
Diospyros cuneata	SILIL	5	0.04545455	0.14050193	-3.09104245
Guettarda elliptica	TASTAB	5	0.04545455	0.14050193	-3.09104245
Neea psychotrioides	TATSI	1	0.00909091	0.04273164	-4.70048037
Ottoschulzia pallida	UVASCHE	1	0.00909091	0.04273164	-4.70048037
Malpighia glabra	WAYACTE	1	0.00909091	0.04273164	-4.70048037
Vitex gaumeri	YAAXNIK	4	0.03636364	0.12051585	-3.314186
		110	1	2.67177122	
			H=	2.7	
			Hmax=	3.1	
			Equitabilidad=	0.9	

**Tabla 4.31.-** En el cuadro, se presentan los valores de diversidad de especies (Índice de Shannon-Wiener) del estrato arbustivo.

Nombre científico	Nombre común	D-MUESTREO	pi	-(pi)/(LNpi)	(LNpi)
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	3	0.018	0.073	-4.013
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	24	0.145	0.280	-1.934
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5	0.030	0.105	-3.503
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	6	0.036	0.120	-3.320
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	CHIKE	1	0.006	0.031	-5.112
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	2	0.012	0.053	-4.419
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	3	0.018	0.073	-4.013
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	1	0.006	0.031	-5.112
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	11	0.066	0.180	-2.714
<i>Sabal yapa</i>	GUANO	1	0.006	0.031	-5.112
<i>Cecropia peltata</i>	GUARUMBO	2	0.012	0.053	-4.419
<i>Psycidia piscipula</i>	JABIN	6	0.036	0.120	-3.320
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	2	0.012	0.053	-4.419
<i>Thouinia paucidentata</i>	KANCHUNUP	1	0.006	0.031	-5.112
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	1	0.006	0.031	-5.112
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	7	0.042	0.134	-3.166
<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	2	0.012	0.053	-4.419
<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	10	0.060	0.169	-2.809
<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	6	0.036	0.120	-3.320
<i>Gliricidia sepium</i>	SAKYAB	6	0.036	0.120	-3.320
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	36	0.217	0.331	-1.528
<i>Ottoschulzia pallida</i>	UVASCHE	2	0.012	0.053	-4.419
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	25	0.151	0.285	-1.893
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	3	0.018	0.073	-4.013
		166	1.000	2.602	
			H=	2.6	
			Hmax=	3.2	
			Equitabilidad=	0.8	

**Tabla 4.32.-** En el cuadro, se presentan los valores de diversidad de especies (Índice de Shannon-Wiener) del estrato arbóreo.

De acuerdo con los resultados, la diversidad florística de los diferentes estratos es muy similar, siendo el estrato arbustivo el que presenta la mayor riqueza de especies con un valor H de 2.7, seguido del estrato arbóreo y herbáceo el menos diverso con un valor H de 2.4, este valor es considerado como mediano. Lo anterior nos indica que la vegetación se encuentra en un proceso de recuperación del dosel arbóreo.

La equitatividad (E) puede entenderse como que: tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede medir comparando la diversidad observada en

una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies. Respecto a la flora del predio la equidad no presenta grandes diferencias entre los tres estratos cada uno de ellos se distribuye prácticamente de manera equitativa, observándose una pequeña diferencia entre el estrato arbustivo contra los estratos herbáceos y arbóreos. De acuerdo con los valores obtenidos se puede apreciar que la vegetación presente en el predio del proyecto, respecto a los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo presenta una tendencia a la equidad, existiendo una variedad de especies en el área de estudio. Para el estrato herbáceo y arbustivo, los valores obtenidos son de 0.9 muy cercano a 1, y para el estrato arbóreo fue de 0.8 lo que significa que la equidad está muy bien repartida.

ESTRATOS	H	HMAX	E
Herbáceo	2.4	2.7	0.9
Arbustivo	2.7	3.1	0.9
Arbóreo	2.6	3.2	0.8

**Tabla 4.33.-**Diversidad de especies por estrato de acuerdo con el índice de Shannon-Wiener.

- **FAUNA EN EL PREDIO.**

La caracterización de la fauna en el sitio del proyecto “fue realizada con el objeto de describir la fauna de vertebrados que existen en él y determinar la presencia de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Metodología empleada.- La metodología empleada para el reconocimiento de los vertebrados terrestres se fundamenta en los trabajos de Acosta-Aburto (2001), Aranda-Sánchez (1981), Day et al. (1980), Gaviño et al. (1979), Manzanilla y Péfaur (2000), donde se indican formas de captura, observación y análisis de información sobre vertebrados terrestres. En la corroboración de los individuos se recurrió a listados y guías especializadas, particularmente en los trabajos de Berlanga (1993), Campbell (1999), Howell and Webb (1995), Lee (1996), Mackinnon (1986), Peterson and Chalif (1993), López-Ornat (1990), NGS (1995) y Navarro et al. (1990).

El reconocimiento de la fauna de vertebrados terrestres se realizó a partir de observaciones directas e indirectas. En todos los casos, las observaciones y registros se realizaron en un área de mayor extensión que la del predio; con la finalidad de obtener una mayor cobertura en los resultados. Con base en dichas técnicas, se elaboró el listado de la fauna del predio y sus inmediaciones. Las técnicas específicas empleadas para la identificación de las especies por grupo de fauna (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) se describen a continuación.

Herpetofauna.- En el caso de la herpetofauna se realizaron recorridos y se llevó a cabo un método combinado de búsqueda y detección. Este método permite desarrollar una lista de especies de un tipo de hábitat. No se realizaron capturas ni sacrificios de organismos, ya que el objetivo del estudio implicó únicamente la identificación en campo de los mismos, por lo que se recurrió

únicamente al método de observación directa. Se realizaron recorridos a pie, diurnos, a través de las brechas existentes en el área, para registrar todos los anfibios y reptiles observados. Se llevó a cabo una búsqueda de anfibios y reptiles en los microhábitats a lo largo de los senderos establecidos en el predio, revisando restos vegetales, rocas, troncos, etc. Durante los recorridos a través del área se trataron de observar huellas características que dejan algunos organismos al desplazarse. Así también se buscaron algunas señales que indican la presencia de estos organismos, tales como mudas, restos óseos, etc. Todas estas técnicas empleadas permiten verificar la ocurrencia (presencia) de especies en el área y son las más recomendadas para tal efecto.

Avifauna.- Para las aves se utilizaron binoculares para su observación a distancia y para determinar las especies se emplearon claves especializadas. Este método permite desarrollar una lista de especies en un tipo de hábitat. Se realizaron también registros de ejemplares observados durante todos los trabajos de campo relativos a flora. El objetivo de este estudio es registrar la ocurrencia (presencia) de las especies en el área, para lo cual la técnica empleada de observación directa cumple tal fin. El método utilizado por observación directa corresponde tanto a observaciones con ayuda de binoculares y fotografías, como al registro de sonidos como cantos y llamados de las aves. Toda la información fue verificada con la ayuda de guías de identificación de aves.

Mastofauna.- Se utilizó el método de observación directa, detección de rastros y huellas. Estos métodos permiten identificar la presencia de diversas especies en un tipo de hábitat. Al igual que para el muestreo de aves, se realizaron recorridos a pie a lo largo de todo el predio, para registrar los mamíferos observados. Sin embargo, dada la sensibilidad de los mamíferos para percibir la presencia humana por el olfato u oído, estos huyen o se esconden rápidamente, lo cual dificulta o imposibilita su observación, siendo pocos los que logran ser observados y/o identificados. Es por ello que se recurre al método de muestreo a través de rastros y huellas. Considerando lo anterior, se llevó a cabo la búsqueda de rastros a lo largo de las brechas, durante los recorridos hechos para la observación directa e indirecta de mamíferos, registrando todas aquellas especies que pudieran identificarse mediante dichos rastros.

Los resultados obtenidos del trabajo de campo se presentan en el siguiente cuadro, en donde se observa que el grupo mejor representado son las aves con 26 especies, seguido de los reptiles con 4, mamíferos con 3 especies y un anfibio. De acuerdo con el listado se observa la presencia de ciertas especies que se caracterizan por pertenecer a hábitats perturbados, encontrándose comúnmente en los centros de población, siendo el caso de la lagartija (*Anolis sagrei*) y el zanate (*Quiscalus mexicanus*).

No.	Especie	Nombre común	Registro directo
	<b>Anfibios</b>		
1	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo	X
	<b>Reptiles</b>		
1	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija metálica	X
2	<i>Norops sagrei</i>	Lagartija chipoyo	X
3	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	X
4	<i>Sceloporus crysostictus</i>	Lagartija escamosa	X
	<b>Aves</b>		
1	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabecirroja	X
2	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	X
3	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma	X
4	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtolita castaña	X
5	<i>Conopus cinereus</i>	Mosquero	
6	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Urraca azul	X
7	<i>Dendroica dominica</i>	Chipe garganta amarilla	X
8	<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	X
9	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	X
10	<i>Dumetella carolinensis</i>	Pájaro gato	
11	<i>Eucomettis penicillata</i>	Tángara cabecigris	X
12	<i>Euphonia affinis</i>	Monjita	X
13	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	X
14	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	X
15	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	X
16	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	X
17	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	X
18	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero	X
19	<i>Myozetes similis</i>	Luis gregario	X
20	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	X
21	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	X
22	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	X
23	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	X
24	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	X
25	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador gris	X
26	<i>Turdus grayi</i>	Ruiseñor	X
	<b>Mamíferos</b>		
1	<i>Sciurus yucatanicus</i>	Ardilla	X
2	<i>Dasyprocta punctata</i>	Sereque	X
3	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	X

**Tabla 4.34.-** Lista de especies de vertebrados terrestres obtenida en el predio para el proyecto.

El escaso número de especies registradas en este estudio encuentra su explicación en dos aspectos fundamentales: el estado de deterioro de la vegetación originado por las perturbaciones meteorológicas y antropogénicas, por la presencia humana debido a que la zona de estudio se encuentra contigua al área de trabajo de la Planta de tratamiento de aguas residuales que se encuentra en operación y muy próxima a sitios habitados y por los ruidos continuos que se generan en las obras colindantes.

De acuerdo con los resultados obtenidos, en el predio habita la Iguana gris (*Ctenosaura similis*) que cuenta con el estatus de especies amenazada y protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se trata de una especie que se ha adaptado a vivir en zona urbanizadas y que tolera la presencia de humanos.

### **Abundancia relativa de las especies de fauna silvestre**

Durante los recorridos hechos para la realización de la presente caracterización se pudo constatar que en general la fauna silvestre no es muy abundante, debido sin duda a las condiciones de perturbación del predio y considerando su cercanía con zonas urbanizadas y en proceso de urbanización. Las aves que fueron las más abundantes por ser las más conspicuas, se observaron en su mayoría especies comunes en zonas pobladas y que hacen sus recorridos por el lugar en busca de alimento.

De total de las especies registradas, se puede decir que el sapo, los reptiles y los pequeños mamíferos son residentes al interior del predio donde encuentran los recursos suficientes para vivir; las aves y el resto de las especies registradas seguramente sólo utilizan los recursos del predio como parte de un área más grande que permite satisfacer sus necesidades básicas de subsistencia.

El análisis de datos se realizó a partir de la tabulación de los registros obtenidos y se aplicó la siguiente fórmula para determinar la abundancia relativa (A.R).

$$A.R.= \frac{\text{Número de registros para la especie "X"}}{\text{Número de registros de la especie más abundante}} * 100$$

Con la finalidad de estandarizar el análisis de los datos para los diversos grupos de vertebrados terrestres, una vez que se calculó la abundancia relativa se asignaron las siguientes categorías de abundancia de acuerdo con lo propuesto para aves por Petingill (1969):

Abundante.- De 90% hasta 100% de abundancia relativa  
 Común.- De 65% hasta 89% de abundancia relativa.  
 Frecuente.- Con 31% hasta 64% de abundancia relativa.  
 Escasa.- Con 10% hasta 30% de abundancia relativa  
 Rara.- Con 1% hasta 9% de abundancia relativa.

No.	Especie	Nombre común	N. de registros	Frecuencia	Abundancia relativa	
					%	Clase
	<b>Anfibios</b>					
1	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo	1	1	100	ABUNDANTE
	<b>Reptiles</b>					
1	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija metálica	2	1	66.7	COMÚN
2	<i>Norops sagrei</i>	Lagartija chipoyo	1	1	33.3	FRECUENTE
3	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	2	2	66.7	COMÚN
4	<i>Sceloporus crysostictus</i>	Lagartija escamosa	3	2	100	ABUNDANTE
	<b>Aves</b>					
1	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabecirroja	2	1	25	ESCASA
2	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	3	2	37.5	FRECUENTE
3	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma	4	2	50	FRECUENTE
4	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtolita castaña	3	2	37.5	FRECUENTE
5	<i>Conopus cinereus</i>	Mosquero	1	1	12.5	ESCASA
6	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Urraca azul	3	1	37.5	FRECUENTE
7	<i>Dendroica dominica</i>	Chipe garganta amarilla	1	1	12.5	ESCASA
8	<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	1	1	12.5	ESCASA
9	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	1	1	12.5	ESCASA
10	<i>Dumetella carolinensis</i>	Pájaro gato	1	1	12.5	ESCASA
11	<i>Eucomettis penicillata</i>	Tángara cabecigris	1	1	12.5	ESCASA
12	<i>Euphonia affinis</i>	Monjita	2	1	25	ESCASA
13	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	3	2	37.5	FRECUENTE
14	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	3	2	37.5	FRECUENTE
15	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	2	1	25	ESCASA



16	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	5	2	62.5	FRECUENTE
17	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	8	2	100	ABUNDANTE
18	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero	1	1	12.5	ESCASA
19	<i>Myozetetes similis</i>	Luis gregario	4	2	50	FRECUENTE
20	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	3	2	37.5	FRECUENTE
21	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	1	1	12.5	ESCASA
22	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	1	1	12.5	ESCASA
23	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	6	2	75	COMÚN
24	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	8	2	100	ABUNDANTE
25	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador gris	1	1	12.5	ESCASA
26	<i>Turdus grayi</i>	Ruiseñor	1	1	12.5	ESCASA
<b>Mamíferos</b>						
1	<i>Sciurus yucatanicus</i>	Ardilla	1	1	50	FRECUENTE
2	<i>Dasyprocta punctata</i>	Sereque	2	1	100	ABUNDANTE
3	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	1	50	FRECUENTE

**Tabla 4.35.-** Abundancia relativa de las especies registradas en la zona de estudio

Para determinar el índice de diversidad en el caso de la fauna se estimó el Índice de Shannon-Wiener para medir la riqueza de especies registrada en el predio. Los resultados por grupo se presentan en los siguientes cuadros.

No.	Reptiles			pi	-(pi)(LNpi)	(LNpi)
1	<i>Ameiva undulata</i>	Lagartija metálica	2	0.25	0.35	-1.39
2	<i>Norops sagrei</i>	Lagartija chipoyo	1	0.13	0.26	-2.08
3	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	2	0.25	0.35	-1.39
4	<i>Sceloporus crysostictus</i>	Lagartija escamosa	3	0.38	0.37	-0.98
			8	1	1.32	
				H=	1.3	
				Hmax=	1.4	
				Equitabilidad=	1.0	

**Tabla 4.36.-** Diversidad (H') y Equidad de las especies por grupo de los Reptiles

No.	Aves			pi	-(pi)/(LNpi)	(LNpi)
1	<i>Cathartes aura</i>	Aura cabecirroja	2	0.03	0.10	-3.56
2	<i>Centurus pygmaeus</i>	Carpintero yucateco	3	0.04	0.13	-3.15
3	<i>Columba flavirostris</i>	Paloma	4	0.06	0.16	-2.86
4	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtolita castaña	3	0.04	0.13	-3.15
5	<i>Conopus cinereus</i>	Mosquero	1	0.01	0.06	-4.25
6	<i>Cyanocorax yucatanicus</i>	Urraca azul	3	0.04	0.13	-3.15
7	<i>Dendroica dominica</i>	Chipe garganta amarilla	1	0.01	0.06	-4.25
8	<i>Dendroica petechia</i>	Chipee amarillo	1	0.01	0.06	-4.25
9	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	1	0.01	0.06	-4.25
10	<i>Dumetella carolinensis</i>	Pájaro gato	1	0.01	0.06	-4.25
11	<i>Eucomettis penicillata</i>	Tángara cabecigris	1	0.01	0.06	-4.25
12	<i>Euphonia affinis</i>	Monjita	2	0.03	0.10	-3.56
13	<i>Icterus auratus</i>	Bolsero yucateco	3	0.04	0.13	-3.15
14	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero cuculador	3	0.04	0.13	-3.15
15	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de altamira	2	0.03	0.10	-3.56
16	<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma	5	0.07	0.19	-2.64
17	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	8	0.11	0.25	-2.17
18	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Mosquero	1	0.01	0.06	-4.25
19	<i>Myozetetes similis</i>	Luis gregario	4	0.06	0.16	-2.86
20	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	3	0.04	0.13	-3.15
21	<i>Piaya cayana</i>	Cuco	1	0.01	0.06	-4.25
22	<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	1	0.01	0.06	-4.25

23	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis grande	6	0.09	0.21	-2.46
24	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	8	0.11	0.25	-2.17
25	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador gris	1	0.01	0.06	-4.25
26	<i>Turdus grayi</i>	Ruiseñor	1	0.01	0.06	-4.25
			70	1	3.00	
				H=	3.0	
				Hmax=	3.3	
				Equitabilidad=	0.9	

**Tabla 4.37.-** Diversidad ( $H'$ ) y Equidad de las especies por grupo de las Aves

No.	Mamíferos			pi	$-(pi)(\ln pi)$	$(\ln pi)$
1	<i>Sciurus yucatanicus</i>	Ardilla	1	0.25	0.35	-1.39
2	<i>Dasyprocta punctata</i>	Sereque	2	0.5	0.35	-0.69
3	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	1	0.25	0.35	-1.39
			4	1	1.04	
				H=	1.0	
				Hmax=	1.1	
				Equitabilidad=	0.9	

**Tabla 4.38.-** Diversidad ( $H'$ ) y Equidad de las especies por grupo de los Mamíferos

Como es de esperarse, el grupo de las aves obtuvo el valor H más alto con 3 que se considera mediano, en tanto que los reptiles y los mamíferos obtuvieron un Índice H de 1.3 y 1 considerado bajo. La equitatividad resultó muy similar en los tres grupos. En el caso de los anfibios no fue posible estimar la diversidad pues únicamente se registró un espécimen para este grupo.

### IV.3. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (Artículo 7 fracción XXXVII) define los servicios ambientales como: Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio de manejo sustentable de los recursos forestales, tales como la provisión de agua en calidad y cantidad, la captura de carbono, la generación de oxígeno, componentes naturales, la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida, la protección y recuperación de suelos; entre otros.

Aunado a la definición anterior según Hueting et al. 1998 los servicios ambientales se pueden

definir como el conjunto de condiciones y proceso naturales (incluyendo especies y genes) que la sociedad puede utilizar y que ofrecen las áreas naturales por su simple existencia. Dentro de este conglomerado de servicios se pueden señalar la biodiversidad, el mantenimiento de germoplasma con uso potencial para el beneficio humano, el mantenimiento de valores estéticos y filosóficos, la estabilidad climática, la contribución a ciclos básicos (agua, carbono y otros nutrientes) y la conservación de suelos, entre otros. Para el caso particular de recursos forestales, la producción de tales servicios está determinada por las características de las áreas naturales y su entorno socioeconómico.

En el orden de ideas que se sigue la biodiversidad proporciona servicios como degradación de desechos orgánicos, formación de suelos y control de la erosión, fijación de nitrógeno, incremento de los recursos alimenticios, de las cosechas y su producción, control biológico de plagas, polinización de plantas, productos farmacéuticos y naturistas, turismo de bajo impacto, secuestro de bióxido de carbono, infiltración del agua y mantenimiento de las cuencas hidrológicas. El proyecto en estudio se ubica en terrenos de uso urbano donde aún existen relictos de vegetación de selva mediana subperennifolia en franco proceso de degradación y que a mediano plazo están destinados a ser usados como vialidades urbanas o zonas de fraccionamientos.

Tomando en consideración las definiciones antes citadas en este apartado, se espera la reducción de los servicios ambientales en la superficie que se solicita el cambio de uso de suelo en terrenos forestales es mínima y no será una causal de la pérdida si no de la reducción puntual de los servicios ambientales del sistema ambiental regional en donde se ubica el proyecto. A continuación se hace una identificación de los servicios ambientales que se verían disminuidos como resultado de la ejecución del proyecto en estudio.

### **La protección y recuperación de suelos**

La vegetación es fundamental para controlar la erosión superficial, por ello su eliminación del terreno afectará a este servicio ambiental de forma puntual, pues en términos de erosión la remoción de la vegetación podrá originar una pérdida de suelo forestal para convertirse en suelo inútil para el soporte de formas de vida.

No obstante, se asegura que esta afectación no es significativa al nivel del sistema ambiental y menos al nivel de la cuenca. Con la finalidad de demostrar que la remoción de la vegetación que se pretende no provocará la erosión de los suelos de manera significativa en el predio del proyecto.

Como se podrá comprobar en el Capítulo 6 del presente Documento Técnico Unificado, por la implementación del proyecto no se prevé la afectación significativa del predio por erosión ya que mediante el cálculo realizado se pudo observar que la erosión que podría darse en el área es mínima encontrándose muy por debajo de los límites establecidos por el Dr. Mario Martínez Méndez (2005). Es importante aclarar que dicha ecuación fue diseñada a partir de datos empíricos en parcelas experimentales agrícolas que cumplen un "cierto tipo" de condiciones y no en

función de lo que sería el cambio de uso del suelo forestal, sin embargo, se hace uso de esta fórmula para calcular la erosión potencial.

Sin embargo, la remoción total de vegetación forestal correspondiente a vegetación secundaria de Selva mediana subperennifolia, se realizará en una superficie de 27,071.08 m<sup>2</sup> (2.70 ha) que corresponde al 13.53 % de la superficie total del terreno.

El proyecto también implica el rescate y reubicación de especies de flora y fauna; así como la conservación y enriquecimiento de áreas con vegetación natural, sobre una superficie de 99,028.51 m<sup>2</sup> (9.90 has) que equivalen al 49.5 % de la superficie total del predio, las áreas con vegetación nativa en pie se distribuyen en varias zonas al interior del predio que nos ocupa.

### **La protección de la biodiversidad**

Como se verá en el Capítulo 6 del presente Documento Técnico Unificado, no se compromete la biodiversidad en el predio por la implementación del proyecto, tanto para la flora como para la fauna silvestre, ya que en ambos casos se prevé la implementación de programas específicos que permitirán la conservación de los mismos a través de su reubicación parcial y total respectivamente.

En ecología, el término paisaje se utiliza para designar unidades geográficas en las que, a pesar de la existencia de una cierta heterogeneidad interna (por ejemplo diferentes tipos de vegetación o distintos estados sucesionales de los mismos), las principales variables ambientales (por ejemplo, la temperatura, la humedad, la precipitación u otras) no cambian significativamente dentro del área de la propia unidad geográfica, la cual muestra una historia geomorfológica y biogeográfica común (Sánchez, et al., 2000). Este concepto necesariamente considera la presencia del ser humano. En este sentido, en la zona del proyecto existe un tipo de vegetación en distintos niveles de perturbación o conservación, en donde se distribuyen especies de vida silvestre (microorganismos, hongos, flora, fauna, etcétera), cuya biodiversidad es reflejo de su propia historia evolutiva, natural o inducida.

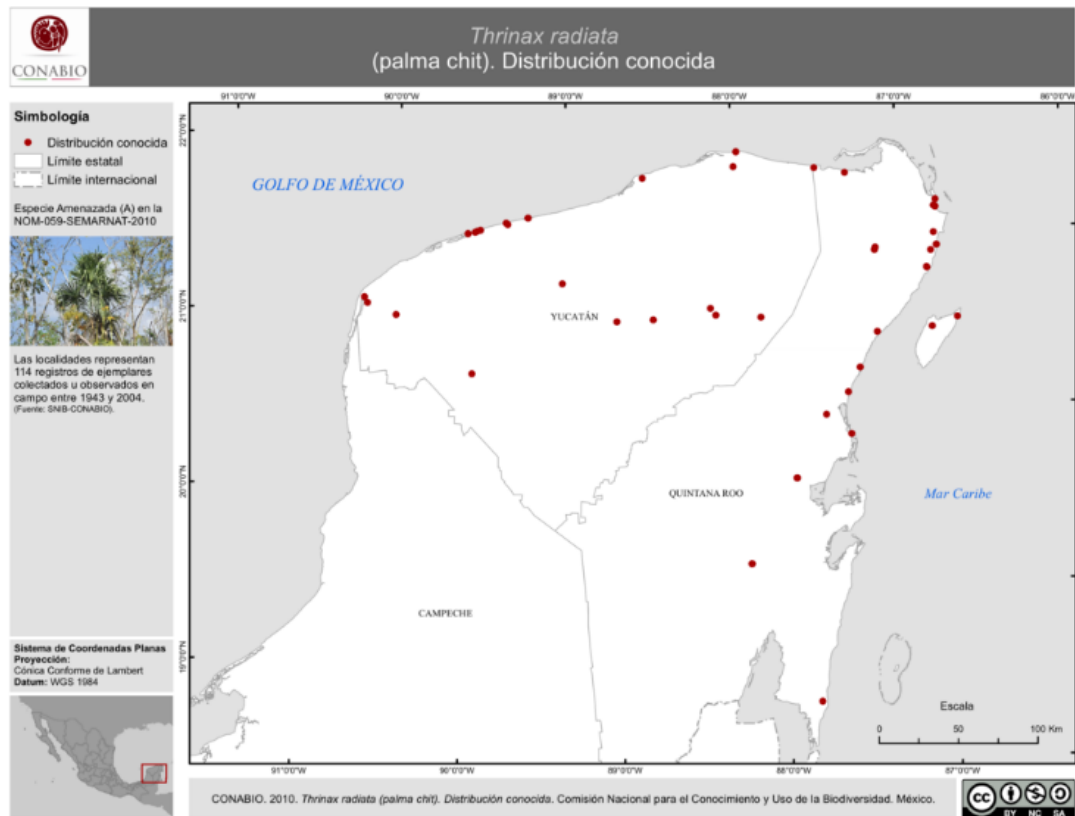
En general, la Península de Yucatán es menos diversa que otras regiones de México, aunque presenta atributos taxonómicos y filogenéticos que la caracterizan de otras zonas del país, Centro y Sur América. Por ejemplo, presenta pocas especies endémicas, baja riqueza de especies restringidas y un mayor número de especies con intervalos de distribución amplios, por lo que la probabilidad de que se registren las mismas especies en dos sitios es elevada (Arita y Vázquez-Domínguez, 2003). La península también se caracteriza por su baja diversidad beta (tasas de recambio de especies entre un hábitat y otro o entre un estado de uso y otro), lo cual ha sido explicado como resultado de la topografía homogénea, la falta de barreras geográficas y la baja heterogeneidad de hábitats (Vázquez-Domínguez y Arita, 2010).

En este contexto, para analizar si la ejecución del cambio de uso del suelo ocasionará efectos significativos al servicio ambiental de protección a la biodiversidad de los ecosistemas y formas de vida, se realizaron los siguientes análisis.

En el área del proyecto se registraron 75 especies de flora que representan el 3.2% del total registrado para la Península de Yucatán con 2,300 especies de flora y el 4.1 % del Estado de Quintana Roo con 1,800 especies (Valdez-Hernández e Islebe, 2011). En cuanto a la fauna silvestre se tiene que sólo se registraron cuatro especies de reptiles y veintiséis especies de aves, mismas que si se comparan con los registros para la Subcuenca "a" reportada por CAM (op. cit.), resultan en porcentajes ínfimos. 5.7% para el caso de los reptiles y 9.3% para el caso de las aves debido a que el predio se ubica al interior de una zona urbana rodeada de fraccionamientos y vialidades, presenta vegetación secundaria y severas afectaciones antropogénicas que han mermado su calidad ambiental. Empero, confirman la hipótesis de que el cambio de uso de suelo dentro del predio del proyecto tendrá un efecto reducido sobre la biodiversidad de flora y fauna dentro del sistema ambiental y la Subcuenca hidrológico-forestal.

Adicionalmente, hay que señalar que al interior del predio no se registró especie vegetal endémica, por lo que no se comprometen sus poblaciones y por si fuera poco se han considerado acciones preventivas y de mitigación para reducir aún más una posible afectación. La especie endémica registrada es la lagartija escamosa (*Sceloporus chrysostictus*) que es relativamente común y más abundante en sitios abiertos o perturbados que en hábitats naturales.

La especie incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, a saber, la palma chit (*Thrinax radiata*) está ampliamente representada en el sistema ambiental, la Subcuenca "a" y en la Península de Yucatán, como se evidencia en las cartas de distribución conocida reportadas por la CONABIO. Además, para estas especies en particular se han considerado acciones preventivas y de mitigación para reducir aún más una posible afectación.



**Figura 4.27.-** Distribución conocida de la palma *Thrinax radiata* (chit), de acuerdo con la CONABIO. Fuente: Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2010.

Más aún, esta especie ha sido privilegiada en el Programa permanente de reforestación para el mejoramiento ambiental de escuelas y áreas públicas que implementa la Dirección General de Ecología del Ayuntamiento Benito Juárez y son relativamente comunes dentro de la zona urbana de Cancún y en su zona hotelera.

En relación con los reptiles encontrados en el predio, únicas especies residentes en éste y que dependen de los recursos naturales que el predio aporta para su sobrevivencia, a saber, la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) y la lagartija escamosa (*Sceloporus chrysostictus*),

La iguana rayada (*Ctenosaura similis*), según Ramírez Bautista y Arizmendi (2004) se distribuye en México en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán; pero su distribución alcanza hasta Panamá.



**Figura 4.28.-** Área de distribución de la iguana rayada (*Ctenosaura similis*) en México.  
Fuente: Ramírez Bautista y Arizmendi, 2004.

Finalmente, los mapas de distribución de los tipos de vegetación de Quintana Roo –Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI e Inventario Nacional Forestal de CONAFOR- indican que la superficie de cambio de uso del suelo que se solicita para el desarrollo del proyecto no solo no corresponde a una comunidad vegetal única, en riesgo o relicto, ni se trata de vegetación poco representada en el Estado como el popal, manglar y la sabana con pino caribeño (Ek-Díaz 2011; Thomassiny y Chan, 2011).

Como resultado del análisis de las características de las especies de flora y fauna silvestres y su distribución, así como de la extensión y ubicación del predio del proyecto, se concluye que la ejecución del cambio de uso del suelo que se solicita no tendrá implicaciones perceptibles sobre la biodiversidad de la Subcuenca “a” que incluye al predio, o en el sistema ambiental definido para el proyecto.

### **La provisión de agua en calidad y cantidad**

Este servicio ambiental está relacionado con la función de los bosques y selvas tropicales como reguladores del agua y garantes de su disponibilidad y calidad. La unidad física básica en la regulación del agua es la cuenca. Muchos de los patrones hídricos observados en una cuenca, al igual que la cantidad del agua que de ella emana, dependen de su relieve y pendiente, así como de su tamaño, ubicación geográfica, tipo de suelo y, por supuesto, los ecosistemas que la conforman.

Los estratos de la vegetación interceptan el agua de la lluvia y la canalizan lentamente por hojas, ramas y troncos hacia el suelo, de manera que regulan el escurrimiento pluvial y evitan que el



suelo se sature. A su vez, la hojarasca y suelos con un alto porcentaje de porosidad y materia orgánica, característicos de ecosistemas tropicales, actúan de manera permeable para la captación del agua de lluvia, permitiendo su lenta filtración hacia el subsuelo con un aumento en la recarga de los mantos acuíferos.

En sentido de lo anterior, las 99,028.51 m<sup>2</sup> (9.90 has) que equivalen al 49.5 % de la superficie total del predio, mismos que se mantendrán con vegetación en estado natural, permitirán conservar los procesos naturales en la captación del agua pluvial como áreas permeables; y que en suma permitirán la infiltración del agua pluvial hacia el subsuelo, favoreciendo la recarga del acuífero, máxime si consideramos que la zona en la que se ubica el predio tiene alto potencial para funcionar como acuífero.

Así mismo, de acuerdo a la precipitación que se presenta en el área del proyecto, el régimen de lluvias es afectado por los ciclones que se generan en los centros de presión del Océano Atlántico y Mar Caribe. Quintana Roo sufre la mayor incidencia ciclónica debido a su ubicación dentro de la trayectoria que sigue la mayoría de las tormentas tropicales y ciclones que se originan en el Atlántico. Con base en los registros de precipitación mensual y anual promedio en milímetros de la estación meteorológica de Cancún en el periodo 1991-2010, se tiene que los meses de menor precipitación media anual son 45.7 y 40.6 mm, respectivamente.

La precipitación media anual es de 1401.6 mm y el período de secas se presenta de febrero a abril. La precipitación se puede incrementar por tormentas tropicales, nortes o huracanes. Los meses con mayor precipitación pluvial son junio, septiembre y octubre. Aunado a lo anterior y con base en la información señalada en un apartado de este capítulo 4, los suelos tipo litosoles presentan fuertes restricciones para su utilización con propósitos agrícolas, pues presentan buen drenaje, que favorece la infiltración de las aguas meteorológicas.

### **En cantidad**

No obstante a los datos anteriores, Chow, et al. (1994), menciona que el coeficiente de escurrimiento está en función del tipo de suelo y cubierta vegetal presente, de tal manera que una zona con suelo de textura arenosa y vegetación en abundancia, tendrá menor capacidad de escurrimiento (mayor infiltración) que una zona carente de vegetación donde no existen horizontes edáficos. El retiro de la vegetación potencializa el escurrimiento de agua en una cuenca, proceso que repercute en el balance hidrológico de la misma al disminuir el suministro gradual de agua al acuífero; sin embargo, tomando en cuenta las dimensiones del área de Cambio de Uso de Suelo en el predio, que es de 27,071.21 m<sup>2</sup> (2.70 ha) que corresponden al 13.53 % de la superficie total del terreno, misma que con respecto a las dimensiones de la cuenca Quintana Roo(1,474,565.85 has) donde se encuentra inmerso el proyecto, representa únicamente un 0.0001831 % del total de la cuenca, lo que permite asumir que la variación en el coeficiente de escurrimiento, por más drástico que sea el cambio de uso de suelo, no podrá alterar el flujo, ni la cantidad disponible de agua en la cuenca antes mencionada. Considerando lo anterior se asume

que las posibles afectaciones hacia este servicio ambiental, serán puntuales y sólo se limitarán a la superficie de cambio de uso de suelo propuesta.

### **En calidad**

De acuerdo con este balance hidrológico en el Estado de Quintana Roo, se infiere que existe una gran disponibilidad de agua subterránea en el mismo; sin embargo, los principales problemas del agua se relacionan con su calidad no con su cantidad. Esto se debe a que la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos en el estado que favorecen la infiltración del agua de lluvia, también representa una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas. Este problema de contaminación se agrava día con día si se considera que el agua fluye a través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica. Otro factor que afecta la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático; sin embargo, en éste último punto, cabe mencionar que el predio del proyecto se encuentra relativamente alejado de la costa.

De manera particular en el área de estudio se pretende establecer en tiempo y forma una serie de medidas para mitigar los efectos negativos que se pudieran presentarse por llevar a cabo el cambio de uso de suelo y que pudieran afectar la calidad del agua, mismos que a continuación se describen:

Se proporcionaran suficientes instalaciones de baños portátiles para el personal que labore en el predio, con el objeto de no afectar el manto freático por la defecación y micción al aire libre en los sitios aledaños a las áreas de aprovechamiento.

El manejo y disposición final de las aguas residuales, correrá a cargo de la empresa arrendadora de los sanitarios portátiles, lo cual quedará debidamente establecido en el contrato que se celebre para la prestación de dicho servicio.

Se colocaran depósitos temporales para residuos domésticos (cartón, papel, unice, plásticos, aluminio etc.) para evitar el esparcimiento de basura en el predio.

Se evitara el derrame de combustibles y aceites en las áreas destinadas al cambio de usos de suelo (ver programa de manejo de residuos).

**Captura de Carbono**

La fijación de carbono y su almacenamiento en forma de biomasa es una labor importante del metabolismo vegetal. El proceso de fotosíntesis se realiza en las hojas y otras partes verdes de las plantas.

Las selvas capturan, almacenan y liberan carbono como resultado de la fotosíntesis, la respiración y la degradación de la materia seca. Este servicio ambiental equilibra la concentración de carbono naturalmente existente con el que se produce con las emisiones de origen humano. El concepto de captura de carbono normalmente integra la idea de conservar los inventarios de éste elemento que se encuentra en suelos y selvas, es decir, la vegetación es vista como “sumideros” (Tipper 2000).

En México, existen estimaciones sobre el potencial de captura de carbono empleando diferentes supuestos. Por ejemplo, se ha estimado de 35 a 54 millones de toneladas de carbono por año si se mantuvieran las áreas naturales protegidas durante un período de 100 años (Bellón et al. 1993). Otros han calculado la pérdida de carbono por cambio de uso del suelo en selvas bajas y medianas en 91.25 toneladas de carbono por hectárea (T C/ha) al convertirlas para la agricultura (Adger et al. 1995). Incluso se ha sugerido que 6.1 millones de hectáreas de bosques y selvas tienen un potencial de capturar entre 348.3 a 714.9 millones de toneladas de carbono (Trexler y Haugen 1995).

Para Quintana Roo, se ha estimado la captura de carbono para las selvas presentes en la entidad, en una magnitud de 1'858,724 toneladas de CO<sub>2</sub> por año (Torres y Guevara 2002). Considerando que el Estado tiene una superficie de 50,843 km<sup>2</sup> de los cuales 67.44% es ocupada por selvas (alta y mediana subperennifolia; mediana caducifolia y subcaducifolia; baja caducifolia y subcaducifolia y baja subperennifolia) (Thomassiny y Chan 2011), es posible que se capture aproximadamente 54.20 toneladas de CO<sub>2</sub> por año/km<sup>2</sup>.

Para determinar la cantidad de carbono secuestrado en la superficie forestal del proyecto, este se realizó mediante el método IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), (Ordoñez, 2001), que considera los siguientes supuestos:

Para la estimación de la masa vegetal que se acumula en bosques y selvas se han desarrollado diversas metodologías, las principales se basan en inventarios de árboles en pie, inventarios de la vegetación rastrera (mantillo), medición de biomasa muerta (necromasa) y medición de biomasa en raíces y suelo (Husch, 2001).

Las técnicas de estimación de la biomasa viva están basadas en estadísticas sobre la densidad de la vegetación y peso por especie. La estimación de biomasa en raíces es más compleja, ya que requiere del muestreo por especie y tipo de suelo además de no tener factores estadísticos aplicables. La estimación de carbono en suelos es la parte más difícil, ya que, dependiendo del tipo de suelo, se requiere de análisis químicos de mayor o menor sensibilidad. Las técnicas más reconocidas son muestras tubulares de suelos, calicatas o excavación (Husch, 2001).

La precisión de las estimaciones de biomasa es de crítica importancia, porque los modelos determinan la cantidad de carbono que llega a la atmósfera y son muy sensibles a estas estimaciones (Brown y Lugo, 1986).

Derivado de esto, el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea (volumen del árbol en m<sup>3</sup>), se calculó por el método de IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) como se indica a continuación:

$$CCC = Vr \times Fd \times FCC$$

Dónde:

CCC= Coeficiente de captura de carbono

Vr= Volumen real en m<sup>3</sup>

Fd= Factor densidad

FCC= Factor de captura de carbono

El procedimiento general realizado para la estimación de este indicador fue el siguiente:

Cálculo del volumen total en metros cúbicos

Estimación de la superficie total de aprovechamiento (ha)

Multiplicación del factor de densidad (para coníferas 0,48 y 0,60 para latifoliadas) por el volumen calculado (Ordoñez, 2001)

Multiplicación del resultado anterior por el factor de contenido de carbono 0,45 (toneladas de carbono/toneladas de materia seca) (Ordoñez, 2001)

Multiplicación del resultado de esta última estimación por la superficie total, para obtener el indicador en toneladas por hectárea.

Los valores obtenidos siguiendo el método anterior se presentan en la siguiente tabla.

Clasificación	Volumen Total Árbol (m <sup>3</sup> )	Factor de densidad	Factor CO <sub>2</sub>	Captura de CO <sub>2</sub> (t)
Latifoliadas	54.06	0.60	0.45	14.59

**Tabla 4.39.-.** Cálculo de captura de Carbono

El resultado total de 14.59 ton, es la cantidad de carbono que se ha almacenado por hectárea en la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia que se pretende remover con motivo del cambio de uso de suelo.

De acuerdo a la superficie forestal a afectar por el cambio de uso de suelo para el presente proyecto por las 2.70 hectáreas que se solicita el CUSTF se perderá 39.40 toneladas de Carbono que están secuestradas en la vegetación secundaria de selva mediana a remover, considerando las dimensiones del proyecto y su influencia en la cuenca el impacto será puntal, siempre y cuando las medidas de mitigación sean ejecutadas de forma correcta.

## Generación de oxígeno

Este servicio ambiental, al igual que el anterior, está ligado con el proceso de la fotosíntesis que acontece en las plantas, sin embargo, resulta difícil determinar la cantidad de oxígeno que genera una planta al día, no obstante, se puede calificar de manera cualitativa considerando el grado de madurez y el tipo de vegetación de que se trate.

La afectación a este servicio ambiental se valora como bajo, considerando los mismos argumentos expuestos en el análisis del servicio de captura de carbono, debido a que se relacionan de manera directa con la fisiología de las plantas y sus procesos biológicos, por lo tanto también se asume que su afectación será puntual y de muy baja magnitud.

Contrario a lo que pudiera pensarse, las plantas no son generadoras o productoras de oxígeno, ya que durante el proceso de fotosíntesis ellos absorben CO<sub>2</sub> y liberan O<sub>2</sub> y lo que se produce es glucosa, almidón y demás sustancias necesarias para las plantas, y de noche, no pueden “producir ni desechar” CO<sub>2</sub> ya que es lo que utilizan para la realización de la fijación de carbono y el ciclo de Calvin. Sin embargo para su proceso natural de respiración ellas si necesitan el oxígeno y liberan el CO<sub>2</sub>, por lo que también son fuente de liberación de CO<sub>2</sub> en la noche. Aunque parezca un poco contradictorio un árbol maduro se considera que tiene tasa cero en la captura y liberación de CO<sub>2</sub> y su liberación de oxígeno es menor a un árbol joven. Los grandes liberadores de oxígeno son los mares que aportan el 70 % del oxígeno existente en el planeta y los árboles que en total liberan 30 % restante.

Por tal motivo las plantas también compiten con los humanos por el oxígeno existente en el planeta, sin embargo ellos han aprendido a utilizar menos de lo que absorben por lo que tiene más probabilidades de vivir más tiempo que los humanos que básicamente somos los consumidores.

## Paisaje y Recreación

El concepto de paisaje –extensión de terreno que se ve desde un sitio<sup>13</sup>- se utiliza de manera diferente por varios campos de estudio, aunque todos los usos del término llevan implícita la existencia de un sujeto observador y de un objeto observado (el terreno), del que se destacan fundamentalmente sus cualidades visuales y espaciales. Así un mismo paisaje (agente estático del binomio) puede ser entendido y calificado de formas diferentes, en función del observador (agente dinámico del binomio) y se puede hablar del paisaje geográfico, artístico, cultural, natural, urbano, etc. Por tanto, el valor del paisaje depende del sujeto observador, es decir, de su percepción, la cual está matizada por factores sociales y personales.

Según ciertos autores (Bernáldez, 1985; Kaplan, 1987) el paisaje se aprecia por su potencial en

<sup>13</sup> D. S. M. de la División de Estudios de la D. H. T. 2001

recursos (agua, comida, etc.), pero otras características (belleza, valor simbólico, etc.), son valoradas de forma desigual según características propias de los sujetos, como son la edad, sexo, el nivel de estudios, lugar de residencia, el nivel socioeconómico e incluso aspectos relacionados con la personalidad. Así, el aprecio o preferencia por determinados paisajes frente a otros tiene como base reacciones de origen biológico, social y personal ante el carácter figurado o simbólico de determinados elementos de la escena (Bernáldez, op. cit.; Bourassa, 1990).

El paisaje, como componente del medio ambiente, es objeto de protección por parte de diversas leyes e instituciones nacionales e internacionales, porque los ecosistemas se integran en formas caprichosas generando espacios para la recreación y el disfrute y su belleza constituye uno de los servicios ambientales más evidentes para el ser humano.

De acuerdo con la SEMARNAT y Hombre Naturaleza, A.C. (2003), el servicio ambiental que aporta la belleza escénica es fundamental para el equilibrio del ser humano. Además, se vincula con la conservación de las áreas naturales –tanto las protegidas por la ley ambiental como aquellas que no lo están-, en la medida en que puede generar un encadenamiento de actividades productivas que fomenten el desarrollo comunitario sobre bases de sustentabilidad. Desde este punto de vista, el predio de interés no tiene valor escénico de importancia y por tanto no tiene valor paisajístico como componente del medio ambiente.

Desde otra perspectiva, para estimar la capacidad de asimilación que tiene el paisaje de los efectos derivados del establecimiento de un proyecto se puede considerar la fragilidad del paisaje evaluándola desde dos enfoques, uno estrictamente ecológico, contemplado en las metodologías de ordenamiento territorial y de gestión que consideran a la fragilidad del paisaje con los mismos criterios utilizados para la fragilidad ecológica, denominada fragilidad ecológica del paisaje (FEcP); y el otro, de tipo más arquitectónico, que considera la fragilidad el paisaje como la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él y se denomina como fragilidad estética del paisaje (FEsP).

La fragilidad ecológica del paisaje permite una evaluación del impacto visual y se emplea para establecer áreas donde es necesario mantener los más posible la estética paisajística de la zona, que desde los lugares transitados conserva un aspecto lo menos perturbado posible, y al mismo tiempo conservar las áreas de mayor interés ecológico, tanto las que se deben de mantener como tales para respetar las legislación vigente, como área de que complementen las áreas conservadas con efectos de amortiguamiento de las actividades antrópicas.

La fragilidad estética del paisaje se orienta a medir qué tanto se pueden absorber las obras o proyectos sin alterar la calidad paisajística. Sin embargo, este enfoque encierra la dificultad de encontrar una sistemática objetiva para medirlo, si bien casi todos los modelos coinciden en tres apartados, la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje. Así, los factores que integran la fragilidad estética en los ambientes naturales son biofísicos (suelo, vegetación, cromatismo, entre otros), morfológicos (cuencas visual, altura, relativa, entre otros) y la

frecuentación humana. La fragilidad estética del paisaje puede entenderse como la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. En otras palabras, es el grado de deterioro de la calidad visual ante cambios en sus propiedades como forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual (Escribano, et al., 1991), entendida como la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad visual paisajística menor capacidad de absorción visual y viceversa. Dadas las características de ubicación del terreno que se desea desarrollar, se optó por el método de fragilidad estética del paisaje para valorar el posible efecto del desarrollo del proyecto sobre el paisaje.

La fragilidad estética del paisaje en un ambiente natural, como una selva o una laguna, pondera la altura de la vegetación y su continuidad, así como la orografía del terreno como los elementos visuales a considerar; en tanto que en un ambiente urbano, la altura de los edificios, sus formas arquitectónicas y diseños, así como su continuidad constituyen los elementos visuales de interés.

En este tenor se considera que una selva o bosque bien conservado tienen una fragilidad estética baja mientras que los cultivos o áreas abiertas como las lagunas tienen una fragilidad estética alta. Ello obedece a que una obra que no rebasa el dosel arbóreo sería más visible en un área abierta que en una cerrada y por tanto las primeras son más vulnerables o frágiles que las segundas. En un área urbana una calle dominada por residencias de uno o dos niveles de altura no sería más frágil estéticamente que otra que presentara edificios de ocho o más niveles, ya que la fragilidad en este caso no descansa en la amplitud de la visual, sino en la homogeneidad arquitectónica y en la armonización de las obras entre sí y el diseño urbano.

Se reitera que la zona donde se pretende desarrollar el proyecto se ubica de manera contigua a una zona conurbada de la ciudad de Cancún, en donde los elementos antrópicos predominan sobre los naturales siendo, estos los fraccionamiento habitacionales y su equipamiento; aunado a lo anterior recordemos que de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, el predio del proyecto se ubica dentro de las Unidades de Gestión Ambiental con los siguientes usos potenciales: Área Natural y UMA's (predominantes), Forestal, Ecoturismo (compatibles), Suburbano, Urbano, Agropecuario, Acuicultura, Meliponicultura, Horticultura, Agroforestal, Minería, Industrial, Centro recreativo y Equipamiento (condicionados). En este orden de ideas, la belleza escénica a nivel natural, ya se encuentra reducida o planeada para su reducción por el desarrollo urbano de la zona.

#### IV.4 Diagnóstico ambiental

El desplante de este proyecto, en donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, es de 2.70 hectáreas con la finalidad de llevar a cabo la construcción de la ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales, la cual a pesar que en el mismo predio se encuentra operando una primera planta de tratamiento esta se encuentra rebasada en su capacidad, por lo que se considera necesaria y de prioridad absoluta la ampliación de la planta de tratamiento, la cual cumplirá con todos los servicios de equipamiento e infraestructura necesaria para aportar el servicio requerido por los asentamientos de los nuevos desarrollos habitacionales, ubicado en un predio privado que se localiza dentro de la zona urbana de la ciudad de Cancún.

La alta disponibilidad de drenaje sanitario en la ciudad reportada por INEGI con base en el Censo de Población y Vivienda de 2010 (96% en Cancún), así como la infraestructura instalada para el tratamiento de aguas negras y grises (11 plantas de tratamiento), pareciera indicar que no existe afectación al ambiente por el manejo y la disposición de aguas residuales; sin embargo, muchas viviendas aún utilizan fosas sépticas u otras formas de tratar el agua, por lo que se considera existe el riesgo de contaminación del acuífero y de los cuerpos de agua costeros adyacentes a la zona urbana. Aunado a lo anterior, se debe considerar que los asentamientos irregulares – muchos de los cuales ahora han sido incluidos en el Centro de Población de Cancún- carecen de infraestructura adecuada para el manejo de aguas residuales y pueden ser una fuente de contaminación.

Aunado a lo anterior, por las tendencias del crecimiento urbano en el área de estudio y la necesidad de dotar de servicios a la población, se considera que la construcción y operación de la ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales más que una alternativa es una necesidad que genera mayores beneficios a la sociedad que los que proporciona este predio baldío en la actualidad.

Las presiones previstas por la expansión de la mancha urbana nos señalan que a corto plazo se presente una tendencia de incremento en el cambio de uso del suelo dentro de este sistema ambiental hacia los usos urbanos como lo prevén los instrumentos de planeación vigentes, por lo que se esperan condiciones que indican que no se puedan encontrar las condiciones adecuadas para el desarrollo de poblaciones de flora y fauna silvestres que son sensibles a la presencia humana. Además de que por su incorporación al desarrollo urbano contribuye al impulso del desarrollo socioeconómico sostenido de la misma y garantiza la dotación de servicios públicos que eviten y pongan en riesgo los recursos y procesos prioritarios.

En la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ) de este predio se aprecian vestigios de afectaciones severas y recurrentes ocasionadas por huracanes y actividades antropogénicas que se aprecian dentro del predio.



Este predio se encuentra en un Sistema ambiental que se caracteriza por la presencia de una zona urbana delimitada por la UGA 21 de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Benito Juárez. La vegetación presente como se ha mencionado corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia producto de la perturbación en la vegetación primaria, debido principalmente a actividades antropogénicas y fenómenos meteorológicos como son los recientes huracanes que se han presentado en la zona.

El estado de deterioro antropogénico de la vegetación es probable se deba a desmontes clandestinos, saqueo de tierra vegetal y de madera, tiraderos clandestinos de basura, circulación vehicular por las vialidades presentes. Este polígono tiene una superficie total de 34,937.17 hectáreas que rodean el predio y corresponde al área donde se prevén los efectos directos de este proyecto. La selva mediana subperennifolia es el tipo de vegetación más extenso en el municipio, esta comunidad vegetal se desarrolla sobre suelos jóvenes ligeramente planos y con buen drenaje, presenta los individuos de mayor talla, el mayor número de especies y el mayor número de especies protegidas en comparación con los demás tipos de vegetación de este municipio.

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

La porción norte de Quintana Roo donde se ubica este sistema ambiental queda comprendida dentro de la Provincia Fisiográfica Plataforma de Yucatán, por lo que presenta un relieve de planicies ligeramente onduladas, con numerosas cavidades de disolución, lo que favorece el drenaje subterráneo.

En el sistema ambiental de este proyecto como se ha señalado son evidentes los procesos de urbanización, existen fraccionamientos urbanos, centros comerciales, vialidades en operación, así como especulación de terrenos y proliferación de asentamientos irregulares. Sin embargo, es necesario reconocer que aún existen grandes extensiones con vegetación de selva en proceso de recuperación dentro de las reservas de crecimiento urbano.

Para prevenir y controlar los impactos irreversibles y/o acumulativos, que genere este proyecto por la remoción de la vegetación en una superficie de 2.70 has, se deberán respetar las disposiciones que señala el Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Benito Juárez (última modificación 2013), así como los parámetros establecidos por el Programa de Desarrollo Urbano vigente. De esta manera, mediante el cumplimiento ambiental se garantiza que el proyecto no pone en riesgo los servicios ambientales, no compromete la biodiversidad, ni ocasiona la erosión de los suelos del área de estudio.

En resumen, el proyecto en comento se desarrollará en un ambiente urbano en donde las actividades llevadas a cabo, son compatibles con los usos de suelo establecidos por los instrumentos de planeación urbanos y ambientales correspondientes.

Asimismo, aun cuando el proyecto se establece sobre un ambiente urbano y pretende llevar a cabo el CUSTF del predio, no compromete los servicios ambientales como son la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; a protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros.

## **V. IDENTIFICACION, DESCRIPCION Y EVALUACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

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

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

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

### **V.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.**

#### **METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

Para la evaluación del impacto ambiental se ha seleccionado el método de Matriz de Cribado o Matriz de Causa-Efecto. Se trata de una metodología que permite identificar los impactos ambientales a través de la interacción de cada una de las actividades del proyecto con los distintos factores del medio ambiente. Consiste en una matriz de doble entrada, en cuyas filas se desglosan los elementos del medio que pudieran ser afectados (físico abiótico, físico biótico y socioeconómico), y estos a su vez se dividen por factores ambientales (aire, agua, suelo, geomorfología, paisaje, flora, fauna, demografía, sector primario y sector secundario); en tanto que las columnas contienen las actividades del proyecto causales del impacto, agrupadas por etapa de desarrollo (preparación del sitio).

#### **JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SELECCIONADA**

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

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

## V.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS.

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

Una definición genéricamente utilizada del concepto indicador, establece que éste es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado por un agente de cambio” (Ramos, 1987); es por ello que se considera a los indicadores como índices cuantitativos o cualitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del desarrollo del proyecto.

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

**Representatividad:** se refiere al grado de información que posee un indicador respecto del impacto global de la obra.

**Relevancia:** la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.

**Excluyente:** no existe una superposición entre los distintos indicadores.

**Cuantificable:** medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.

**Fácil identificación:** definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

## LISTADO DE LOS INDICADORES DE IMPACTO

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

COMPONENTE DEL MEDIO	INDICADORES DE IMPACTO
Clima	No se identificaron indicadores de impacto.
Aire	Número de fuentes móviles
	Tiempo de operación de las fuentes móviles
	Cantidad de partículas suspendidas
Geología	No se identificaron indicadores de impacto.
Fisiografía	No se identificaron indicadores de impacto.
Paisaje	Superficie modificada
Suelos	No se identificaron indicadores de impacto.
Hidrología	Cantidad de partículas suspendidas
	Volumen de aguas residuales generadas
Servicios ambientales	Superficie que será desmontada
Biodiversidad (flora y fauna)	Superficie de desmonte
	Tiempo de vida útil del proyecto
Socioeconómico	Número de empleos temporales o permanentes
	Maquinaria y equipo requerido
	Inversión del proyecto
	Tiempo de duración del cambio de uso de suelo
	Tiempo de vida útil del proyecto

**Tabla 5.1.-** Indicadores de impacto ambiental.

### V.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

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

<b>MATRIZ DE CRIBADO</b> <b>MATRIZ DE CAUSA-EFECTO</b> En las columnas se colocaron todas aquellas actividades involucradas en el cambio de uso del suelo y en las filas se incluyeron todos y cada uno de los componentes del ambiente que se verán afectados por dichas actividades. La celda que indicaba una posible interacción entre ambos componentes de la matriz, fue marcada con una "X".		ACTIVIDADES DE CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES											
		PREPARACION DE SITIO				CUSTF CONSTRUCCION				OPERACIÓN			
		Contratación de personal	Renta de maquinaria y equipo	Trazo y delimitación de superficie	Rescate de flora y fauna	Desmante	Triturado de material forestal	Conformación de terreno	Limpieza de terreno	Construcción de PTAR	Mantenimiento de PTAR	Limpieza de PTAR	
COMPONENTE DEL MEDIO													
Abiótico	Aire					X	X			X			
	Suelo							X					
	Hidrología					X							
Biodiversidad	Flora				X	X				X	X		
	Fauna			X	X	X				X	X		
Servicios ambientales	Provisión de agua					X							
	Protección de suelo					X		X					
	Protección de la biodiversidad				X	X				X			
	Captura de carbono					X				X			
	Generación de oxígeno					X							
	Paisaje					X				X			
	Protección de Fenómenos					X					X		
Socioeconómicos	Sector social	X								X	X	X	
	Sector económico		X							X	X	X	

Tabla 5.2.- Matriz de causa - efecto.

De acuerdo con la matriz de causa y efecto, se identificaron 35 posibles interacciones entre los diferentes componentes del medio y las actividades implicadas en el cambio de uso de suelo.

De los componentes del medio, la flora y la fauna, así como los elementos del medio socioeconómico serán los que tendrá mayor interacción con el proyecto, por lo que se prevé que serán los recursos que recibirán el mayor número de impactos ambientales que se generen.

### VALORACIÓN CUANTITATIVA DEL IMPACTO AMBIENTAL

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

### CRITERIOS SELECCIONADOS PARA LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

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

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

**Tabla 5.3.-** Criterios de valoración de los impactos



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

### **Carácter (+ ó -)**

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

### **Intensidad (In)**

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

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

En relación a éste criterio, para el presente estudio se considerará lo siguiente:

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

### **Relación-causa efecto (Ce)**

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

### **Extensión (Ex)**

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

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

- Puntual: cuando el impacto sólo afecte la superficie donde se esté realizando la obra o actividad de que se trate.
- Parcial: cuando el impacto afecte una superficie mayor al sitio donde se esté realizando la actividad de que se trate, pero dentro de los límites del sistema ambiental.
- Extenso: cuando el efecto del impacto se produzca más allá de los límites del sistema ambiental.

### **Momento (Mo)**

Alude al momento en que ocurre el impacto, es decir, el tiempo transcurrido desde que la acción se ejecuta y el impacto se manifiesta. Este tipo de impacto puede ocurrir a corto plazo, si se manifiesta inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción; a largo plazo si se expresa mucho tiempo después de ocurrida la acción; o a mediano plazo si se manifiesta en un momento después de ocurrida la acción que resulta intermedio al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores.

Para fines prácticos y metodológicos del presente estudio, en la aplicación de éste criterio se considerará lo siguiente:

- Corto plazo: si el impacto ocurre un mes después de que se produzca el factor que lo genera.
- Mediano plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a un mes, pero menor a seis meses de haberse producido el factor que lo genera.
- Largo plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a seis meses de haberse producido el factor que lo genera.

### **Persistencia (Pe)**

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

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

- Fugaz: si el impacto deja de manifestarse en un período que abarca de un día a un mes después de haber desaparecido el factor que lo genera.
- Temporal: si el impacto se manifiesta en un período de tiempo mayor a un mes pero sólo durante el cambio de uso de suelo, que se estima, durará 5 años.
- Permanente: si el impacto se manifiesta en forma posterior a la finalización del cambio de uso de suelo, es decir, durante toda la vida útil del proyecto.

### **Periodicidad (Pr)**

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

### **Reversibilidad (Rv)**

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

### **Recuperabilidad (Rc)**

No siempre es posible que el medio alterado por alguna acción pueda regresar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa. En tales casos debemos tomar medidas para que esto ocurra. Definimos entonces el impacto recuperable cuando éste desaparece al cesar la acción que

lo causa; preventivo cuando se aplican medidas que impiden la manifestación del impacto; mitigable como aquel donde la aplicación de medidas correctoras sólo reducen el efecto de la acción impactante, sin llegar a la situación inicial; e irrecuperable cuando al desaparecer la acción que lo causa no es posible el retorno a la situación inicial, ni siquiera a través de medidas de protección ambiental, por lo que además de medidas mitigadoras para reducirlo, debemos aplicar las llamadas medidas compensatorias para remediarlo. En los casos, preventivo y mitigable, aplican las llamadas medidas preventivas o de mitigación, a las cuales nos referiremos en el próximo capítulo.

La categoría de recuperabilidad no aplica a los impactos positivos, pues su definición abarca el concepto de medidas mitigadoras o compensatorias que solo se aplican a los impactos negativos. Para los impactos positivos se manejan las llamadas medidas optimizadoras encaminadas a perfeccionar, ampliar y expandir el beneficio del impacto positivo; sin embargo, para el presente estudio estas medidas no fueron consideradas, ya que no afectan ni deterioran a los elementos del medio.

### ASIGNACIÓN DE RANGOS PARA LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN

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

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
CRITERIO	RANGO	VALOR
Carácter	Positivo	+
	Negativo	-
Intensidad (IN)	Baja	1
	Media	2
	Alta	3
Extensión (EX)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	3
Causa-efecto (CE)	Indirecto	1
	Directo	2
Momento (MO)	Corto plazo	1
	Mediano plazo	2
	Largo plazo	3
Persistencia (PE)	Fugas	1
	Temporal	2
	Permanente	3
Periodicidad (PR)	Irregular	1
	Periódico	2
	Permanente	3
Reversibilidad (RV)	Reversible	1
	Irreversible	2
Recuperabilidad (RC)	Preventivo	0
	Recuperable	1
	Mitigable	2
	Irrecuperable	3

**Tabla 5.4.-** Criterios de valoración de impactos

### CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

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

$$VIM = +/- (3IN + 2EX + CE + MO + PE + PR + RV + RC)$$

Donde:

**VIM** = Valor de importancia del impacto

(+/-) = positivo o negativo

**IN** = Intensidad

**EX** = Extensión

**CE** = Causa-efecto

**MO** = Momento

**PE** = Persistencia

**PR** = Periodicidad

**RV** = Reversibilidad

**RC** = Recuperabilidad

A continuación, se presenta la valoración cuantitativa de los impactos ambientales identificados, tomando como base las interacciones establecidas en la matriz de causa-efecto, descrita anteriormente. La valoración se presenta por etapa del proyecto.

#### PS. ETAPA PREPARACION DE SITIO.

<b>Impacto ambiental identificado: Generación de empleos (PS1)</b>
<b>Elementos del medio que serán impactados:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Socioeconómico (sector social)</li> </ul>
<b>Descripción del impacto ambiental:</b>
Según la matriz de causa y efecto, una de las primeras actividades que se realizarán, incluso antes de iniciar con el cambio de uso del suelo, será la contratación de personal especializado para realizar los trabajos involucrados. La acción de contratar personal, influye de forma directa en el sector social al ofrecer fuentes de empleo de carácter temporal.

<b>EVALUACION DEL IMPACTO (PS1)</b>			
<b>CRITERIO</b>	<b>RANGO</b>	<b>ANALISIS</b>	<b>VALOR</b>
Carácter	Positivo	El proyecto generará un beneficio para la sociedad, al constituirse como una fuente de empleos directos e indirectos.	<b>+</b>
Intensidad	Alto	La cantidad de personal requerido para trabajos de preparación de sitio es alta en comparación con las otras etapas del proyecto, ya que se requieren aproximadamente 20 trabajadores para llevar a cabo el desmonte y preparación para posteriormente iniciar la construcción, incluyendo al responsable de supervisar la ejecución del CUSTF	<b>3</b>
Extensión	Externo	El personal que será contratado, será aquel que radique en la Localidad de Cancún; por lo que se considera que el beneficio por la generación de empleos, rebasará los límites del sistema ambiental	<b>3</b>
Causa-efecto	Directo	Sin la contratación de personal, resulta imposible la ejecución de esta etapa del proyecto.	<b>2</b>
Momento	Corto plazo	La contratación del personal será inmediata, ya que sin ello no se podrá dar inicio al cambio de uso del suelo.	<b>1</b>
Persistencia	Temporal	Al finalizar los trabajos preliminares, también cesará el contrato de los trabajadores.	<b>2</b>
Periodicidad	Continuo	Los trabajadores se mantendrán empleados mientras tanto no finalice esta etapa, por lo que su empleo será constante a lo largo del proceso.	<b>3</b>
Reversibilidad	No aplica	No aplica (véase Tabla 5.4.)	<b>0</b>
Recuperabilidad	No aplica	No aplica (véase Tabla 5.4.)	<b>0</b>
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		VIM = +/- (3(3) + 2(3) + 2 + 1 + 2 + 3 + 0 + 0)	<b>VIM= +23</b>

**Impacto ambiental identificado: Activación de la economía local (PS2)**

**Elementos del medio que serán impactados:**

- Socioeconómico (sector social)

**Descripción del impacto ambiental:**

De acuerdo con la matriz de causa y efecto, una de las primeras actividades que se realizarán, incluso antes de iniciar con el cambio de uso del suelo, será la renta de maquinaria y equipo, necesarios para el desarrollo del proyecto. Esta actividad influye de forma directa en el sector económico al activar la economía de la localidad donde serán adquiridos.

<b>EVALUACION DEL IMPACTO (PS2)</b>			
<b>CRITERIO</b>	<b>RANGO</b>	<b>ANALISIS</b>	<b>VALOR</b>
Carácter	Positivo	El proyecto generará un beneficio para la sociedad, al activar la economía y producir fuentes de ingresos mercantiles.	+
Intensidad	Baja	La inversión que se tiene estimada para la contratación de mano de obra, así como la renta de maquinaria y equipo en esta etapa, es menor de 1 millón de pesos mexicanos, lo que se considera una inversión baja en comparación con las otras etapas del proyecto.	1
Extensión	Externo	El material, equipo y maquinaria que se requiere para esta etapa, podrá ser adquirido en los comercios locales de la ciudad de Cancún, los cuales, se encuentran fuera de los límites del sistema ambiental	3
Causa-efecto	Directo	Sin la compra de material y equipo, y la renta de maquinaria resulta imposible la ejecución del proyecto en sus etapas iniciales	2
Momento	Corto plazo	La compra de material y equipo, así como la renta de maquinaria, será inmediata, ya que sin ello no se podrán dar inicio a los trabajos involucrados.	1
Persistencia	Temporal	La compra de materiales y equipo, así como la renta de maquinaria, se llevará a cabo en un solo momento, por lo que se anticipa que el efecto del impacto será breve	1
Periodicidad	Continuo	Estas actividades se llevarán a cabo en un solo momento, por lo que se anticipa que el efecto del impacto será breve en el tiempo.	1
Reversibilidad	No aplica	No aplica (véase Tabla 5.4.)	0
Recuperabilidad	No aplica	No aplica (véase Tabla 5.4.)	0
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		VIM = +/- (3(1) + 2(3) + 2 + 1 + 1 + 1 + 0 + 0)	<b>VIM= +14</b>

**Impacto ambiental identificado: Perturbación del hábitat (PS3)**

**Elementos del medio que serán impactados:**

- Biodiversidad (fauna)

**Descripción del impacto ambiental:**

De acuerdo con la matriz de causa y efecto, todos los trabajos de preparación de sitio que se realizarán en las zonas de aprovechamiento, tendrán una interacción indirecta con la fauna del sitio. Al realizarse dichos trabajos, se estarán produciendo factores de perturbación del hábitat, además que se prevé que en esta fase del proyecto se realizará el rescate selectivo de fauna.



<b>EVALUACION DEL IMPACTO (PS3)</b>			
<b>CRITERIO</b>	<b>RANGO</b>	<b>ANALISIS</b>	<b>VALOR</b>
Carácter	Negativo	Los trabajos a realizar en las áreas de aprovechamiento, y las actividades de rescate de fauna, al ser actividades de tipo antrópica, producirá un elemento de alteración (perturbación) en los recursos naturales del medio en sentido negativo.	-
Intensidad	Baja	Las actividades de preparación de sitio tendrán un tiempo de duración aproximado de 6-8 meses, sin embargo, se realizarán en forma gradual y por etapas, por lo que se anticipa que el impacto no podrá adquirir mayor intensidad en sus efectos sobre el medio	1
Extensión	Puntual	Las actividades referidas se llevarán a cabo en forma puntual, por lo que se prevé que el efecto del impacto se limitará a la superficie de aprovechamiento.	1
Causa-efecto	Directo	Las actividades a realizar en las áreas de aprovechamiento causantes de perturbación, forman parte directa de los trabajos preliminares.	2
Momento	Corto plazo	La perturbación del hábitat ocurrirá en forma inmediata cuando se den inicio los trabajos, puesto que involucran la presencia humana en el medio desde su comienzo.	1
Persistencia	Temporal	Las actividades referidas tendrán un tiempo de duración equivalente a 6-8 meses, por lo que a su término, también cesará el impacto.	2
Periodicidad	Periódico	La perturbación del hábitat ocurrirá en forma continua pero intermitente, considerando que los trabajos preliminares se realizarán en forma gradual a los largo de los 2 meses.	2
Reversibilidad	irreversible	Al cesar la preparación del sitio en las áreas de aprovechamiento, las condiciones de estabilidad en el hábitat para la fauna no se podrán restablecer en forma natural	2
Recuperabilidad	Mitigable	En las inmediaciones de las áreas de aprovechamiento, se mantendrán áreas con vegetación natural, que en su caso, servirán como zona de refugio o hábitat para las especies de fauna que serán desplazadas; así mismo, sin embargo, dicha situación sólo reducen el efecto del impacto, en magnitud.	2
<b>CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:</b>		<b>VIM = +/- (3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 2 + 2 + 2 + 2)</b>	<b>VIM= -16</b>

## CO. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Impacto ambiental identificado: Reducción de la cobertura vegetal (CO1)
<p><b>Elementos del medio que serán impactados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiversidad</li> <li>• Servicios ambientales (protección del suelo, protección de la biodiversidad, regulación climática, amortiguamiento de fenómenos naturales, generación de oxígeno, captura de carbono).</li> <li>• Suelo</li> </ul>
<p><b>Descripción del impacto ambiental:</b></p> <p>El origen de éste impacto, de acuerdo con la matriz de causa-efecto, será el desmonte durante el cambio de uso de suelo, ya que dicha actividad implica la remoción de vegetación natural dentro en las zonas de aprovechamiento propuestas para el proyecto, lo que también trae como consecuencia el desplazamiento de la fauna, la pérdida de la cobertura vegetal, que a su vez es una protección natural para el suelo; y la modificación del entorno natural, alterando también el medio perceptual.</p>

EVALUACION DEL IMPACTO (CO1)			
CRITERIO	RANGO	ANALISIS	VALOR
Carácter	Negativo	Ocasiona la pérdida del recurso	-
Intensidad	Alta	Se perderá el hábitat en las superficies aprovechadas.	3
Extensión	Puntual	Se limita sólo a la superficie propuesta para el desarrollo del proyecto	1
Causa-efecto	Directo	Se limita sólo a la superficie propuesta para el desarrollo del proyecto.	2
Momento	Mediano plazo	El desmonte se llevará a cabo en forma gradual, con un tiempo de duración de 6 meses; por lo tanto, el efecto del impacto en toda su magnitud o intensidad, se verá reflejado en forma posterior.	2
Persistencia	Permanente	La pérdida de la vegetación, el desplazamiento de la fauna y la alteración del paisaje, serán permanentes durante toda la vida útil del proyecto.	3
Periodicidad	Periódico	Se considera periódico, ya que el desmonte se realizará de manera paulatina y por etapas, durante el plazo establecido en el calendario de actividades.	2
Reversibilidad	irreversible	En caso de cesar la actividad, la vegetación removida no puede recuperar su estado original por medios propios, ya que para ello se requiere	2

		aplicar medidas de restauración.	
Recuperabilidad	Mitigable	Se llevará a cabo un rescate de vegetación y fauna, dirigido para recuperar un porcentaje significativo de las especies que serán afectadas; contribuyendo con ello a salvaguardar el germoplasma de las especies seleccionadas, en especial de aquellas listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; así como reducir el deterioro del paisaje en la zona.	2
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		VIM = +/- (3(3) + 2(1) + 2 + 2 + 3 + 2 + 2 + 2)	VIM= -24

**Impacto ambiental identificado: Reducción y pérdida del hábitat (CO2)**

**Elementos del medio que serán impactados:**

- Biodiversidad (flora y fauna)
- Servicios ambientales (protección de la biodiversidad).

**Descripción del impacto ambiental:**

El origen de éste impacto, de acuerdo con la matriz de causa-efecto, será el desmonte durante el cambio de uso de suelo, ya que dicha actividad implica remover la vegetación natural dentro de las zonas propuestas para el aprovechamiento y desarrollo del proyecto (pérdida del hábitat); superficies que actualmente funcionan como hábitat para la flora y la fauna asociada, el cual se verá reducido en superficie.

**EVALUACION DEL IMPACTO (CO2)**

CRITERIO	RANGO	ANALISIS	VALOR
Carácter	Negativo	Ocasiona la pérdida del recurso	-
Intensidad	Alta	Se perderá el hábitat en las superficies aprovechadas.	3
Extensión	Puntual	Se limita sólo a la superficie de aprovechamiento	1
Causa-efecto	Directo	El cambio de uso de suelo que implica el proyecto a través de la remoción de la vegetación, se relaciona en forma directa con la pérdida y reducción del hábitat	2
Momento	Mediano plazo	El desmonte corresponde a la etapa del proyecto donde se perderá el hábitat. No obstante, la magnitud total del impacto se manifestará al término del desmonte, es decir, después de seis meses	2
Persistencia	Permanente	La pérdida del hábitat será permanente durante toda la vida útil del proyecto.	3
Periodicidad	Periódico	Se considera periódico, ya que el desmonte se realizará de manera paulatina y por etapas, durante el plazo establecido en el calendario de actividades.	2
Reversibilidad	irreversible	El hábitat para la flora y la fauna no podrá	2

		recuperarse por medios naturales en caso de cesar la actividad, ya que para ello se requiere aplicar medidas de restauración.	
Recuperabilidad	Mitigable	Dentro del predio se conserva una superficie de 99,028.51 m <sup>2</sup> con vegetación en estado natural, la cual podrá fungir como hábitat para la flora y la fauna	2
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		VIM = +/- (3(3) + 2(1) + 2 + 2 + 3 + 2 + 2 + 2)	VIM= -24

### Impacto ambiental identificado: Suspensión de sedimentos (CO3)

#### Elementos del medio que serán impactados:

- Abiótico (aire)

#### Descripción del impacto ambiental:

Durante el desmonte y triturado del material vegetal, se prevé la generación de sedimentos y partículas que podrían quedar suspendidas en el aire debido a la acción del viento, lo que en su caso, podría ocasionar afectaciones al medio.

EVALUACION DEL IMPACTO (CO3)			
CRITERIO	RANGO	ANALISIS	VALOR
Carácter	Negativo	Se considera un impacto negativo, debido a la afectación que puede ocasionar la suspensión de sedimentos y partículas sobre el medio.	-
Intensidad	Media	El volumen de sedimentos que podrían generarse es considerable, tomando en cuenta que la remoción total de la vegetación, se llevará a cabo en 27,071.21 m <sup>2</sup>	2
Extensión	Parcial	La acción del viento podría aislar las partículas y sedimentos suspendidos y trasportarlas a zonas lejanas al predio del proyecto, pero considerando que en las inmediaciones existe cobertura vegetal, estos podrán ser retenidos evitando que se extiendan más allá de los límites de la cuenca, por lo tanto, el efecto del impacto podrá ocurrir fuera del predio del proyecto pero dentro de la cuenca.	2
Causa-efecto	Directo	El desmonte y triturado del material vegetal, forman parte de las fases de desarrollo del proyecto.	2
Momento	Corto plazo	El desmonte y triturado del material vegetal, ocurrirán en forma inmediata cuando se inicié con esta fase.	1
Persistencia	Temporal	Los trabajos de desmonte y triturado, tendrán un tiempo de duración equivalente al tiempo que dure esta etapa de proyecto, puesto que se llevarán a cabo en forma paralela; sin embargo,	2

		al término de estas actividades, también cesará el impacto	
Periodicidad	Periódico	El desmonte y triturado, se llevarán a cabo en forma gradual, por lo tanto, la suspensión de sedimentos ocurrirá en forma periódica.	<b>2</b>
Reversibilidad	Reversible	Las partículas suspendidas en el aire, debido a su peso molecular, podrán precipitarse al suelo, cuando cese la acción del viento, o en su caso pueden llegar a precipitarse por la acción de la lluvia, o ser retenidos en el follaje de la vegetación circundante, por lo que éste impacto puede ser revertido.	<b>1</b>
Recuperabilidad	Preventivo	Se aplicarán acciones específicas encaminadas a suprimir el efecto del impacto, con la finalidad de evitar la alteración del medio por suspensión de sedimentos.	<b>0</b>
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		VIM = +/- (3(2) + 2(2) + 2 + 1 + 2 + 2 + 1 + 0)	<b>VIM= -18</b>

**Impacto ambiental identificado: Reducción de la calidad visual del paisaje (CO4)**

**Elementos del medio que serán impactados:**

- Servicios ambientales (paisaje).

**Descripción del impacto ambiental:**

Durante los distintos trabajos involucrados en el desarrollo del proyecto, y principalmente durante la remoción de la vegetación, así como la presencia de trabajadores en el sitio del proyecto y su área de influencia, se agregarán elementos de perturbación en el paisaje, lo que reducirá su calidad visual.

**EVALUACION DEL IMPACTO (CO4)**

CRITERIO	RANGO	ANALISIS	VALOR
Carácter	Negativo	Se considera un impacto negativo, debido a que produce una alteración del medio (perturbación), que reduce la calidad visual del paisaje.	-
Intensidad	Alta	La remoción de vegetación total se llevará a cabo en el 100% de la superficie de aprovechamiento (CUSTF); por lo que la intensidad del impacto se considera elevada	<b>3</b>
Extensión	Parcial	La alteración de la calidad visual del paisaje se extenderá fuera del área de aprovechamiento, pero dentro del sistema ambiental.	<b>2</b>
Causa-efecto	Directo	El impacto está directamente relacionado con la percepción que tenga el observador en relación a las unidades que integran el paisaje, que en su caso, se podría ver afectada por la presencia de los trabajadores y la eliminación de la vegetación, puesto que es el atributo más importante del paisaje en cuanto a su extensión:	<b>2</b>

		por lo que se trata de un impacto ambiental que se generará por el proyecto mismo	
Momento	Mediano plazo	La contaminación visual ocurrirá desde el inicio de los trabajos implicados en el cambio de uso del suelo. La magnitud total del impacto se manifestará a los 3 meses de iniciado el proyecto, considerando que se realizará en forma gradual.	2
Persistencia	Permanente	Al término de esta etapa, los efectos sobre el paisaje derivados del desmonte, permanecerán durante toda la vida útil del proyecto, y en consecuencia, el impacto seguirá manifestándose.	3
Periodicidad	Continuo	Al término de esta etapa, los efectos sobre el paisaje derivados del desmonte, permanecerán durante toda la vida útil del proyecto, y en consecuencia, el impacto seguirá manifestándose.	3
Reversibilidad	Reversible	Al cesar esta etapa el paisaje podrá absorber el proyecto, considerando que los elementos entrópicos forman parte del entorno, por lo que dichos elementos pasarán de ser factores de perturbación, a formar parte del paisaje que prevalece en el sistema ambiental.	1
Recuperabilidad	Preventivo	Al cesar esta etapa, el paisaje podrá absorber el proyecto, considerando que los elementos entrópicos forman parte del entorno, por lo que dichos elementos pasarán de ser factores de perturbación, a formar parte del paisaje que prevalece en el sistema ambiental.	1
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		VIM = +/- (3(3) + 2(2) + 2 + 2 + 3 + 3 + 1 + 1)	VIM= -25

**Impacto ambiental identificado: Contaminación del medio (CO5)**

**Elementos del medio que serán impactados:**

- Abiótico (suelo e hidrología subterránea)
- Servicios ambientales (provisión del agua en calidad)

**Descripción del impacto ambiental:**

Un manejo inadecuado de los residuos sólidos y líquidos que se generen durante el cambio de uso del suelo, podría traducirse en la contaminación del suelo y del acuífero subterráneo, principalmente por la generación de aguas residuales que podrían filtrarse al subsuelo y contaminar el agua subterránea.

<b>EVALUACION DEL IMPACTO (CO5)</b>			
<b>CRITERIO</b>	<b>RANGO</b>	<b>ANALISIS</b>	<b>VALOR</b>
Carácter	Negativo	Ocasiona la contaminación del recurso.	-
Intensidad	Baja	La contaminación no ocasionará la destrucción total de los recursos impactados.	1
Extensión	Extenso	La contaminación del recurso puede alcanzar una superficie mayor a la que será intervenida durante los trabajos de preparación del sitio, incluso más allá de los límites del sistema ambiental, debido al flujo hidrológico subterráneo.	3
Causa-efecto	Indirecto	Los trabajos de preparación del sitio no serán los factores causantes de la contaminación del recurso, más bien se relaciona con un manejo inadecuado de los residuos sólidos y líquidos que se generen.	1
Momento	Mediano plazo	Una posible contaminación de los recursos naturales, ocurrirá en un tiempo mayor a seis meses, por lo que se considera un impacto que ocurrirá a mediano plazo.	2
Persistencia	Temporal	Un foco de contaminación originado por un manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos (aguas residuales), podría permanecer en el medio por períodos prolongados de tiempo, pero al cesar la fuente contaminante, podrían ser suprimidos del medio por elementos biológicos como las bacterias y plantas	2
Periodicidad	Irregular	Se considera irregular, ya que la contaminación podría ocurrir en forma impredecible en el tiempo	1
Reversibilidad	Reversible	Los agentes contaminantes podrían llegar a ser biodegradados con el paso del tiempo, y por lo tanto podrían ser suprimidos del medio	2
Recuperabilidad	Preventivo	Se aplicarán medidas preventivas específicas para evitar que el impacto se manifieste (ver capítulo de medidas preventivas).	0
CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:		VIM = +/- (3(1) + 2(3) + 1 + 2 + 2 + 1 + 2 + 0)	<b>VIM= -17</b>

**Impacto ambiental identificado: emisión de gases contaminantes (CO6)**

**Elementos del medio que serán impactados:**

- Servicios ambientales (captura de carbono)

**Descripción del impacto ambiental:**

La operación de la maquinaria será una fuente temporal de emisión de gases contaminantes durante el desmonte, ya que funcionan a base de combustibles, lo que contribuirá a la emisión de carbono hacia la atmósfera

<b>EVALUACION DEL IMPACTO (CO6)</b>			
<b>CRITERIO</b>	<b>RANGO</b>	<b>ANALISIS</b>	<b>VALOR</b>
Carácter	Negativo	Ocasiona la contaminación del recurso.	-
Intensidad	Baja	La contaminación no ocasionará la destrucción total de los recursos impactados de los mismos. La volumen de gases emitidos será bajo en comparación con los procesos industriales, aunado a que la operación de la maquinaria no será constante a lo largo del tiempo	1
Extensión	Extenso	La contaminación del recurso puede alcanzar una superficie mayor a la que será aprovechada, incluso más allá de los límites del sistema ambiental, debido a que los gases pueden ser dispersados por la acción del viento en la atmósfera	3
Causa-efecto	Indirecto	El proyecto en sí no será el factor causante de la contaminación del recurso, más bien se relaciona con el funcionamiento de la maquinaria.	1
Momento	Corto plazo	La emisión de gases contaminantes ocurrirá desde el inicio de esta etapa.	1
Persistencia	Temporal	Los gases contaminantes pueden permanecer por períodos prolongados de tiempo en la atmósfera; sin embargo, estos pueden precipitarse o ser captados por la cobertura vegetal existente en la atmósfera; lo que otorga una persistencia temporal al impacto. Aunado a que al cesar esta etapa, la maquinaria dejará de funcionar y por lo tanto el impacto dejará de manifestarse	2
Periodicidad	Irregular	Se considera irregular, ya que la contaminación podría ocurrir en forma impredecible en el tiempo.	1
Reversibilidad	Reversible	Los agentes contaminantes podrían llegar a ser suprimidos de la atmósfera con el paso del tiempo, y por lo tanto podrían ser eliminados del medio	2
Recuperabilidad	Preventivo	Se aplicarán medidas para reducir la cantidad de gases que serán emitidos hacia la atmósfera, con la finalidad de reducir su volumen en la atmósfera.	2
<b>CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:</b>			<b>VIM = +/- (3(1) + 2(3) + 1 + 1 + 2 + 1 + 2 + 2)</b>
			<b>VIM= -18</b>



**OP. ETAPA DE OPERACIÓN.**

<b>Impacto ambiental identificado: Generación de empleos (OP1)</b>
<b>Elementos del medio que serán impactados:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Socioeconómico (sector social)</li> </ul>
<b>Descripción del impacto ambiental:</b>
Según la matriz de causa y efecto, una de las primeras actividades que se realizarán, incluso antes de iniciar con la operación del proyecto, será la contratación de personal especializado para realizar los trabajos involucrados. La acción de contratar personal, influye de forma directa en el sector social al ofrecer fuentes de empleo de carácter temporal.

<b>EVALUACION DEL IMPACTO (OP1)</b>			
<b>CRITERIO</b>	<b>RANGO</b>	<b>ANALISIS</b>	<b>VALOR</b>
Carácter	Positivo	El proyecto generará un beneficio para la sociedad, al constituirse como una fuente de empleos directos e indirectos.	+
Intensidad	Media	La cantidad de personal requerido para el desarrollo de la etapa operativa es media en comparación con las otras etapas, ya que se generarán 14 empleos pero con la distinción de que estos serán de tipo permanente.	2
Extensión	Extenso	El personal que será contratado, será aquel que radique en la Localidad de Cancún; por lo que se considera que el beneficio por la generación de empleos, rebasará los límites del sistema ambiental.	3
Causa-efecto	Directo	Sin la contratación de personal, resulta imposible la ejecución de esta etapa del proyecto	2
Momento	Corto plazo	La contratación del personal será inmediata, ya que sin ello no se podrá dar inicio a la operación del proyecto.	1
Persistencia	Permanente	El contrato de los trabajadores involucrados en las distintas actividades que dicha etapa implica, serán vigentes durante toda la vida útil del proyecto.	3
Periodicidad	Continuo	Los trabajadores se mantendrán empleados mientras tanto no finalice esta etapa, por lo que su empleo será constante a lo largo del proceso.	3
Reversibilidad	No aplica	No aplica (véase Tabla 5.4.)	0
Recuperabilidad	No aplica	No aplica (véase Tabla 5.4.)	0
<b>CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:</b>			<b>VIM = +/- (3(2) + 2(3) + 2 + 1 + 3 + 3 + 0 + 0)</b>
			<b>VIM= +21</b>

<b>Impacto ambiental identificado: Generación de empleos (OP2)</b>
<b>Elementos del medio que serán impactados:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Biodiversidad (fauna)</li> </ul>
<b>Descripción del impacto ambiental:</b>
De acuerdo con la matriz de causa y efecto, todos los trabajos de mantenimiento que se realizarán en las zonas de aprovechamiento, tendrán una interacción indirecta con la fauna del sitio. Al realizarse dichos trabajos, se estarán produciendo factores de perturbación del hábitat.

<b>EVALUACION DEL IMPACTO (OP2)</b>			
<b>CRITERIO</b>	<b>RANGO</b>	<b>ANALISIS</b>	<b>VALOR</b>
Carácter	Negativo	Los trabajos de mantenimiento a realizar en las áreas de aprovechamiento, al ser actividades de tipo antrópica, producirá un elemento de alteración (perturbación) en los recursos naturales del medio en sentido negativo.	-
Intensidad	Baja	Las actividades de mantenimiento se realizarán en forma programada, por lo que se anticipa que el impacto no podrá adquirir mayor intensidad en sus efectos sobre el medio.	1
Extensión	Puntual	Las actividades referidas se llevarán a cabo en forma puntual, por lo que se prevé que el efecto del impacto se limitará a la superficie de aprovechamiento	1
Causa-efecto	Directo	Las actividades de mantenimiento a realizar en las áreas de aprovechamiento causantes de perturbación, forman parte directa de la operación del proyecto	2
Momento	Largo plazo	La perturbación del hábitat ocurrirá en forma programada después de haberse concluido la etapa constructiva, por lo que se espera que el impacto se manifieste a largo plazo.	3
Persistencia	Temporal	Las actividades referidas se realizaran en forma programada, por lo que a su término, también cesará el impacto.	2
Periodicidad	Periódico	La perturbación del hábitat ocurrirá en forma continua pero intermitente, considerando que los trabajos de mantenimiento se realizarán en forma programada.	2
Reversibilidad	Reversible	Al cesar las actividades de mantenimiento, las condiciones de estabilidad en el hábitat para la fauna se podrán restablecer en forma natural	1
Recuperabilidad	Mitigable	Solamente se realizara mantenimiento sobre las obras por construir, en las superficies no aprovechadas del proyecto se mantendrá una supervisión para asegurarse de que no existan desmontes no autorizados y así estas puedan ser ocupadas por la fauna del sitio como zona de tránsito, descanso o refugio para la fauna silvestre.	2
<b>CÁLCULO DEL VALOR DE IMPORTANCIA:</b>		<b>VIM = +/- (3(1) + 2(1) + 2 + 3 + 2 + 2 + 1 + 2)</b>	<b>VIM= -17</b>

## JERARQUIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

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

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

### **Impacto significativo o relevante**

Es importante precisar que el rango más alto en la jerarquización de los impactos, correspondiente a la categoría de impacto significativo o relevante, será para los impactos ambientales cuya intensidad se traduzca en una destrucción casi total del factor ambiental (intensidad alta) en el caso de aquellos negativos, o en un beneficio máximo cuando sean de carácter positivo; y que además tengan un efecto inmediato sobre el medio ambiente (directo); afectando un espacio muy amplio (extenso), mucho tiempo después de ocurrida la acción (largo plazo); provocando una alteración indefinida (permanente) y continua en el tiempo. Asimismo, al desaparecer la acción que provoca dicho impacto, no será posible el retorno del componente ambiental a su estado original de manera natural, ni por medios o acciones correctoras por parte del ser humano (irreversible e irrecuperable). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

Valor de importancia

$$\text{VIM} = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$\text{VIM} = +/- (3(3) + 2(3) + 2 + 3 + 3 + 3 + 2 + 3)$$

$$\text{VIM} = +/- 31$$

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

### **Impacto moderado**

Como un rango intermedio entre el impacto significativo o relevante y el impacto bajo o nulo, se ubica la categoría de impacto moderado, es decir, aquellos impactos ambientales, cuya intensidad se traduce en una modificación media (intensidad media) del factor afectado, o en una cierta mejora cuando son de carácter positivo; con un efecto que tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor (indirecto), afectando un espacio intermedio (parcial), al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (puntual y extenso); su efecto ocurrirá después de sucedida la acción en un nivel intermedio (mediano plazo) al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores (corto y largo plazo), con una duración transitoria (temporal) y en forma regular pero

intermitente en el tiempo (periódico). Así mismo, cuando al desaparecer la acción que provoca el impacto, es posible el retorno del componente ambiental a su estado original, ya sea de manera natural o por medios o acciones ejecutadas por el ser humano (reversible y recuperable o mitigable). De acuerdo con esta descripción y aplicando el algoritmo de Gómez Orea se obtiene lo siguiente:

Valor de importancia:

$$\text{VIM} = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$\text{VIM} = +/- (3 (2) + 2 (2) + 1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 2)$$

$$\text{VIM} = +/- 20$$

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

### **Impacto bajo o nulo**

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

Valor de importancia

$$\text{VIM} = +/- (3I + 2E + C + M + P + Pr + R + Rc)$$

$$\text{VIM} = +/- (3 (1) + 2 (1) + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0)$$

$$\text{VIM} = +/- 10$$

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

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

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

**Tabla 5.5.-** Jerarquización de impactos ambientales

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

#### **Significativo o relevante**

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

#### **Moderado**

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

#### **Bajo o nulo**

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

Una vez definidas las categorías jerárquicas, en las siguientes tablas se presenta la clasificación de cada impacto ambiental identificado de acuerdo con dichas categorías, por componente ambiental y por etapa del proyecto.

<b>JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (Preparación de sitio)</b>				
<b>No.</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Elemento del medio</b>	<b>Valor de importancia</b>	<b>categoría</b>
PS1	Generación de empleo	Socioeconómico	+23	Moderado
PS2	Activación de la economía local	Socioeconómico	+14	Bajo
PS3	Perturbación del hábitat	Biodiversidad	-16	Bajo

<b>JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (Construcción)</b>				
<b>No.</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Elemento del medio</b>	<b>Valor de importancia</b>	<b>categoría</b>
CO1	Reducción de la cobertura vegetal	Biodiversidad Servicios ambientales Suelo	-24	Moderado
CO2	Reducción y perdida del hábitat	Biodiversidad Servicios ambientales	-24	Moderado
CO3	Suspensión de sedimentos	Abiótico	-18	Bajo
CO4	Reducción de la calidad visual del paisaje	Servicios ambientales	-25	Moderado
CO5	Contaminación del medio	Abiótico Servicios ambientales	-17	Bajo
CO6	Emisión de gases contaminantes	Servicios ambientales	-18	Bajo

<b>JERARQUIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES (Operación)</b>				
<b>No.</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Elemento del medio</b>	<b>Valor de importancia</b>	<b>categoría</b>
O1	Generación de empleo	Socioeconómico	+21	Moderado
O2	Perturbación del hábitat	Biodiversidad	-17	Bajo

#### V.4 CONCLUSIONES.

A partir de la evaluación de los impactos ambientales que generará el proyecto sobre los componentes del medio que integran el sistema ambiental, se concluye que en total se generarán 11 impactos ambientales, de los cuales 8 serán negativos (3 con categoría media o moderados y 5 de categoría baja o nula); así mismo, se prevé la generación de 3 impactos positivos (2 con categoría media o moderados y 1 de categoría baja o nula).

De los impactos identificados, 3 se producirán en las etapas de preparación de sitio; 6 en la etapa de construcción; y 2 en la etapa operativa; siendo la etapa constructiva la que generará el mayor número de impactos negativos con 6 en total.

Por otra parte, resulta importante señalar que a partir de la evaluación realizada para los impactos ambientales que serán generados por el desarrollo del proyecto, se puede concluir categóricamente que el cambio de uso del suelo no producirá impactos ambientales significativos o relevantes ya que la superficie donde se desarrollara el proyecto se encuentra dentro de la zona urbana de Cancún y dentro del Programa de Desarrollo Urbano se tiene asignado un uso de suelo de infraestructura, es decir que el sitio seleccionado para la ampliación de la PTAR Norponiente cumple legalmente con todos los instrumentos aplicativos.

**VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA  
AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO**



## **VI. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL QUE MOTIVE LA AUTORIZACIÓN EXCEPCIONAL DEL CAMBIO DE USO DE SUELO.**

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, sólo puede autorizarse por excepción considerando el supuesto del artículo 117 que a la letra dice: “La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo”. En este sentido, el presente documento técnico unificado se elaboró para justificar el cambio de uso del suelo de forestal a urbano del predio ubicado en Prolongación avenida 137 s/n, zona ejidal Alfredo V. Bonfil, Cancún, Municipio Benito Juárez, Quintana Roo, c.p. 77510 de la zona urbana de Cancún en el Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, el cual presenta vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia en toda su extensión que es de 2.7 hectáreas, con base en la información técnica presentada en este estudio enseguida se presentan los argumentos que demuestran que con el desarrollo del proyecto de la “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente” no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que el uso alternativo del suelo que se propone es más productivo a largo plazo que la conservación del uso del suelo actualmente existente.

### **VI.1 PARA DEMOSTRAR QUE NO SE COMPROMETERÁ LA BIODIVERSIDAD.**

La diversidad biológica, o biodiversidad puede definirse como la variedad y abundancia de especies en una unidad definida de estudio (Magurran 2004).

Según Moreno (2001) La riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad.

De acuerdo con el listado florístico la vegetación al interior del predio alcanza una riqueza de 75 especies, de las cuales 4 se identifican al nivel de género y las restantes al nivel de especie. Se encuentran agrupadas en 38 familias, de las cuales las Leguminosae (13) son las más abundantes, las especies registradas por su composición y estructura son árboles, arbustos y herbáceas. La mayoría de las especies identificadas presentan una forma de vida arbórea (53), 8 especies son arbustivas, 6 especies son herbáceas y 3 son palmas, 3 son rastreras o trepadoras y dos son epifitas.

El análisis de similitud de Sorensen no indica que las comunidades vegetales del sistema ambiental y las que se encuentran en el predio donde se pretende desarrollar el proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente”, presentan una similitud muy parecida, ya que del índice estadístico se obtuvo un número de especies comunes alto siendo este del 75% queriendo decir que todas las especies registradas que se encuentran en el sitio B representado por las especies registradas en la zona sujeta a CUSTF, también se encuentran en el sitio A que corresponde al área de influencia del sistema ambiental.

El Índice de Sorensen se habrá de calcular a partir de los siguientes datos:

Formula del Índice de Sorensen

$$QS = \frac{2C}{A + B} = \frac{2|A \cap B|}{|A| + |B|}$$

Dónde:

A: Número de especies en el sitio A: 125

B: Número de especies en el sitio B: 76

C: Número de especies presentes en ambos sitios, A y B

$$QS = \frac{2(76)}{(125 + 76)} \times 100 = 0.75 \times 100 = 75 \%$$

El resultado demuestra que tanto en el área de influencia del sistema ambiental y la superficie sujeta a CUSTF presentan una semejanza de comunidades vegetales, considerando que el valor de 0.75 se aproxima a 1, el cual es un indicador que las mismas especies del sitio B se encuentran en el sitio A.

Este razonamiento se sustenta en que un determinado lugar depende de los factores históricos del desarrollo ambiental de la región y de la interacción con los factores ecológicos actuales, máxime cuando los cambios inducidos se manifiestan como un deterioro que ha sido y es generado por actividades antrópicas o inducidos por el hombre.

La vegetación del predio donde se ubica el proyecto mantiene especies características que corresponden a una vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia; siendo las más representativas las especies arbóreas de rápido crecimiento según la caracterización de la vegetación descrita en este estudio

La equitatividad se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies.

La comparación que se presenta en este estudio de la diversidad de las especies tanto en el área sujeta a CUSTF como la del área de influencia del sistema ambiental, según lo que señala el índice de Shannon, para el mismo tipo de vegetación en el sistema ambiental (que no se afectará con el proyecto), se presenta un índice de diversidad ligeramente mayor en el estrato arbustivo e igual en el estrato herbáceo del sistema ambiental, no así para el estrato arbóreo el cual se presenta ligeramente menos diverso.

La equitatividad, tanto del área sujeta a cambio de uso de suelo como del sistema ambiental resultó igual en los tres estratos del ecosistema. Esto nos indica que la distribución de individuos por especie en todos los estratos es prácticamente homogénea, por lo que la presencia de especies dominantes se reduce grandemente.

	Área sujeta a CUSTF			Sistema Ambiental		
	Estrato			Estrato		
	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo	Herbáceo	Arbustivo	Arbóreo
Riqueza	15	22	24	15	28	17
Índice H	2.4	2.7	2.6	2.5	3	2.3
Equidad	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.8

**Tabla 6.1.-** Cuadro comparativo de riqueza, diversidad y equidad.

Por lo anterior y dado que el ecosistema en el sistema ambiental como se muestra en el cuadro anterior, presenta en promedio la misma diversidad que en el área sujeta a CUSTF, se asume que no se compromete la biodiversidad de la flora de manera general.

Al comparar el Índice de Valor de Importancia por especie del Sistema Ambiental con la del área de CUSTF, se puede observar que tanto en el área sujeta a CUSTF como en el ecosistema del sistema ambiental se presenta una composición florística muy similar, ya que prácticamente todas las especies que se localizan en la superficie de cambio de uso de suelo se encuentran en el sistema ambiental, aun y cuando no hayan aparecido en los muestreos de referencia.

El análisis de valor de importancia que se obtiene por estrato es el resultado de los muestreos realizados tanto en el área de CUSTF y del área de influencia Sistema Ambiental. Cabe recordar que el índice de valor de importancia (VIR) es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El VIR es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal y es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente.

Los resultados obtenidos en cada uno de los sitios de muestreo señalan los valores obtenidos de acuerdo con el número de muestras en cada caso, 6 en la superficie de CUSTF y 6 en el área de influencia (SA), así como en la riqueza de especies registrada en cada caso, por lo que una especie determinada puede tener un valor de importancia alto en un sitio y bajo en el segundo, aun así, la comparación nos da una idea del valor de las especies en la estructura y composición de la comunidad vegetal que en ambos casos corresponde a una vegetación secundaria derivada de selva mediana subperennifolia.

En lo que respecta al estrato herbáceo, se observa ambos sitios presentaron un riqueza de especies muy similar y 11 de las 15 especies (73%) que se registraron en el área sujeta a CUSTF, también se registraron en el sistema ambiental.

Las especies *Thrinax radiata*, *Manilkara zapota*, *Nectandra coriácea*, *Brosimum alicastrum* y *Vitex gaumeri*, se registraron en ambos muestreos, obteniendo mayor VIR en el área de CUSTF que en el sistema ambiental, excepto en el caso de *Psychotria nervosa* y *Malvaviscus arboreus*. Sin embargo no habría por qué preocuparse de estas especies, debido a que se presentan de forma similar en sistema ambiental y son especies muy comunes en la región.

Las especies *Coccoloba spicata*, *Hampea trilobata*, *Croton niveus*, *Dendropanax arboreus*, *Gymnanthes lucida*, *Lonchocarpus rugosus*, *Zygia stevensonii* y *Sabal yapa*, sólo se registraron en el área de CUSTF, sin embargo, no existe riesgo, ya que estas especies aparecen registradas en el listado general del sistema ambiental, algunas de estas se registraron en los estratos arbustivo y arbóreo por lo que se garantiza la permanencia de estas especies, como se puede observar en el siguiente cuadro.

Nombre científico	Nombre común	CUSTF	SA	Estrato	Estrato
		VIR	VIR	arbustivo	arbóreo
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	41.0	30.9		
<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	17.3	30.9		
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	24.5	24.0		
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	17.3	24.0		
<i>Nectandra coriácea</i>	NECO	7.1	6.9		
<i>Brosimum alicastrum</i>	RAMON	7.1	6.9		
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	7.1	6.9		
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	21.3	Registrada SA	X	
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	7.1	Registrada SA	X	
<i>Croton niveus</i>	CROTON	7.1	Registrada SA		
<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	7.1	Registrada SA		X
<i>Gymnanthes lucida</i>	YAITE	14.2	Registrada SA		
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	7.1	Registrada SA	X	
<i>Zygia stevensonii</i>	CACAOCHE	7.1	Registrada SA		

Sabal yapa	GUANO	7.1	Registrada SA		
Coccoloba diversiflora	SAKBOB		6.9		
Guettarda elliptica	TASTAB		6.9		
Alseis yucatanensis	ALSEIS		6.9		
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA		13.9		
<i>Cnidocolus multilobus</i>	CHAYA DE MONTE		6.9		
<i>Ottoschulzia pallida</i>	UVASCHE		13.9		
<i>Protium copal</i>	COPAL		6.9		
<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO		6.9		

**Tabla 6.2.-** Comparación del valor de Importancia Relativa. Estrato herbáceo (menores a 3 cm de DAP).

En el estrato arbustivo, se observa que 17 de las 24 especies (71%) que se encuentran en el área de CUSTF se presentan en el sistema ambiental, el cual presentó una mayor riqueza (29 especies), por lo que 7 especies se registraron sólo en el área de CUSTF. Trece especies presentes en el área de CUSTF obtuvieron mayor VIR que en el sistema ambiental en razón de que presentaron una mayor densidad, pero los valores registrados para dichas especies en el área de referencia del sistema ambiental no están muy alejados, por lo que puede afirmarse que su remoción no ocasiona una disminución o que las especies se encuentren en peligro, ya que como se ha manifestado estas se presentan de forma similar en el sistema ambiental.

Nombre científico	Nombre común	CUSTF	S A	Estrato	Estrato
		VIR	VIR	Herbáceo	arbóreo
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	56.1	25.3		
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	38.0	21.3		
<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	25.5	23.6		
<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	11.3	29.8		
<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	17.6	12.6		
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	29.7	4.7		
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	32.0	16.1		
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	13.9	8.4		
<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	13.6	9.8		
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	7.9	9.6		
<i>Diospyros cuneata</i>	SILIL	20.2	7.3		
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	27.8	3.3		
<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	2.8	2.9		
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	CHIKE	4.5	3.5		
<i>Eupatorium daleoides</i>	EUDA	4.2	3.4		
<i>Coccoloba diversifolia</i>	SAKBOB	4.7	3.3		
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	12.6	27.7		

<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	10.6	Registrada SA		
<i>Ottoschulzia pallida</i>	UVASCHE	5.3	Registrada SA		
<i>Croton niveus</i>	CROTON	10.0	Registrada SA		
<i>Neea psychotrioides</i>	TATSI	4.2	Registrada SA		
<i>Randia aculeata</i>	RANDIA	4.2	Registrada SA		
<i>Malpighia glabra</i>	WAYACTE	4.3	Registrada SA		
<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	12.0	Registrada SA		
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITINCHE			11.9	
<i>Cordia dodecandra</i>	SIRICOTE			3.8	
<i>Cupania dentata</i>	CUDE			4.3	
<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA			4.6	
<i>Gymnopodium floribundum</i>	TSITSILCHE			7.5	
<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN			1.9	
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE			8.2	
<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN			15.6	
<i>Protium copal</i>	COPAL			6.1	
<i>Zygia stevensonii</i>	KAKAOCHE			3.6	
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB			20.5	
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM			4.4	

**Tabla 6.3.-** Comparación del Valor de Importancia Relativa. Estrato arbustivo (de 3 a 9.9cm de DAP).

En el estrato arbóreo, se observa la riqueza en ambos sitios es muy parecida y que 16 de las 23 especies (69%) que se encuentran en el área de CUSTF también se presentan en el sistema ambiental; por lo que 9 especies se registraron sólo en el área de CUSTF, ver tabla 6.4.

Las especies *Lysiloma latisiliquum*, *Vitex gaumeri*, *Ficus cotinifolia*, *Gliricidia sepium*, *Dendropanax arboreus* y *Lonchocarpus rugosus* presentaron un valor de importancia mayor en el área de CUSTF, sin embargo, al analizar los componentes del valor de importancia se obtiene que en el área de CUSTF hay mayor densidad y frecuencia, que en el sistema ambiental, pero los valores de densidad y frecuencia en la sistema no se encuentra muy alejados a los del área de CUSTF, por lo que puede afirmarse que lo anterior no ocasiona una disminución o que las especies se encuentren en peligro, ya que como se ha manifestado estas se presentan de forma similar en el sistema ambiental.

Asimismo es importante señalar que la riqueza de especies registrada en el área de CUSTF no se distingue por especies sobresalientes por pertenecer a ecosistemas en riesgo o por la abundancia de especies protegidas o con distribución restringida. Por el contrario, las especies presentes son en general características de las selvas medianas subperennifolias de la región, por lo que su remoción en el área del proyecto no las pone en riesgo alguno.

Nombre científico	Nombre común	CUSTF	S A	Estrato	Estrato
		VIR	VIR	arbustivo	Herbáceo
<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	3.3	70.6		
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	52.2	32.1		
<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	37.9	30.9		
<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	38.1	29.3		
<i>Psidium piscipula</i>	JABIN	13.2	27.5		
<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	10.5	15.3		
<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	17.1	18.7		
<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	9.7	17.1		
<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	13.7	15.2		
<i>Gliricidia sepium</i>	SAKYAB	13.9	8.9		
<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	11.8	4.4		
<i>Ottoschulzia pallida</i>	UVASCHE	3.4	3.4		
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	5.3	2.8		
<i>Sabal yapa</i>	GUANO	2.7	3.2		
<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	3.8	11.1		
<i>Cecropia peltata</i>	GUARUMBO	4.2	Registrada SA		
<i>Swartzia cubensis</i>	KATALOX	12.7	Registrada SA		
<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	4.8	Registrada SA		
<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	21.2	Registrada SA		
<i>Drypetes lateriflora</i>	EKULUB	6.5	Registrada SA		
<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	5.4	Registrada SA	X	
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	CHIKE	3.0	Registrada SA	X	
<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	2.9	Registrada SA		
<i>Thouinia paucidentata</i>	KANCHUNUP	2.8	Registrada SA		
<i>Diphysa yucatanensis</i>	DZUDZUK		2.8		
<i>Protium copal</i>	COPAL		6.3		

**Tabla 6.4.-** Comparación del Valor de Importancia Relativa. Estrato arbóreo (mayores a 9.9cm de DAP).

En conclusión, basados en el análisis presentado en los cuadros anteriores, se tiene que el proyecto no compromete la diversidad local, o del sistema ambiental donde se localiza el predio, dado el estado actual del ecosistema, considerando que tanto en el predio del área sujeta a cambio de uso de suelo como en el ecosistema del sistema ambiental se presenta una composición florística similar, ya que la vegetación está compuesta principalmente de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia del tipo arbóreo por lo que se garantiza la permanencia y distribución de las especies de selva registrada en este estudio, incluso dentro del mismo predio toda vez que se destinara 0.00 hectáreas como área de conservación de la vegetación de selva mediana.

En cuanto a la fauna, la diversidad de los diferentes grupos de vertebrados registrados en el predio, según el índice de Shannon obtenido es notablemente variada. El grupo de las aves resultó por razones obvias el grupo más diverso registrando un índice H de 3 que se considera como ligeramente alto, Sin embargo se debe tomar en cuenta que muchas de las especies de aves registradas sólo se observaron en tránsito o se encontraban en el predio sólo con el propósito de alimentarse o en reposo.

En el caso de los réptiles; así como en el caso de los mamíferos, dicho índice H equivale a 1.3 y 1.0 respectivamente que se considera bajo, el número de especies para ambos grupos faunísticos, sin duda puede aumentar si se incrementa el número de muestreos a lo largo del año. Además, es necesario mencionar que los registros obtenidos en el presente estudios sólo reflejan una parte de las especies que ocurren en un sitio en particular; ya que fluctuaciones estacionales y ambientales en el corto plazo afectan la posibilidad de observar la mayor parte de los individuos que habitan el área en un momento en particular. (cf. Manzanilla y Pééfaur, 2000).

En la diversidad de fauna tampoco se esperan modificaciones sustanciales y aunque se reporta la distribución de 34 especies de fauna de las cuales, 26 son aves (76.4%), 4 son reptiles (11.7%) 3 son mamíferos (8.8%) y 1 es anfibio (2.9%). Los organismos no se verán afectados de manera extraordinaria debido a que:

- En el caso de los Anfibios no se removerá la zona donde se registró la única especie.
- Las Aves presentan hábitos voladores por lo que pueden desplazarse libremente fuera de la zona de aprovechamiento, sin que se vean afectadas de manera alguna.
- En el caso de Reptiles y Mamíferos, podrán desplazarse a la zona que se mantendrá sin afectación dentro del mismo predio.

Cabe mencionar que se reporta una especie incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la iguana gris (*Ctenosaura similis*), a la cual se le debe aplicar las medidas de mitigación que permitan redundar en la protección de este organismo. A este respecto, será necesario implementar un Programa de Rescate y ahuyentamiento de Fauna Silvestre que forma parte de las medidas de mitigación del proyecto para evitar su captura, daño o muerte.

	Área sujeta a CUSTF			Sistema Ambiental		
	Estrato			Estrato		
	Reptiles	Aves	Mamíferos	Reptiles	Aves	Mamíferos
Riqueza	4	26	3	12	58	9
Índice H	1.3	3	1	2.1	3.8	1.9
Equidad	1	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9

**Tabla 6.5.- Comparativo de riqueza por grupos de vertebrados**



## VI.2 PARA DEMOSTRAR QUE NO SE COMPROMETERÁ LA EROSIÓN DE LOS SUELOS

En lo que se refiere a que no se provocará la erosión de los suelos, se considera lo señalado en el capítulo 4 del presente documento, en donde se describe el tipo de suelo presente en la cuenca hidrológica forestal del área del proyecto y el correspondiente al sitio del presente estudio, y que de acuerdo con esa información se tiene que el tipo de suelo corresponde a Litosol con Rendzina de clase textural media (I+E/2) (Fuente. INEGI, Banco de Información sobre Perfiles de Suelo); así mismo se toma en consideración que el Estado de Quintana Roo presenta un relieve casi plano con escasas pendientes (montañas y valles), dando como resultado un erosionabilidad muy escasa.

La superficie que se solicita para cambio de uso del suelo para el proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente” se pretende en 2.70 hectáreas. Si bien, la eliminación de la vegetación forestal afectara a este servicio ambiental de forma puntual en la superficie desmontada, en términos de erosión, significa que la remoción de la vegetación podrá originar una pérdida de suelo forestal para convertirse en suelo útil con fines urbanos.

Con la finalidad de demostrar que la remoción de la vegetación no provocara la erosión de los suelos de manera significativa en el predio del proyecto, a continuación mediante el modelo de ECUACIÓN UNIVERSAL DE PÉRDIDA DE SUELOS se presentan los resultados estimados. Es importante aclarar que dicha ecuación fue diseñada a partir de datos empíricos en parcelas experimentales agrícolas que cumplieran un “cierto tipo” de condiciones y no en función de lo que sería el cambio de uso del suelo forestal, sin embargo, se hace uso de esta fórmula para calcular la erosión potencial. En este sentido se puede decir que el proyecto afectará una superficie de 2.70 hectáreas de terreno urbano.

Como se ha mencionado para la estimación de la pérdida de suelo que ocurrirá en la superficie de cambio de uso de suelo propuesta y considerando que se trata de un caso hipotético con fines de predicción a continuación se presenta el desarrollo del método empleado y sus resultados.

En el año 2005, se utilizó esta fórmula simplificada adecuada a nuestro país para estimar la erosión del suelo a partir de la ecuación universal de pérdida de suelos (E): Mario Martínez Méndez (2005).

## Ecuación Universal de Pérdida de Suelos

$$E = R K L S C P$$

Donde:

E= Erosión del suelo t/ha/año

R= Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm /hr

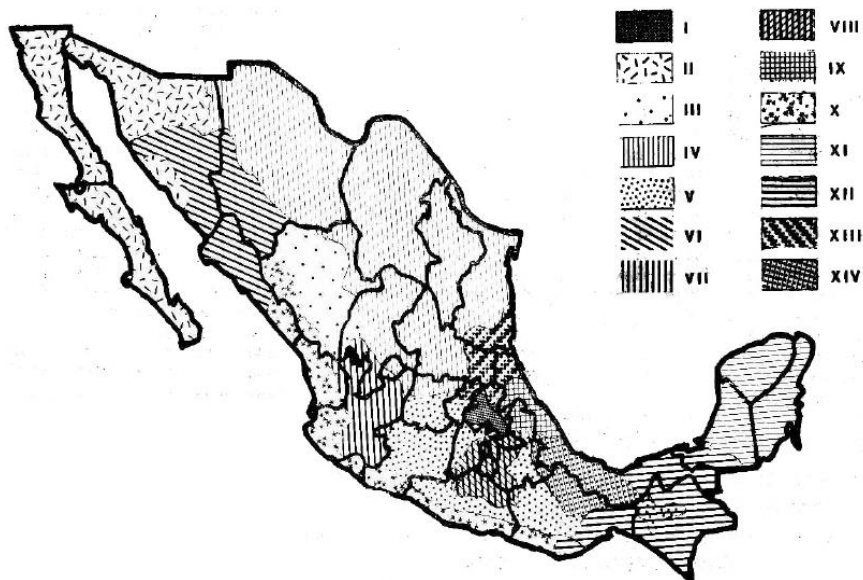
K= Erosionabilidad del suelo

LS= Longitud y grado de pendiente

C= Factor de vegetación.

P= Factor de prácticas mecánicas

La erosividad (R) se puede estimar a partir de la precipitación media anual que para la región donde se ubica el predio es de aproximadamente 1401.6 mm que multiplicado por las ecuaciones para estimar la erosividad de la lluvia en el estado de Quintana Roo de acuerdo al mapa y tabla proporcionada por el autor donde existen 14 regiones. La región bajo estudio se asocia bajo un número de la región y se consulta una ecuación cuadrática donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R.



Región	Ecuación	R <sup>2</sup>
I	$R = 1.2078P + 0.002276P^2$	0.92
II	$R = 3.4555P + 0.006470P^2$	0.93
III	$R = 3.6752P - 0.001720P^2$	0.94
IV	$R = 2.8559P + 0.002983P^2$	0.92
V	$R = 3.4880P - 0.00088P^2$	0.94
VI	$R = 6.6847P + 0.001680P^2$	0.90
VII	$R = -0.0334P + 0.006661P^2$	0.98
VIII	$R = 1.9967P + 0.003270P^2$	0.98
IX	$R = 7.0458P - 0.002096P^2$	0.97
X	$R = 6.8938P + 0.000442P^2$	0.95
XI	$R = 3.7745P + 0.004540P^2$	0.98
XII	$R = 2.4619P + 0.006067P^2$	0.96
XIII	$R = 10.7427P - 0.00108P^2$	0.97
XIV	$R = 1.5005P + 0.002640P^2$	0.95

**Figura 6.1.-** Mapa de erosividad de la república mexicana y ecuaciones para calcular la erosividad de la lluvia

De acuerdo con los datos señalados se tiene que el predio del proyecto se ubica dentro de la región XI y por lo tanto, le aplica la ecuación  $R = 3.7745 (P) + 0.004540 (P)^2$ .

Por lo tanto considerando que la precipitación media anual de la zona donde se ubica el predio y por ende la superficie de cambio de uso de suelo como se ha mencionado es de 1401.6 mm, sustituyendo estos valores en la ecuación obtenemos los siguientes resultados:

$$R = 3.7745 (1401.6) + 0.004540 (1401.6)^2$$

$$R = 14,209.08 \text{ Mj/ha mm/hr}$$

La erosionabilidad del suelo (K) se estima a partir de la textura de los suelos presentes y la cantidad de materia orgánica.

Con datos de la textura de los suelos y contenido de materia orgánica, se estima el valor de erosionabilidad (K). (Morgan 1986).

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 - 2.0	2.0 – 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013 - .029		

**Tabla 6.6.-** Erosionabilidad de los suelos (K) en función de la textura y el contenido de materia orgánica

Mediante análisis de la carta edafológica del INEGI, se advierte que el predio se encuentra dentro de las unidades edafológicas Litosol más rendzina en clase textural media.

Tomando en cuenta que los tipos de suelo presentes en la superficie de cambio de uso de suelo presentan una clase textural media, es decir, menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena, entonces tenemos que se trata de un suelo con textura migajosa arenosa, de acuerdo con el Diagrama de texturas según el Departamento de Agricultura de los EUA, utilizado en el Laboratorio de Análisis de Materiales del INEGI con adecuación de términos (Diccionario de datos Edafológicos Alfanumérico, 2001).

Derivado de lo anterior tenemos que el suelo presenta en la superficie de cambio de uso de suelo es de textura migajón arenoso y el contenido de materia orgánica del 2.0%, por lo tanto el valor de K estimado de 0.019 de acuerdo al cuadro presentado anteriormente.

K= 0.019

La longitud y grado de pendiente. La pendiente del terreno afecta los escurrimientos superficiales

imprimiéndoles velocidad. El tamaño de las partículas así como la cantidad de material que el escurrimiento puede desprender o llevar en suspensión, son una función de la velocidad con la que el agua fluye sobre la superficie.

Se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$S = \frac{H_a - H_b}{L}$$

Donde:

S= Pendiente media del terreno (%)

Ha= Altura de la parte alta del terreno (m)

Hb= Altura de la parte baja del terreno (m)

L= Longitud del terreno (m)

Se acuerdo con el levantamiento topográfico en la superficie de cambio de uso de suelo seria de:

La altura de la parte alta del terreno es de 7.5 msnm

La altura de la parte baja del terreno es de 3.1 msnm

La longitud del terreno analizada es de 211 m (equivalente a la parte más larga del proyecto).

Entonces tenemos:

$$S = 7.5 - 3.1 / 211$$

$$S = 4.4 / 211$$

$$S = 0.020 (100)$$

$$S = 2 \%$$

Al conocer la pendiente y la longitud de la pendiente, entonces el factor, Ls se calcula como:

$$LS: (\lambda)m (0.0138 + 0.00965 (s) + 0.00138 (s)^2)$$

$\lambda$  = Longitud de la pendiente

S= Pendiente media del terreno

M= Parámetro cuyo valor es 0.5

De acuerdo con los resultados obtenidos y sustituyendo los valores en la formula tenemos:

$$LS = (211)0.5 (0.0138 + 0.00965 (1.69) + 0.00138 (1.69)^2)$$

$$LS = (14.52) (0.0340499)$$

$$LS = 0.494$$

Por consiguiente la erosión potencial es:

$$E = R * K * LS$$

$$E = 14,209.08 * 0.019 * 0.494$$

$E = 133.36$  ton/ha/año en suelo sin vegetación y sin prácticas de conservación del suelo y del agua, lo que significa que anualmente se perdería una lámina de suelo de 13.3 mm, si consideramos que 1 mm de suelo es igual a 10ton/ha de suelo.

Que multiplicado por un factor de vegetación C de 0.001, (bosque con cobertura vegetal).

$$E = 133.36 * \text{factor de vegetación}$$

$$E = 133.36 * .001$$

$$E = 0.133 \text{ toneladas/ha/año.}$$

De acuerdo con los cálculos realizados en los apartados anteriores, la erosión neta para el predio sin el proyecto es de 0.133 toneladas/ha/año, lo que significa que anualmente se pierde una lámina de suelo de 0.0133 mm, por el contrario la erosión calculada en la superficie de CUSTF con el proyecto es de 133.36 ton/ha/año sin prácticas de conservación del suelo y del agua, lo que significa que anualmente se perderá una lámina de suelo de 13.33 mm.

Dándole sentido a lo anterior, tenemos que la pérdida de suelo por erosión con la eliminación de la vegetación por el cambio de uso de suelo es significativa, ya que se incrementaría en 13.19 mm (13.33 mm - .0133 mm) en una superficie sin protección, sin embargo está pérdida estimada en forma anual, lo que significa que se perderá 13.19 mm de suelo en 365 días, por lo tanto, si consideramos que el suelo solo estará expuesto a las condiciones del clima (viento y lluvia) en un periodo máximo de 30 días que es el tiempo de duración de la remoción de la vegetación, entonces tenemos que la pérdida efectiva de la lámina del suelo fue de 1.08 mm (13.19mm\*26/365), lo cual se considera poco significativo ya que este no logra alcanzar el centímetro, al proceder al relleno y nivelación del suelo se origina el sellado de la superficie removida, y si a esto le sumamos medidas de mitigación entonces, podemos concluir que el cambio de uso de suelo no provocara la erosión del suelo.

Como medida para no provocar la erosión de los suelos del sitio del proyecto, cabe señalar que el promovente plantea medidas de prevención y mitigación para atenuar los posibles impactos sobre el suelo. Por lo que de manera complementaria, se contempla el rescate y reubicación de plantas sanas y vigorosas de especies silvestres incluyendo de manera particular las especies protegidas y aquellas especies útiles con fines ornamentales que se encuentren en este predio y se programa la reforestación y reubicación con especies nativas en las áreas verdes naturales que tiene contemplado el proyecto.

A continuación se plantean las medidas de prevención y mitigación para atenuar los posibles impactos que pudieran provocar la erosión del suelo entre los que se encuentran:

1. El rescate de la tierra vegetal para evitar la extracción de este material en otros sitios.
2. No se realizarán trabajos de mantenimiento ni reparación mecánica de los equipos y maquinaria dentro del área del proyecto y se realizarán en talleres establecidos para este fin.
3. El manejo de hidrocarburos se realizará siguiendo todas las precauciones necesarias para evitar que estos se derramen en el suelo contaminándolo.
4. Para evitar la defecación al aire libre se instalarán servicios sanitarios para los trabajadores, evitando así la contaminación al suelo y el enrarecimiento de la atmósfera.
5. El desmonte se realizará de manera paulatina, conforme el avance de las obras, para evitar la exposición prolongada de las superficies, y aminorar la dispersión de partículas de polvo por el viento y la erosión.
6. Se protegerá el suelo a través de humedecimiento constante según se quiera, dentro de las zonas sujetas al cambio de uso de suelo, para evitar la suspensión de sedimentos.
7. Se realizara la colecta de tierra vegetal para utilizarla en el embolsado de las plantas en el vivero temporal y la demás resultante será incorporada a las áreas verdes del proyecto como parte de proceso de enriquecimiento del suelo.
8. En las áreas verdes del proyecto, se realizara la distribución de una capa del material triturado proveniente de los residuos vegetales del desmonte para prevenir efectos erosivos del suelo en las porciones descubiertas y propiciar la reforestación.

Como parte de las labores de reforestación y reubicación se recomienda que en las áreas verdes naturales, se realice la distribución de una capa del material triturado proveniente de los residuos vegetales del desmonte para prevenir efectos erosivos del suelo en las porciones descubiertas en los límites de las áreas desmontadas.

Sin dejar de mencionar que el proyecto pretende mantener una superficie de 9.90 hectáreas como áreas verdes naturales que servirán de conservación para el proyecto que suman el 49.5% de la superficie total del predio.

En conclusión, el CUSTF en 2.70 hectáreas no aumentará la erosión del área. En primer lugar, porque esta es muy baja en todo el Sistema Ambiental, debido a que no se presentan pendientes mayores a 5%; y porque después del CUSTF se llevara a cabo el despalme y posteriormente se construirán y cubrirán con materiales las bases y demás infraestructura propuestas para este proyecto, lo que evita la posibilidad de los procesos erosivos.

### **VI.3 PARA DEMOSTRAR QUE NO SE PROVOCARA EL DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA Y LA DISMINUCIÓN EN SU CAPTACIÓN.**

La remoción de la vegetación inherente al cambio de uso de suelo forestal en una superficie de 2.70 hectáreas, afectará de manera mínima la capacidad de captación de agua en la zona donde se ubica el predio de interés. No obstante, los efectos en la captación de agua no serán del todo significativos, dado que el impacto será en un área puntual con respecto a la región, misma que se encuentra influenciada por el desarrollo urbano. Es por ello que se deben de tomar en consideración que a los alrededores del inmueble de interés se lleva a cabo el uso de suelo urbano y existen todo tipo de desarrollos inherentes a esta naturaleza, por lo que las condiciones para la infiltración del agua de lluvia ya han sido modificadas previamente al desarrollo del proyecto, sumando que en el sitio del proyecto no se lleva a cabo la captación de agua para consumo humano o animal, ni existen ríos, lagunas ni pozos de extracción.

En relación a la cantidad en la captación del agua, se considera que por el desarrollo del proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente” este servicio no se verá afectado negativamente. Por lo que mediante el adecuado seguimiento de acciones se podrá garantizar la continuidad de los procesos de infiltración del agua de lluvia al subsuelo.

La zona del proyecto se ubica en la región hidrológica Yucatán Norte y particularmente en la Cuenca Quintana Roo (32-A). Dicha cuenca ocupa el 31% del Estado, tiene una precipitación de 800 a 1500 mm, un rango de escurrimiento de 0 a 5% y en general se reconoce que el agua subterránea está sin contaminar y con excelente calidad. La unidad geohidrológica está formada por material consolidado con rendimiento alto mayor a 40 litros por segundo (lt/s) y es la más extensa en Quintana Roo con el 76% de la superficie Estatal (Herrera y Heredia 2011).

A pesar del incremento en el consumo de agua en los últimos años, no se aprecia disminución en el nivel estático del agua subterránea y se acepta que las previsiones del incremento de la demanda futura de agua se pueden satisfacer si se mantienen las medidas de protección del acuífero (CONAGUA 2012).

La capacidad de infiltración de un suelo es la cantidad de lluvia que puede absorber en unidad de tiempo, por lo que ésta dependerá de la intensidad de la lluvia, tipo de suelo, uso del suelo, cubierta vegetal y humedad inicial. Parte del agua suele quedar retenida en el follaje de vegetación, una más se ubica en la capa no saturada de suelo y está disponible para ser absorbida por las plantas en la franja de penetración de las raíces o para ser evaporada por la acción de la energía solar sobre la superficie del terreno. Otra fracción del agua que se infiltra puede alcanzar la zona saturada del sistema acuífero, una vez superada la capacidad de campo del suelo (Ortiz-Ortiz, 1990; Mishra, 2003).



La captura de agua es el servicio ambiental que producen las áreas arboladas al impedir el rápido escurrimiento del agua de lluvia precipitada, proporcionando la infiltración de agua que alimenta los mantos acuíferos y la prolongación del ciclo del agua. El agua infiltrada o percolada corresponde a la cantidad de agua que en realidad está capturando el bosque o selva y que representa la oferta de agua producida por este. El potencial de infiltración de agua de un área arbolada, depende de un gran número de factores como; la cantidad y distribución de la precipitación, el tipo de suelo, las características del mantillo, el tipo de vegetación y geomorfología del área, entre otros. Esto indica que la estimación de captura de agua debe realizarse por áreas específicas y con información muy fina (Torres y Guevara, 2002).

Dado que para el desarrollo del proyecto que solicita el cambio de uso de suelo en 2.70 hectáreas en donde se realizaran labores de desmonte. Esto significa que la infiltración al acuífero se puede ver alterada de manera diferencial durante la etapa de preparación del sitio. Sin embargo, la infiltración al acuífero que se dejara de percibir, representan porcentajes muy bajos (cifras que resultan prácticamente imperceptibles) en relación con los volúmenes captados en toda la Península de Yucatán, la región hidrológica Yucatán Norte y la cuenca de Quintana Roo 32-A.

Es por esto, que a continuación se presenta la estimación del cálculo de infiltración así como la metodología empleada de la superficie donde se pretende el cambio de uso de suelo para las 2.70 hectáreas, del agua que se infiltra y de la que se dejaría de infiltrar por la remoción de la vegetación.

El coeficiente de escurrimiento se estimó a través de la aplicación del método propuesto en la NOM-011-CNA-2000 que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de aguas nacionales.

Este método parte de valores de  $k$ , que son valores que dependen del tipo de suelo y su uso actual. Para este caso, los suelos pueden clasificarse como tipo "A" que pertenece a los "suelos permeables", y con un uso de suelo clasificado como "Bosque, cubierto en más del 75%". Asimismo, el predio será considerado con un uso de "Bosque, cubierto en más del 75%".

A cada uno de ellos le corresponde un valor  $k$ , cuyo valor se obtiene aplicando las ecuaciones siguientes:

Se aplica esta ecuación debido a que el valor de  $k$  es menor que 0.15

$$C_e = K * \frac{(P - 250)}{2000}$$

Donde:

$C_e$  = Coeficiente de escurrimiento

$k$  = Constante de tipo y uso de suelo

P = Precipitación anual en mm

Donde:

Se aplica esta ecuación debido a que el valor de k es mayor que 0.15

$$C_e = K * \frac{(P - 250)}{2000} + \frac{(K - 0.15)}{1.5}$$

Donde:

C<sub>e</sub> = Coeficiente de escurrimiento

k = Constante de tipo y uso de suelo

P = Precipitación anual en mm

Además de que se debe mencionar que también solo es válida para valores de precipitación anual entre 350 y 2,150 mm anuales.

Para el caso particular del proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente”, se tienen los siguientes datos:

P = Precipitación en el sitio, la reportada por la Estación meteorológica Cancún (1991-2006) con un valor de 1401.6 mm anuales.

K = Para este caso, se obtuvo un valor que sería el siguiente para cada uno de los ambientes, lo cual puede apreciarse en el cuadro que se presenta a continuación:

Tipo de suelo	A	B	C
Cobertura del bosque			
Más del 75%	0.07	0.16	0.24
Entre 50 - 75%	0.12	0.22	0.26
Entre 25 – 50%	0.17	0.26	0.28
Menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Zonas Urbanas	0.26	0.29	0.33

Suelo A. Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos.

Suelo B. Suelos semipermeables, tales como arena de mediana profundidad.

Suelo C. Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable.

Bosque cubierto más del 75% = 0.07;

Zona Urbana = 0.26

El coeficiente de escurrimiento se habrá de calcular a partir de estos datos, por lo que ha resultado la siguiente estimación:

Bosque cubierto más del 75%

$$C_e = 0.07 * \frac{(1401.6 - 250)}{2000} = 0.07 * 0.5758 = 0.040$$

Zonas urbanas%

$$C_e = 0.26 * \frac{(1401.6 - 250)}{2000} + \frac{(0.26 - 0.15)}{1.5} = 0.26 * 0.5758 + 0.0733 = 0.1687$$

El volumen medio anual de escurrimiento natural se estima a partir de la siguiente fórmula:

$$\begin{matrix} \text{Volumen anual de} \\ \text{escurrimiento natural} \\ \text{Millones de metros cúbicos} \end{matrix} = \left( \begin{matrix} \text{Precipitación anual} \\ \text{de la cuenca m} \end{matrix} \right) * \left( \begin{matrix} \text{Área de} \\ \text{afectación Km}^2 \end{matrix} \right) * \left( \begin{matrix} \text{Coeficiente de} \\ \text{escurrimiento} \end{matrix} \right)$$

El volumen natural de escurrimiento se calculó a partir de estos valores, por lo que se tiene como resultado lo siguiente:

Bosque cubierto más del 75%

$$\text{VoIESC} = 1.4016 * 0.027 * 0.040 = 0.00151 \text{ Mm}^3$$

Por lo tanto el volumen medio anual natural = 0.00151 Mm<sup>3</sup>

Zonas urbanas

$$\text{VoIESC} = 1.4016 * 0.027 * 0.1687 = 0.00638 \text{ Mm}^3$$

Por lo tanto el volumen medio anual natural = 0.00638 Mm<sup>3</sup>

En relación a la infiltración, la norma NOM-011-CNA-2000, no hace mención sobre su cálculo, pero puede estimarse considerando lo que menciona Aparicio (2006):

$$I = P - \text{VoIESC}$$

Donde:

I: Volumen estimado de infiltración en el área de interés (m3)

P: Precipitación media anual en el área de interés (m3),

Dónde: P = Precipitación anual (m) \* Superficie del área de interés (km2)

E: Volumen estimado de escurrimiento en el área de interés (m3)

Con lo que el escurrimiento y la infiltración se obtienen de la siguiente forma:

Bosque cubierto más del 75%.

$$\text{Infiltración} = 0.0378 - 0.00151 = 0.0362 = 3.62 \text{ m}^3$$

Zonas urbanas.

$$\text{Infiltración} = 0.0378 - 0.00638 = 0.0314 = 3.14 \text{ m}^3$$

De acuerdo con los resultados obtenidos, debido al cambio de uso de suelo realizado para el proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente” en una superficie de 2.70 hectáreas, la infiltración en el sitio disminuirá su captación de agua en un volumen aproximado de 0.48 m<sup>3</sup> anuales, es decir, un 13.3% menos de lo que teóricamente se captaría con la cobertura de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, hay que considerar que esta pérdida será puntual y única para el proyecto.

De manera adicional, como se ha señalado el proyecto mantendrá 9.90 hectáreas como áreas verdes de conservación que representan el 49.5% de la superficie total del predio, lo que contribuirá la recarga natural del acuífero, garantizando las áreas permeables en más del 40%, por lo que no se limitará la capacidad y calidad de infiltración del agua pluvial. De acuerdo con lo anterior se garantiza la continuidad de los procesos de infiltración del agua de lluvia al subsuelo, por lo que llevar a cabo la ejecución del proyecto no afectará la calidad del agua.

De acuerdo con este balance hidrológico en el Estado de Quintana Roo, se infiere que existe una gran disponibilidad de agua subterránea en el mismo; sin embargo, los principales problemas del agua se relacionan con su calidad no tanto con su cantidad. Esto se debe a que la alta permeabilidad que tienen los suelos cársticos en el estado que favorecen la infiltración del agua de lluvia, también representa una de sus principales causas de contaminación; ya que de la misma manera se filtran con facilidad los agroquímicos empleados en las actividades agrícolas, los residuos líquidos (lixiviados) de los tiraderos de basura a cielo abierto o de las lagunas de oxidación de las plantas de tratamiento, así como las filtraciones de aguas residuales de las fosas sépticas.

Este problema de contaminación se agrava día con día si se considera que el agua fluye a través de ríos subterráneos, lo cual favorece la difusión de la contaminación a otros sitios, y llega finalmente a la zona costera, donde se encuentran ecosistemas tan frágiles como los arrecifes coralinos que sustentan una gran diversidad de organismos acuáticos de importancia ecológica y económica. Otro factor que afecta la calidad del agua subterránea es la entrada de agua salada al manto freático; sin embargo, en éste último punto, cabe mencionar que el predio del proyecto se encuentra relativamente alejado de la costa.

Para evitar la modificación de la calidad del agua del acuífero ya que es altamente vulnerable a la

contaminación antropogénica, por la alta capacidad de infiltración que se registra en el subsuelo. Además de que se debe mantener una explotación controlada que evite la contaminación del acuífero por la intrusión salina, derivado del limitado espesor del acuífero. En este sentido y a través de las distintas actividades que involucraron el cambio de uso del suelo para el desarrollo del proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente”, se proponen situaciones para no comprometer la calidad del agua como son:

1. Para evitar la contaminación de las aguas subterráneas se llevara a cabo la disposición adecuada de las aguas residuales generadas por los trabajadores de obra. Por ello se contara con sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 20 trabajadores, mismos que se les dará mantenimiento continuo, además se realizara de manera adecuada la disposición final de dichas aguas.
2. El desarrollo del proyecto generara residuos sólidos urbanos, por lo que se aplicara un procedimiento de manejo adecuado a fin de evitar la generación de lixiviados de los mismos y con ello la promoción de la contaminación del suelo y del agua. Por lo que se colocaran depósitos temporales para residuos domésticos (cartón, papel, uncel, plásticos, aluminio, etc.) para evitar el esparcimiento de basura en el predio.
3. Se realizara el mantenimiento periódico de los vehículos y equipo con el fin de evitar descomposturas en el área del proyecto y así evitar el derrame de combustibles y aceites en las áreas destinadas al cambio de usos de suelo conforme al programa de manejo de residuos

#### **VI.4 EL USO ALTERNATIVO PROPUESTO SERÁ MÁS PRODUCTIVO A LARGO PLAZO**

Es evidente que el proyecto propuesto coadyuvará a revertir las condiciones socioeconómicas de la región. Con la ejecución del proyecto se generan alrededor de 14 empleos permanentes y se estima la generación de aproximadamente 30 empleos indirectos temporales durante la fase de Construcción, Operación y Mantenimiento de la ampliación de la planta de tratamiento de agua residual Norponiente de la localidad de Cancún. El proyecto tendrá una inversión cercana a los 237'000,000 pesos (doscientos treinta y siete millones de pesos 00/100 m.n) para las obras, cifra significativa no solo para el desarrollo del municipio de Benito Juárez sino para toda la Entidad ya que activará múltiples cadenas de la economía.

La mayor parte del predio en donde se desarrollará el proyecto, colinda con vialidades y caminos, rodeado por áreas urbanas. Esto ocasiona que la vegetación secundaria presente carezca de volúmenes aprovechables de madera con fines comerciales y, aunque puede contener recursos forestales no maderables, estos no tienen el valor potencial que permita rebasar la relación beneficio-uso comparado con la derrama económica que ocasionaría realizar el proyecto, además hay que considera que de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POEL). El área del predio está destinada para asentamientos humanos y de acuerdo con el Programa de Desarrollo Urbano de la Población de Cancún 2014-2030 el uso de suelo está destinado para equipamiento de infraestructura urbana.

Mientras que los resultados de la valoración de los recursos forestales maderables estimada para la superficie de cambio de uso del suelo de este proyecto arroja un total de \$131,657.34 pesos M.N. considerando una contribución parcial de al menos 24 especies arbóreas y arbustivas con un volumen comercial de 85.83m<sup>3</sup> de madera para aserrío y palizada. Por el aprovechamiento de los potenciales productos forestales no maderables considerando las plantas ornamentales, palma de guano para el área de desplante de este proyecto se obtiene una estimación de \$ 33,280 pesos. Mientras que por la tierra de monte que se pudiera obtener para la superficie propuesta estima un valor de \$ 37,800 pesos, el costo para leña, carbón y material triturado se obtendría un costo de \$ 13,862.88, por último el valor de la fauna silvestre se estimó en \$2,060.00 pesos.

Por lo tanto se puede considerar como un indicador el valor total estimado de los recursos biológico forestales para el área sujeta a cambio de uso del suelo con el procedimiento contingente de valoración de recursos sustitutos descrito con anterioridad, tomando como base el uso potencial (forestal) que presenta el predio, incluyendo la derrama económica por la venta de productos o servicios forestales por lo que se obtiene un valor global de \$220,145.22 pesos (Son doscientos veinte mil ciento cuarenta y cinco pesos 22/100 M.N.).

Al considerar que la valoración económica de los recursos forestales resulta significativamente menor al monto total de inversión para este proyecto, este análisis demuestra que el uso que se propone para este proyecto representa mayores beneficios económicos y sociales a corto y largo plazo que los que proporciona el predio como área forestal que se pretende afectar, basados en los resultados de la evaluación ambiental y socio-económica.

Este predio en donde se desarrollará el proyecto, forma parte de la zona urbana de la ciudad de Cancún, con uso de asentamiento humano, colinda con vialidades en operación, y está cerca de otras áreas ocupadas por diversas actividades comerciales y desarrollos habitacionales. Por los efectos de perturbaciones recurrentes la vegetación secundaria presente se encuentra en un proceso de degradación, carece de volúmenes aprovechables de madera con fines comerciales y aunque contiene recursos forestales no maderables, estos no tienen el valor potencial que permita rebasar la relación beneficio-uso comparado con los beneficios sociales y la derrama económica que ocasionaría realizar este proyecto.

Entonces tenemos que la inversión proyectada de 237 millones de pesos del nuevo uso que se propone para el proyecto contra la derrama económica por la venta de los recursos forestales que presenta el predio de aproximadamente de \$220,145.22 pesos (Son doscientos veinte mil ciento cuarenta y cinco pesos 22/100 M.N.), no tienen el valor potencial que permita rebasar la relación beneficio-uso comparado con la derrama económica que ocasionaría realizar el proyecto. Por lo tanto se deja ver muy claramente que el uso propuesto para el predio del proyecto resulta más apto que el del uso forestal de la cual no se encuentra permitido desarrollar esta actividad en la zona.

La inversión proyectada para este proyecto no sólo incluye el punto de vista económico, sino también involucra los recursos financieros requeridos para que el proyecto se desarrolle bajo los principios de protección al ambiente y se asegure el seguimiento y la evaluación para que la apropiación del territorio, se realice con pleno respeto a la normativa vigente.

Dado que este proyecto asignará recursos para la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales previstos. Por lo que se considera que el supuesto establecido en el Artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable relativo a que los usos alternativos del suelo propuestos serán más productivos a largo plazo, es admisible.

## **VI.5 FACTORES SOCIOECONÓMICOS**

El nivel de desarrollo y el potencial socioeconómico de los municipios, permite establecer el grado de concordancia entre ambos y las diferencias fundamentales existentes, así como detectar situaciones problemáticas que deben considerarse para orientar el uso del territorio. La evaluación del grado de desarrollo socioeconómico considera entre otros aspectos, el índice de marginación. Por su parte, el potencial (ventajas comparativas que permiten el desarrollo), se valora a partir de índices sobre la situación geográfica, la densidad de población, el grado de preparación para participar de manera calificada en actividades productivas y la concentración sectorial de las actividades secundarias y terciarias.

Por ejemplo, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) es una estimación de la condición para que las personas amplíen sus posibilidades de elegir entre distintos tipos de vida (PNUD 2004). Se reconoce que el municipio de Benito Juárez ocupa el primer lugar Estatal con un IDH de 0.8292 (arriba del resto de los municipios del Estado) y ocupa el lugar 25 a nivel nacional con un grado de desarrollo alto. No hay que perder de vista que este municipio es el más poblado de la Entidad ya que concentra el 50% de los habitantes de Quintana Roo (Lozano y Olivares 2011). Sin embargo, al estimar que tan equitativa es la posibilidad de acceder al desarrollo humano en la localidad de Cancún (Índice de Theil), el valor resultante está por arriba de lo que se reconoce para todo el municipio (0.3%), lo cual se interpreta como el porcentaje que aporta Cancún en la desigualdad total del Estado en desarrollo humano.

Una de las principales justificantes para la edificación del proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente”, está cimentada en el crecimiento estimado que se habrá de registrar hacia la porción norponiente de la ciudad Cancún. Por ello, los requerimientos de la mejora de los servicios contrarrestarán los fuertes rezagos que se tiene en la actualidad.

Ante esta situación, el Plan Estatal de Desarrollo 2011-2016, plantea dentro de la Visión 2016 se considere la necesidad de contar con “Un Quintana Roo con ciudades dignas que crecen

ordenadamente conforme a sus programas de desarrollo urbano, con reservas territoriales suficientes para su crecimiento, donde la población cuenta con servicios públicos urbanos de calidad, lo que les permite crecer y desarrollarse en mejores niveles de bienestar familiar y personal”.

Por lo anterior, se tiene como objetivo “Dignificar las ciudades del Estado a través de una planeación urbana efectiva que permita proveerlas de la infraestructura básica y equipamiento suficiente para la dotación de servicios públicos de calidad”.

Por lo que para lograr ese cometido, se pretende “desarrollar suficientes reservas territoriales, en las que el Gobierno del Estado gestione su participación patrimonial destinada al crecimiento de los centros urbanos, a fin de que se garantice el requerimiento para el equipamiento urbano y el de los demandantes de vivienda de los diferentes segmentos sociales, principalmente el de la población de bajos ingresos. Por lo que con estas acciones se contribuye al desarrollo con base en una planificación con enfoque integral y de largo plazo, a formular y actualizar planes maestros de agua potable, alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales en comunidades.

Ante esta perspectiva el proyecto, se apega a los instrumentos de planeación del desarrollo urbano por lo que se debe realizar el cambio de uso de suelo para así continuar impulsando el desarrollo regional. De esta manera, el proyecto habrá de contribuir a la mejora de los estándares de vida en la zona norponiente de la ciudad de Cancún por lo que en este sentido, permitirá proporcionar el equipamiento de la infraestructura adecuada la población asentada en la ciudad de Cancún y cuyo crecimiento está generado por el desarrollo de nuevos desarrollos habitacionales, atendiendo al objetivo fundamental, que es el desarrollo y bienestar de la población del Estado.

Se pretende con esto la atención a las necesidades de la población urbana siempre creciente, evitando que los nuevos inmigrantes se asienten en forma irregular en el suelo urbano no apto por ausencia o incumplimiento de la normatividad para nuevos asentamientos humanos. Además de que esta será acorde con el crecimiento de la población de la zona. La inversión contribuirá con la creación de empleos temporales y permanentes que beneficiará a gran cantidad de obreros de la industria de la construcción de la zona. Se impulsará al comercio organizado y significará ingresos en materia de impuestos y permisos al Municipio Benito Juárez, al gobierno estatal y federal.

Como el proyecto de “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas residuales Norponiente” se ajusta a plenitud a los lineamientos ambientales y urbanos impuestos en los instrumentos de planeación vigentes, se puede concluir que el cambio de uso de suelo que se pretenden no rebasa los umbrales de aprovechamiento previstos y estimados para el aprovechamiento sustentable de la ciudad de Cancún y el Municipio Benito Juárez y por ende el proyecto es congruente con las políticas ambiental y urbana, lo que permite aseverar que éste es viable.



Por otra parte, como el predio carece de uso actualmente y ha sido previsto para los fines que se persiguen, su desarrollo en una planta de tratamiento de aguas residuales más eficiente para la zona norponiente de la ciudad de Cancún, representa beneficios sociales en materia de salud pública, así como evidentes beneficios ambientales. Todos estos beneficios serán inmediatos y permanentes.

Ante este escenario, es evidente que el proyecto propuesto coadyuvará a revertir las condiciones socioeconómicas de la región. Con la ejecución del proyecto se generan alrededor de 14 empleos permanentes y se estima la generación de aproximadamente 30 empleos indirectos temporales durante la fase de construcción. El proyecto tendrá una inversión superior a los 237 millones de pesos para los procesos de construcción, operación y mantenimiento, cifra significativa no solo para el desarrollo del municipio de Benito Juárez sino para toda la Entidad, ya que activará múltiples cadenas de la economía.

## **VII.MEDIDAS DE PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES**

## VII. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS SOBRE LOS RECURSOS FORESTALES.

### VII.1. DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

El desarrollo del proyecto no introduce cambios en la composición, distribución o riqueza de especies, tampoco modificará a nivel poblacional aquellas especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y tampoco pone en riesgo la integralidad, características, funciones y capacidades de los distintos tipos de vegetación presentes en la zona de estudio.

Se anticipa que el proyecto contribuirá en la mejora de la economía local, generando empleos temporales e incrementando la demanda de insumos, con lo que se generan empleos indirectos. Dado que se trata de un desarrollo integrado al tratamiento de aguas residuales generadas por el centro de población de la ciudad de Cancún.

La inversión, y la creación de nuevos empleos temporales y permanentes, así como de los indirectos, contribuyen al bienestar social y a la economía del Municipio de Benito Juárez. El contar con área verde en estado natural, permitirá el libre paso de las especies silvestres de un extremo al otro. Los animales silvestres podrán establecer sus áreas de percha, anidación y alimentación dentro del predio en las áreas que queden como conservación.

A continuación se describen las medidas preventivas que se tomarán para el caso específico de los impactos resultantes por la construcción del proyecto.

Medida propuesta (1)	Rescate de fauna silvestre
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo de la medida	Evitar la pérdida de la biodiversidad
Impactos ambientales prevenidos	PS3 y CO2
Etapas de aplicación	En los tiempos previos a que se realice el desmonte en las áreas de aprovechamiento
Momento de aplicación	Previo al inicio de las actividades de cambio de uso del suelo

#### Descripción de la medida

Consiste en la ejecución de un programa de rescate enfocado a la protección de la fauna silvestre, por lo tanto en él se contemplarán acciones que favorezcan el libre desplazamiento de las especies encontradas en cada uno de los procesos que implica el cambio de uso de suelo, además, también contempla el uso de técnicas de ahuyentamiento, así como técnicas de captura y traslado de individuos que así lo requieran. Su ejecución consiste en la aplicación de diferentes técnicas y métodos de rescate, aplicados a un grupo faunístico en particular, para evitar que el cambio de uso de suelo afecte en forma directa a la fauna asociada al predio. En todas las etapas del proyecto se prohibirá cualquier tipo de aprovechamiento o afectación a la fauna silvestre y se evitará el sacrificio de la fauna que quede expuesta durante los trabajos de

construcción y/u operación.
<p><b>Acciones de la medida</b></p> <p>Se rescatarán todos y cada uno de los ejemplares de fauna silvestre que se ubiquen dentro de la zona de aprovechamiento y cuya integridad se encuentre en riesgo durante el cambio de uso de suelo, poniendo particular énfasis en las especies de lento desplazamiento. Posteriormente, las especies rescatadas serán reubicadas dentro de las áreas de conservación del proyecto.</p>
<p><b>Eficacia de la medida</b></p> <p>El rescate de fauna es una práctica probada con gran eficacia para salvaguardar la integridad de la fauna durante el desarrollo de un proyecto, sin embargo depende de la capacidad del personal que se contrate para la ejecución de las técnicas y métodos que se proponen en el programa respectivo; por lo que en éste caso se contratará los servicios de un técnico especializado para llevar a cabo la ejecución de esta medida.</p>

<b>Medida propuesta (2)</b>	<b>Rescate de fauna silvestre</b>
Tipo de medida	Mitigación
Objetivo de la medida	Evitar la pérdida de la biodiversidad
Impactos ambientales prevenidos	PS3, CO1 y CO2
Etapas de aplicación	Durante los trabajos de preparación de sitio
Momento de aplicación	Previo al inicio de las actividades de cambio de uso del suelo (desmante)

<p><b>Descripción de la medida</b></p> <p>Consiste en la extracción, previo al inicio del desmante, de especies vegetales susceptibles de ser rescatadas, seleccionadas por sus características y valores de importancia de acuerdo con distintos criterio como son: capacidad de ornato, alimento potencial para la fauna, talla y estado de madurez, etc.; aplicando diferentes técnicas y métodos de rescate, para evitar que el proceso de cambio de uso de suelo, afecte en forma directa a la flora asociada al predio</p>
<p><b>Acciones de la medida</b></p> <p>Se rescatarán los ejemplares de flora susceptibles de sobrevivir al trasplante y reubicación, y que se ubiquen dentro de la zona de aprovechamiento, poniendo particular énfasis en las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>
<p><b>Eficacia de la medida</b></p> <p>El rescate de flora en una práctica probada con gran eficacia para salvaguardar la integridad de la vegetación durante el desarrollo de un proyecto, sin embargo depende de la capacidad del personal que se contrate para la ejecución de las técnicas y métodos que se proponen en el programa respectivo; por lo que en éste caso se contratará los servicios de un técnico especializado para llevar a cabo la ejecución de esta medida.</p>

<b>Medida propuesta (3)</b>	<b>Instalación de letreros (señalización)</b>
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo de la medida	Evitar la pérdida de la biodiversidad y riesgo sobre los servicios ambientales

Impactos ambientales prevenidos	PS3, CO5 y CO2
Etapa de aplicación	Durante toda la vida útil del proyecto
Momento de aplicación	En forma gradual conforme se avance en el desarrollo del proyecto.
<p><b>Descripción de la medida</b></p> <p>Esta medida es de carácter preventivo, y consiste en la instalación de letreros alusivos a la protección de la flora y la fauna silvestre, la protección del medio, y el uso adecuado de contenedores de residuos y sanitarios.</p>	
<p><b>Acciones de la medida</b></p> <p>Se instalarán letreros alusivos a la protección de la flora y fauna, la protección del medio ambiente; así como del uso adecuado de contenedores de residuos y sanitarios. Los letreros se colocarán estratégicamente para que puedan ser visualizados por cualquier persona y estarán dirigidos al personal responsable de llevar a cabo los trabajos implicados en el cambio de uso de suelo. Así mismo, dichos letreros llevarán leyendas que indiquen la prohibición de utilizar fuego y sustancias contaminantes dentro del sitio del proyecto.</p> <p>Entre las leyendas principales que serán rotuladas en los letreros se citan las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibido arrojar basura directamente al suelo.</li> <li>• Prohibido el paso.</li> <li>• No alimentar, cazar o capturar fauna silvestre.</li> <li>• No extraer flora silvestre.</li> </ul>	
<p><b>Eficacia de la medida</b></p> <p>La sola instalación de los letreros no resulta eficaz al 100%, ya que sólo implica la difusión de algún tipo de información, dirigida a un sector o público en específico, por lo que requiere ser reforzada con las pláticas ambientales para advertir su cumplimiento; y con los trabajos de supervisión por parte del responsable de dirigir la ejecución del cambio de uso del suelo.</p>	

Medida propuesta (4)	Colocación de cinta precautoria
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo de la medida	Evitar la pérdida de la biodiversidad y el riesgo sobre los servicios ambientales.
Impactos ambientales prevenidos	PS3, CO5 y O2
Etapa de aplicación	Conforme se avance en el desarrollo del proyecto.
Momento de aplicación	Durante la etapa constructiva
<p><b>Descripción de la medida</b></p> <p>Se colocará cinta precautoria con la leyenda “Prohibido el paso” en el perímetro de las zonas que no estén siendo desmontadas, según el calendario de actividades, con la finalidad de que sean respetadas en todo momento, hasta en tanto no sean sujetas a su aprovechamiento.</p>	
<p><b>Acciones de la medida</b></p> <p>Promoverá el respeto, protección y conservación de la flora y la fauna dentro de las áreas de conservación; y establecerá los límites de las áreas de aprovechamiento para que el desmonte</p>	

no afecte superficies adicionales a las que en su momento autorice la SEMARNAT.

**Eficacia de la medida**

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

<b>Medida propuesta (5)</b>	<b>Humedecimiento de las áreas de aprovechamiento</b>
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo de la medida	Evitar la erosión del suelo
Impactos ambientales prevenidos	O3
Etapas de aplicación	Preparación de sitio
Momento de aplicación	Durante los trabajos de desmonte y triturado de material producto del mismo.
<b>Descripción de la medida</b>	
Consiste en el humedecimiento de las zonas que serán desmontadas, y del área donde se realizará el triturado de material vegetal, con la finalidad de evitar la suspensión de sedimentos o partículas, y en su caso, la erosión del suelo por acción eólica.	
<b>Acciones de la medida</b>	
Evitará que la acción del viento suspenda sedimentos y partículas del suelo durante las distintas actividades involucradas en el cambio de uso del suelo.	
<b>Eficacia de la medida</b>	
El humedecimiento de las zonas de trabajo, son prácticas comunes dentro de la industria de la construcción, ya que se ha probado su máxima efectividad para evitar la suspensión de sedimentos, por lo que se espera alcanzar el 100% de efectividad en la medida propuesta.	

<b>Medida propuesta (6)</b>	<b>Desmonte gradual</b>
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo de la medida	Evitar la erosión del suelo y evitar la pérdida de la biodiversidad
Impactos ambientales prevenidos	PS1 y CO2
Etapas de aplicación	Construcción
Momento de aplicación	Por zonas, conforme se avance en las áreas de aprovechamiento
<b>Descripción de la medida</b>	
Esta medida es de carácter preventivo, y consiste en realizar el desmonte de manera paulatina para evitar que la acción del viento o de la lluvia afecte las zonas de aprovechamiento y en su caso, origine la erosión del suelo.	
<b>Acciones de la medida</b>	
Consiste en la remoción de la vegetación de tal manera que se brinde el tiempo necesario para	

que la acción del viento y de la lluvia no afecte las zonas de aprovechamiento, mientras se aplican las medidas de conservación de suelos.

**Eficacia de la medida**

El desmonte gradual de la vegetación permite que no queden expuestas a las condiciones del medio (viento o lluvia), grandes extensiones de terreno, lo que en su caso podría ocasionar la erosión del suelo, por lo que se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de esta medida.

<b>Medida propuesta (7)</b>	<b>Instalación de sanitarios portátiles</b>
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo de la medida	Evitar el riesgo sobre los servicios ambientales
Impactos ambientales prevenidos	CO5
Etapas de aplicación	Construcción
Momento de aplicación	Previo al inicio de las actividades de cambio de uso de suelo

**Descripción de la medida**

Previo a cualquier actividad implicada en el cambio de uso de suelo, se instalarán sanitarios portátiles (tipo Sanirent) a razón de 1 por cada 10 trabajadores, así mismo podrán utilizar los baños que ya existen dentro de la PTAR (etapa ya construida)

**Acciones de la medida**

Evitará la micción y defecación al aire libre, así como la descarga directa de agua residuales al suelo. Con la medida se evitará que dichos residuos penetren al subsuelo y alcancen el acuífero; por lo que se evitará el deterioro de la calidad del agua pluvial que será captada.

**Eficacia de la medida**

El uso de sanitarios móviles dentro de las obras, es una práctica común en el desarrollo de cualquier proyecto, y el uso adecuado de los mismos permite alcanzar el 100% de efectividad de la medida; sin embargo, ello depende del grado de disciplina y conciencia ambiental del personal de la obra, por lo que será reforzada con capacitación a través de pláticas ambientales y reglamentos que indiquen la restricción y sanciones de quienes incumplan con la medida aquí citada.

<b>Medida propuesta (8)</b>	<b>Programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos</b>
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo de la medida	Evitar el riesgo sobre los servicios ambientales
Impactos ambientales prevenidos	CO5
Etapas de aplicación	Preparación de sitio y construcción
Momento de aplicación	Previo al inicio de las actividades de cambio de uso de suelo

**Descripción de la medida**

Esta medida consiste en la aplicación de un programa integral de manejo de residuos sólidos y líquidos.

**Acciones de la medida**

Consistirá en ejecutar cada una de las medidas propuestas en el programa para alcanzar una recolección, manejo, separación, reciclado y minimización adecuada de los residuos sólidos y líquidos (incluyendo posibles derrames de hidrocarburos) que se generen durante el cambio de uso del suelo, con la finalidad de evitar que se conviertan en sustancias potencialmente contaminantes para el acuífero subterráneo.

**Eficacia de la medida**

El cumplimiento de la medida será verificado por el responsable de supervisar el cambio de uso del suelo, quien determinará el grado de eficacia de las técnicas de recolección, manejo, separación, reciclado y minimización de los residuos sólidos y líquidos que se generen, acorde al programa propuesto. Cabe mencionar que el grado de eficacia de la medida depende del grado de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales como la capacitación continua en materia de separación de residuos para alcanzar el 100% del éxito esperado. Esta medida refuerza la colocación y uso de los contenedores de residuos, así como la capacitación mediante pláticas ambientales que se impartirán, ya que servirá de base para alcanzar un desarrollo sustentable del proyecto.

<b>Medida propuesta (9)</b>	<b>Colocación de contenedores para el acopio de residuos sólidos</b>
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo de la medida	Evitar el riesgo sobre los servicios ambientales
Impactos ambientales prevenidos	CO5
Etapas de aplicación	Preparación de sitio y construcción
Momento de aplicación	Previo al inicio de las actividades de cambio de uso de suelo

**Descripción de la medida**

Se instalarán contenedores debidamente rotulados para el acopio de basura para cada tipo de residuo sólido urbano que se genere (lastas, papel, vidrio, residuos orgánicos, etc.), los cuales estarán ubicados estratégicamente con la finalidad de que los trabajadores puedan usar dichos contenedores, promoviendo así la separación de la basura de acuerdo con su naturaleza, con la posibilidad de recuperar subproductos reciclables

**Acciones de la medida**

Los contenedores servirán de reservorios temporales para la basura (residuos sólidos) que se genere durante las distintas etapas del proyecto, y dado el grado de hermeticidad que tendrán, impedirán que dichos residuos sean dispersados por el viento y otros factores del medio, evitando también que sean arrojados directamente al suelo o a las áreas verdes circundantes, impidiendo que se conviertan en residuos potencialmente contaminantes para el acuífero



subterráneo.

**Eficacia de la medida**

El grado de eficacia de la medida depende de la cultura ambiental que tengan los trabajadores que serán contratados; ya que será necesario que los obreros hagan un uso adecuado de los contenedores, para que estos puedan cumplir su función como reservorios temporales de residuos; por lo que esta medida requiere de otras adicionales como la capacitación constante en materia de manejo de residuos, así como el establecimiento de un reglamento de obra que incluya puntos específicos sobre el manejo de residuos generados, sin dejar de fuera las sanciones a que se harán acreedores los que lo incumplan; lo anterior a efecto de poder alcanzar el 100% de éxito en su aplicación.

<b>Medida propuesta (10)</b>	<b>Mantenimiento y uso adecuado de la maquinaria</b>
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo de la medida	Evitar el riesgo sobre los servicios ambientales
Impactos ambientales prevenidos	CO5
Etapas de aplicación	Preparación de sitio, construcción y operación.
Momento de aplicación	Conforme se avance en el desarrollo del proyecto.
<b>Descripción de la medida</b>	
Esta medida preventiva está enfocada a prevenir derrames de hidrocarburos que puedan contaminar el suelo, subsuelo, y en casos extremos el acuífero subterráneo.	
<b>Acciones de la medida</b>	
Los mantenimientos preventivos de la maquinaria que será empleada durante el cambio de uso de suelo, se llevarán a cabo fuera del predio, en talleres especializados para tales fines. Se hará obligatorio que cada maquinaria que opere durante el cambio de uso de suelo, cuente con recipientes y un equipo preventivo, que permita coleccionar los hidrocarburos o lubricantes derivados de fugas accidentales.	
<b>Eficacia de la medida</b>	
Esta medida es una práctica probada con gran eficacia durante el desarrollo de un proyecto, de tal manera que si se cuenta con la correcta aplicación de la misma, se puede alcanzar el 100% de efectividad	

<b>Medida propuesta (11)</b>	<b>Pláticas de concientización</b>
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo de la medida	Evitar el riesgo sobre los servicios ambientales; la pérdida de la biodiversidad; y la erosión de los suelos.
Impactos ambientales prevenidos	PS3, CO2, CO5, O2
Etapas de aplicación	Preparación de sitio, construcción y operación.
Momento de aplicación	Previo al inicio de las actividades de cambio de uso de suelo

**Descripción de la medida**

Esta medida consiste en la impartición de pláticas ambientales dirigidas a todas y cada una de las personas que estén directamente relacionadas con el proyecto en sus diferentes etapas. Serán impartidas por un especialista en la materia; y tendrán como objetivo principal, hacer del conocimiento al personal involucrado en el cambio de uso de suelo, los términos y condiciones bajo los cuales se autorice el proyecto, así como el grado de responsabilidad que compete a cada sector para su debido cumplimiento. De igual forma las pláticas ambientales serán indispensables en la aplicación del programa integral de manejo de residuos.

**Acciones de la medida**

La ejecución de las pláticas ambientales se llevará a cabo en una sola fase que consistirá en una plática ambiental dirigida al personal involucrado en el cambio de uso de suelo; cuya finalidad será promover el desarrollo del proyecto en apego a las medidas preventivas y de mitigación que se proponen en el presente capítulo, así como en los diferentes programas que lo complementan

**Eficacia de la medida**

El grado de eficacia de la medida depende de la calidad de las pláticas ambientales, el grado de participación e iniciativa de los trabajadores para su aplicación; así como el nivel de supervisión que se pretenda aplicar para verificar su cumplimiento; por lo que requiere de medidas adicionales para alcanzar el 100% del éxito esperado. Esta medida refuerza la colocación y uso de letreros, contenedores de residuos, sanitarios móviles y programas diversos.

Medida propuesta (12)	Supervisión del cambio de uso de suelo
Tipo de medida	Preventiva
Objetivo de la medida	Evitar el riesgo sobre los servicios ambientales; la pérdida de la biodiversidad; la erosión de los suelos; y la disminución en la captación de agua.
Impactos ambientales prevenidos	Todos
Etapas de aplicación	Durante todas las etapas del proyecto.
Momento de aplicación	Durante todas las etapas del proyecto.

**Descripción de la medida**

Se contratarán los servicios de un Ingeniero Forestal que cuente con Registro Forestal Nacional, para que lleve a cabo labores de vigilancia y supervisión durante todas las etapas de desarrollo del cambio de uso de suelo, con la finalidad de prevenir o advertir sobre alguna eventualidad que ponga en riesgo los recursos forestales del sitio; y en su caso, proponer medidas adicionales a las ya descritas para subsanar las irregularidades que se presenten. Así mismo, tendrá la función de supervisar el cumplimiento de cada una de las medidas propuestas en el presente capítulo, así como de aquellas que sean establecidas por esta H. Secretaría, cuando se expida el resolutive que autoriza el proyecto.

**Acciones de la medida**

El Ingeniero Forestal realizará recorridos en el sitio del proyecto y vigilará que el proceso de

cambio de uso del suelo, se realice en apego a lo previsto en este estudio; y en su caso, indicará aquellas actividades que se encuentren fuera de la Norma para que sean subsanadas en forma inmediata. Así mismo, se encargará de elaborar informes sobre el cumplimiento de los términos y condicionantes bajo los cuales se haya autorizado el proyecto, de ser el caso.

**Eficacia de la medida**

La supervisión es una de las medidas más adoptadas en todo proyecto que implique el cambio de uso de suelo, ya que permite prever alguna eventualidad que ponga en riesgo su desarrollo y propone medidas adicionales para subsanar afectaciones no previstas. Así mismo, asegura la correcta aplicación de las medidas propuestas en éste capítulo, y que las mismas se lleven a cabo sin omisión alguna, por lo que se espera alcanzar el 100% de éxito en la aplicación de la medida.

<b>Medida propuesta (13)</b>	<b>Aprovechamiento de material vegetal</b>
Tipo de medida	Mitigación
Objetivo de la medida	Evitar la erosión de los suelos
Impactos ambientales prevenidos	No previene impacto pero se da una utilización al material desmontado.
Etapas de aplicación	Construcción
Momento de aplicación	Al termino de cada área desmontada del proyecto.
<b>Descripción de la medida</b>	
Esta medida consiste en el uso del material vegetal producto del desmonte, para ser utilizado en las áreas de aprovechamiento, a manera de una capa protectora para evitar la erosión del suelo por acción eólica.	
<b>Acciones de la medida</b>	
La capa de material vegetal que se formará con el material triturado, será suficiente para evitar que el suelo quede expuesto a la influencia de la lluvia o del viento.	
<b>Eficacia de la medida</b>	
La cantidad de materia orgánica en una selva, determina la calidad del suelo y de los nutrientes que éste contiene; lo cual actúa en beneficio de la flora y la fauna que alberga; por lo tanto, al reincorporar dicho material se estará promoviendo su conservación en beneficio del medio ambiente, por lo que se prevé alcanzar el 100% de efectividad de la medida.	

<b>Medida propuesta (14)</b>	<b>Conservación de vegetación no desmontada</b>
Tipo de medida	Mitigación
Objetivo de la medida	Evitar la erosión de los suelos, Evitar la pérdida de la biodiversidad, Reducir el riesgo sobre los servicios ambientales
Impactos ambientales prevenidos	No previene impacto pero se implicara la conservación de la superficie no aprovechada del predio

Etapa de aplicación	Operación
Momento de aplicación	Durante toda la vida útil del proyecto
<p><b>Descripción de la medida</b> Esta medida consiste en mantener las condiciones originales del suelo dentro de las áreas que no serán aprovechadas dentro del proyecto.</p>	
<p><b>Acciones de la medida</b> El estrato herbáceo actuará como una capa natural (cobertura vegetal), para impedir que se produzcan factores de erosión sobre el suelo, por lo que este recurso estará protegido de la acción de la lluvia y el viento, lo que se verá reforzado con la capa de material vegetal triturado que se agregará durante el proceso constructivo. Así mismo, se estará permitiendo la regeneración natural del ecosistema a nivel de plántulas, en beneficio de la biodiversidad.</p>	
<p><b>Eficacia de la medida</b> La vegetación o cobertura vegetal, es el mejor recurso que puede implementarse para la protección de los suelos, por lo que se considera esta medida, como la más efectiva para el proyecto.</p>	

## VII.2. IMPACTOS RESIDUALES

Se entiende por impacto residual al efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación, por la naturaleza misma del proyecto, se considera que en este caso los impactos residuales se restringen al área donde se ubicará estrictamente la infraestructura de la obra y por tanto la pérdida de vegetación dada la naturaleza del proyecto que es la ampliación de una Planta de Tratamiento de Agua Residual será en los 27,071.21 m<sup>2</sup> previstos por el CUSTF del proyecto.

## VII.3. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

Por diversas causas, durante la realización de las obras y actividades del proyecto pueden producirse daños al ambiente y sus ecosistemas, especialmente en zonas de alta vulnerabilidad ambiental, por lo que el promovente deberá presentar a la Secretaría una fianza o un seguro (Artículo 51 del REIA) respecto del cumplimiento de las disposiciones de mitigación establecidas en el programa de vigilancia ambiental.

Ciertos procedimientos jurídico – administrativos (por ejemplo, un recurso de revisión con la solicitud de suspensión) requieren que la autoridad pueda conocer los importes parciales de la inversión prevista (gastos preoperativos, etc.) con la finalidad de establecer de manera más congruente las fianzas de garantía.

Para tal efecto se proporciona que la estimación de costos por la realización del proyecto “Ampliación de PTAR Norponiente” asciende para las 3 etapas (preparación de sitios, construcción y operación) a 237 millones de pesos, sin embargo la garantía se deberá establecer sobre la superficie que estará sujeta a CUSTF que son 27,071.21 m<sup>2</sup>

El área de estudio comprende una superficie aproximada de 27,071.21 m<sup>2</sup>, en la cual solo se afectó vegetación de selva mediana subperennifolia.

Para la estimación de los costos derivados de las actividades que implicaría la restauración de una zona similar o igual del área de estudio, se tomo como base el ACUERDO mediante el cual se emiten los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 25 de Febrero de 2011.

El cual en el Artículo 2 establece lo siguiente:

**Artículo 2.-** Los costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento por concepto de compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales son los siguientes:

Concepto	Costos de referencia, en pesos corrientes por hectárea, para los diferentes ecosistemas de la República Mexicana				
	Templado frío	Tropical	Arido y semiárido	Humedales o transición tierra mar	
				Manglares	Otros Humedales
Actividades y obras de restauración o reforestación y su mantenimiento.	16,627.16	11,914.10	7,221.16	38,766.02	160,678.76

El área de estudio se encuentra contemplada dentro de la categoría de Tropical, así como lo establece el cuadro 1 de dicho acuerdo:

**Cuadro 1.-** Agrupación de los tipos de vegetación en cuatro ecosistemas usados para el cálculo de los costos de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales.

Ecosistema	Vegetación dominante según la Serie II del INEGI	Grupo Climático Dominante, según Köeppen modificado por E. García.
Tropical	Selva alta perennifolia Selva alta subperennifolia Selva mediana perennifolia <b>Selva mediana subperennifolia</b> Selva baja perennifolia Palmar Selva mediana subcaducifolia Selva mediana caducifolia Selva baja caducifolia Selva baja espinosa Sabana	Am, Af, Aw; (Climas cálidos húmedos y subhúmedos, cuya temperatura del mes más frío es mayor a 18°C)

Una vez determinado el ecosistema, y de conformidad con sus características ecológicas, se establecen las actividades mínimas que se requieren con el fin de garantizar el nivel mínimo de restauración que permita iniciar la sucesión ecológica. Dado que cada ecosistema representa situaciones de suelos y climas distintos, para cada uno de ellos se determinó un procedimiento específico.

A continuación se presenta el análisis de costos de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para el ecosistema de humedales o vegetación tierra mar.

El cuadro No.10 de dicho acuerdo establece lo siguiente.

**Cuadro No. 10.-** Concentrado de actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales para el ecosistema tropical.

Tipo de actividad	Actividad específica	Unidad de medida	Costo Unitario (\$)	Cantidad mínima (\$)	Costo (\$)
Restauración de suelos	Terrazas de muro vivo	m	1.43	833 m	1,191.19
	Terrazas individuales para reforestación.	Piezas	6.20	417	2,585.40
Reforestación	Producción de planta	Planta	1.96	625	1,225.00
	Plantación inicial (incluye distribución de planta y plantación)	Planta	2.06	625	1,287.50
	Transporte de planta	Planta	0.11	625	68.75
Mantenimiento	Producción de planta para reposición de plantas muertas.	Planta	1.96	250	490.00
	Transporte de planta para reposición de plantas muertas.	Planta	0.11	250	27.50
	Replante de plantas que murieron en la plantación inicial (40% de la plantación inicial)	Planta	2.06	250	515.00
	Deshierbe en terrazas individuales (2)	Deshierbe /Hectárea	\$1,955.00 por ha, por cada deshierbe	2	3,910.00
	Asistencia técnica	Hectárea	613.76	1	613.76
Costo total		Hectárea		1	<b>11,914.10</b>

El costo de referencia para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales, para el ecosistema tropical, corresponde a la suma de los costos de todas las actividades señaladas en el cuadro No. 10, por lo que el costo es de 11,914.10 pesos por hectárea.

Si contemplamos que la superficie afectada es de aproximadamente 27,071.21 m<sup>2</sup> (2.70 Ha), se tendría un costo mínimo por restauración de \$ 32,252.91 pesos, sin embargo de acuerdo al análisis económico realizado en el Punto VII 4, el cual contiene los montos que serán requeridos

para cada actividad de restauración, los costos unitarios, el importe total que significará cada actividad y el importe total de la actividad de restauración estimada en \$ 48,792.00 pesos 00/100 M.N. por hectárea, por lo que resulta procedente establecer una fianza de **\$135,000 pesos (ciento treinta y cinco mil pesos)** para cubrir en su totalidad con cualquier implicación que resulte dentro del desarrollo del proyecto.

#### **VII.4. ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN CON MOTIVO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO.**

Conforme a lo que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el término Restauración Forestal se refiere a “el conjunto de actividades tendientes a la rehabilitación de un ecosistema forestal degradado, para recuperar parcial o totalmente las funciones originales del mismo y mantener las condiciones que propicien su persistencia y evolución”.

En caso que se tuviera que remediar el sitio tras su afectación por el cambio de uso del suelo, el método que se utilizaría sería mediante un programa de restauración, recuperando la superficie equivalente a las hectáreas solicitadas para cambio de uso de suelo, es decir 2.70 has. En los siguientes cuadros se presentan los montos calculados de lo que costaría restablecer la superficie a su condición original empleando especies nativas y de la región, tomando como base que la zona es tropical, con desarrollo de vegetación natural del tipo selva mediana subperennifolia, cuya condición es de desarrollo secundario.

La estimación de los costos de restauración que se requieren para este proyecto se fundamenta en la capacidad de regeneración natural de la vegetación que se ha descrito en este estudio, considerando que en la actualidad este terreno se encuentra cubierto con vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia con algunos árboles sobresalientes dispersos y pequeñas afectaciones antropológicas.

Además de manera complementaria se contempla una serie de labores de reforestación en un diseño de plantación mixta con especies nativas características de la selva mediana subperennifolia de la región y contemplando labores de buenas prácticas de manejo silvícolas y vigilancia por un periodo de al menos 4 años, para que esta pueda alcanzar la condición natural a la que se encuentra en este momento de al menos 20 años. Mediante los cuales y en conjunto con los procesos de regeneración natural se espera que la vegetación secundaria de selva que se restablezca alcance una estructura vertical y horizontal dominada al inicio por especies de rápido crecimiento con ejemplares arbóreos y arbustivos con diámetros de un rango a la altura del pecho de 10 a 20 cm y alturas de 5 a 9 metros, similar a la que se encuentra en la actualidad en el predio estudiado.

En cuanto a la recuperación de la funcionalidad de vegetación que permanecerá dentro de una zona urbana en crecimiento se esperarí que mediante las acciones de vigilancia y mantenimiento se mantenga limpio a largo plazo. Entre las principales estrategias a corto y mediano plazo para

lograr la protección y recuperación de la cobertura vegetal podría ser necesario considerar el establecimiento de un cerca perimetral que evite la recurrencia de incursiones furtivas para la extracción de recursos.

Para la estimación de los costos de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo en terrenos forestales determinados en función de lo que costaría la recuperación de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia a una condición similar a la que presenta actualmente este predio, se consideran los siguientes precios de campo, cantidades y porcentajes:

### **Análisis de la estructura y funcionalidad del ecosistema.**

La sucesión vegetal es el proceso ordenado de desarrollo de una comunidad razonablemente racional y predecible. Resulta de la modificación del medio ambiente por la comunidad y/o disturbios naturales o inducidos el medio ambiente físico (suelo, clima), determina el patrón, la tasa de cambio y, a menudo, impone los límites hasta donde este desarrollo puede avanzar.

Según Berger (1993)<sup>14</sup> la regeneración puede ocurrir naturalmente sin la intervención del hombre, este es un proceso extremadamente lento, por lo cual es necesario recurrir a las técnicas de restauración ecológica para acelerar la sucesión y por lo tanto la recuperación del ecosistema.

La restauración debe contemplar la combinación de múltiples conocimientos científicos sobre la ecofisiología de las especies vegetales, las características del suelo, la dinámica de los nutrimentos en el mismo, la historia natural de la localidad, el uso de suelo tradicional, el impacto de la transformación del sistema en las comunidades humanas que lo aprovechan y la importancia económica y social potencial de las especies nativas, entre otros, a fin de generar como resultado un sistema altamente diverso y similar, en cuanto a composición y estructura, al original.

El proceso de planificación de la restauración comienza eliminando o neutralizando los factores que impiden la recuperación del sistema, por lo que es de vital importancia definir la problemática del sitio para posteriormente definir la meta y objetivos que se quieren conseguir. Además, es de suma importancia que los procesos de planificación se basen en el conocimiento, estructura, funcionamiento y dinámica de los ecosistemas a restaurar y en las relaciones establecidas entre éstos y los sistemas humanos (Montes, 2002).

La estructura y funcionalidad del ecosistema para el caso que se hubiese determinado la restauración de las 2.70 has, el paso inicial habría de ser la restitución del suelo, es decir que en caso de que se hubiera tendido una capa de material pétreo para formar algunas plataformas ésta debería de ser retirada para minimizar afectaciones al suelo, ya que este es el elemento que determinará en última instancia la distribución y abundancia de la vegetación en la superficie que



podría sujetarse a la restauración a efecto de cubrir, de inicio y parcialmente, la infiltración de agua al subsuelo.

Dadas las condiciones locales en las que la vegetación cubre amplias extensiones, se está en posibilidad de favorecer la sucesión secundaria así como la inducción de especies arbóreas de rápida regeneración como *Bursera simaruba* y *Jatropha gaudereri* que son especies locales que tolera el corte y se regenera velozmente después de talado por lo que, de acuerdo con la CONABIO15, es una especie con potencial para reforestación productiva en zonas degradadas de selvas la cual adicionalmente ofrece recursos de nutrición para la vida silvestre ya que sus frutos son consumidos por aves y ardillas (*Sciurus Sp*) lo que también permite la dispersión de las semillas. Se fortalece la siembra utilizando *Akatis* (*Thevetia gaudereri*) y jabín (*Piscidia piscipula*).

En este momento puede plantearse el escenario en el corto plazo, uno a dos años, en el cual el terreno permite el drenaje natural del agua pluvial y se restablecen, de manera natural o parcialmente asistida, las escorrentías menores hacia el este que corresponde a las partes más bajas del terreno (el proyecto conserva las escorrentías mayores), el suelo se ha cubierto con plantas herbáceas y vegetación graminoide.

Se favorece la reintroducción de tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) se reponen o refuerza, de ser necesario, la siembra de árboles de la primera etapa *Bursera simaruba*, *Thevetia gaudereri* y *Piscidia piscipula*.

Con la germinación, crecimiento y desarrollo de nuevas plantas, se reinician los servicios ambientales suspendidos como captura de carbono, generación de oxígeno, provisión de agua en calidad y cantidad y estabilización del proceso de evaporación.

El desarrollo de especies herbáceas anuales, asegura la floración y producción de semillas; esta oferta de alimento comenzará con la atracción de fauna silvestre como chupadores de néctar (aves e insectos Lepidópteros, Himenópteros, etc.), insectívoros como reptiles, aves, pequeños mamíferos como ratones. En el primer año serán pocas las especies que se establezcan tal es el caso de himenópteros como avispas y hormigas.

La poca cobertura del dosel únicamente se presenta como atractivo para fuente de alimento, el establecimiento de aves y mamíferos está más condicionado a la estabilidad en protección, temperatura y grado de luminosidad que brinda la vegetación de una selva bien desarrollada. En esta etapa, el área empieza a prestar nuevamente los servicios ambientales detenidos parcialmente como es el caso de Captura de Carbono, Recarga de Mantos Acuíferos, Paisaje e Incorporación de Cadenas Tróficas.

A partir de los 3 años las especies anuales o bianuales son sustituidas por especies perennes; esta fase es conocida como “fase de surgimiento o de estructuración”, misma que está compuesta por una combinación de las especies existentes dentro de la regeneración en desarrollo (predominantemente heliófitas y hemisciófitas y esciófitas, dependiendo del tamaño y estructura inicial del área).

Las actividades a realizar a partir de esta fase, son de protección contra incendios forestales, además de realizar evaluaciones en sitios permanentes para determinar la sustitución natural de especies y asegurándose de que las especies tardías se establezcan, como es el caso de Chicozapote (*Manilkara zapota*), Kaniste (*Pouteria campechiana*) Ramón (*Brosimum alicastrum*), Uchuché (*Diospyros cuneata*), Yaaxnic (*Vitex gaumeri*) Huaya (*Talassia olivaeformis*), Yaite (*Gimnanthes lucida*), entre otras.

En esta fase, se fortalece la formación de suelo y los servicios que prestan las selvas se establecen en cuanto a la captura de carbono, vida silvestre, captación de agua y protección de erosión de los suelos. Se comienza a ver una estructura más definida de la vegetación y es conocida como Vegetación Secundaria, con individuos bifurcados, tallos de forma irregular, una gran presencia de especies espinosas y las alturas máximas encontradas en este lapso del proceso de restauración es de 3 metros.

En cuanto a fauna, en esta fase ya se pueden observar procesos de colonización de ratones, aves, insectos y pequeños reptiles; la estructura aún continúa en un proceso activo de selección natural con la pérdida de herbáceas y la incorporación de especies tardías.

En este periodo se realizará la incorporación de plántulas de palma huano (*Sabal yapa*) y chit (*Thrinax radiata*), teniendo esta última especie una gran importancia por estar registrada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista, con una importante presencia en el sistema ambiental para este estudio; la reforestación de estas especies se realizará en el periodo de lluvias y la recomendación en el desarrollo de la plántula, es que debe tener entre 20 a 30 cm., la siembra es más práctica y el estrés a nivel radicular es menor; en este sitio se recomienda el establecimiento de palmas de cada especie en toda la superficie del predio que nos ocupa; con esta técnica se espera una sobrevivencia del 70%. A partir del inicio de esta fase la afectación por concepto de sequias, deja de ser un posible factor de riesgo para el proceso de restauración de la vegetación.

Este escenario intermedio, de tres a nueve años, determinará la regeneración de condiciones favorables de luz y humedad, situación que habrá de favorecer la instalación natural del sotobosque y permitirá la inducción de otras El paisaje muestra un acahual que corresponde a un proceso sucesional intermedio. Se observa, de nuevo, la presencia de aves. Algunos mamíferos que toleran la perturbación pueden ser avistados nuevamente como la *Didelphis marsupialis*, *Nasua narica* y *Sciurus yucatanensis*.

El ambiente así restaurado admite un esquema de manejo dirigido a la recuperación de una estructura y funcionalidad semejantes al ensamble original. Alcanzar la comunidad clímax, en este momento, deriva en una cuestión de tiempo en el cual los árboles compiten entre sí por los recursos del suelo, las aves trasladan al sitio semillas obtenidas en otros lugares, el suelo recupera sus propiedades fisicoquímicas. Paulatinamente, se incrementa el horizonte húmico que, a su vez, soporta una mayor carga biológica.

Un acahual intermedio como el planteado en el escenario anterior puede adquirir en poco tiempo un amplio dosel (Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes, 1981) el cual atrae aves y murciélagos que al visitarlo aumentan la riqueza de especies por el proceso llamado lluvia de semillas (Martínez-Garza y González-Montagut, 2002) y, más tarde, aumentan la riqueza de la comunidad establecida. Finalmente la biomasa de la selva original puede recuperarse después de algunas décadas (Finegan, 1996); sin embargo, la diversidad de especies que existió ahí alguna vez, con todas sus interacciones ecológicas, puede tardar muchos de años en restaurarse.

Fase de madurez u óptima, donde las especies sobresalientes codominan o dominan los estratos superiores (donde participan especies heliófitas, esciófitas y hemisciófitas).

En esta fase ya no se realizan actividades de fomento encaminadas al establecimiento de nuevas especies; la vegetación ya ha alcanzado niveles de autosuficiencia, los árboles ya cuentan con alturas superiores a los 8 metros, con fustes bien definidos; a partir de los 10 años se pueden encontrar árboles con diámetros normales de 10 a 15 cm, para especies de rápido crecimiento como es el caso del Tzalam (*L. latisiliquum*) y Chaca rojo (*Bursera simaruba*), la cobertura de copa ya es superior al 80%, y las condiciones de protección de la vegetación hacia la fauna silvestre, es tal que ya se inicia el proceso de colonización de especies de mamíferos, creándose nuevos hábitats.

A partir de los 15 a 20 años de edad ya se puede considerar una Selva Juvenil con dominancia del estrato superior de especies heliófitas y en esa edad ya se puede notar la presencia de un grupo importante de especies esciófitas que inician la colonización del estrato de piso; esta incorporación de nuevas especies tolerantes a la sombra, es el resultado del establecimiento de nuevos nichos de fauna silvestre que se encargan de dispersar semillas traídas desde zonas cercanas cubiertas con vegetación de Selva.

A partir de esta etapa, la continuidad de la sucesión ecológica de la Selva mediana que fue promovida en el predio, ya se puede señalar que las condiciones de diversidad, estructura, funcionalidad y generación de servicios ambientales, tendrán las mismas características de la vegetación que actualmente se desarrolla en el predio. Los riesgos constantes en relación a la suspensión del proceso de restauración de esta selva, están relacionados a la presencia de fenómenos meteorológicos, como es el caso de huracanes.

Así es como se establece el tercer escenario, basado en los procesos naturales de sucesión secundaria en hábitats neotropicales que han sido estudiados. Se ha observado y documentado que durante algunas décadas se establece una mezcla de especies pioneras y unas pocas especies no-pioneras (Denslow, 1985, Uhl, et al., 1988, Guariguata, et al., 1997) que en este caso son las reintroducidas. Las especies pioneras usualmente presentan una sobrevivencia muy baja (González-Montagut, 1996) y son un grupo poco diverso de unas 20 especies (Martínez-Ramos, 1985), de tal manera, que pocas especies cubren amplias áreas perturbadas, no obstante, la selva así restaurada provee importantes servicios ecológicos como la retención del suelo sin embargo, su función biológica esta empobrecida con respecto al ambiente original.

Iniciar el proceso de forma asistida sembrando especies de rápido crecimiento es deseable porque reduce al mínimo el tiempo en que el sitio permanece expuesto a la erosión. Además el rápido desarrollo de un dosel evita el crecimiento de los agresivos pastos exóticos que usualmente dominan las áreas perturbadas.

Al momento de la restauración deben ser tomadas en cuenta las características específicas del sitio y al momento de iniciarlo ya que en caso de que los procesos de sucesión secundaria hayan comenzado de manera natural se recomienda acelerar el proceso que llevará a una selva compleja y rica en especies mediante la siembra de especies no-pioneras. La presencia de herbívoros y granívoros también es importante para la adecuada selección de las especies de refuerzo (Martínez-Garza et al., 2003, Martínez-Garza et al., 2004b).

En caso de que se detecte sucesión detenida, se deberá de usar una mezcla de especies pioneras y no-pioneras. En ambos casos deberán de ser evaluadas las características foliares de tantas especies como sea posible en diferentes microambientes. Una vez avanzado el proceso se puede hacer una segunda selección de especie dependiendo de otras características como el tipo de frutos que tienen a efecto de proporcionar atrayentes y recursos a la fauna.

### **Valoración económica.**

La valoración económica de la restauración, el análisis de costos que a continuación se presenta implicó la recopilación de costos actuales, tanto de servicios como de productos necesarios para llevar a cabo las actividades de restauración propuestas. Para ello se cotizaron costos con empresas de la construcción, fleteras, jardineros, agricultores, entre otros y se comparó con los establecidos con la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) siendo estos parecidos, con la finalidad de obtener una estimación de costos con mayor precisión, apegada a tarifas reales y actuales de los productos y servicios involucrados. Los datos antes mencionados han sido también considerados en el presente análisis económico.

El análisis económico de las actividades de restauración con motivo de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, representa solamente una estimación de los costos necesarios para devolver al terreno su condición actual. Asimismo, la lista de actividades de restauración que se

ha determinado es enunciativa más no limitativa, ya que se han tomado en cuenta actividades generales para llevar a cabo la restauración; sin embargo, también se han tomado en cuenta las porciones superficiales, tarifas y cantidades máximas necesarias para lograr una exitosa recuperación vegetativa con el objeto de alcanzar una estimación de costos con un margen de error mínimo.

La restauración de la superficie implicaría la implementación de una serie de actividades dirigidas a restablecer las condiciones y características naturales que la superficie actualmente presenta. A continuación se enlistan y desglosan las actividades para la restauración:

- Preparación del terreno
- Deshierbe
- Apertura de cepas
- Compra de planta
- Transporte
- Reforestación
- Mantenimiento del área restaurada
- Chapeo de malezas
- Reposición de plantas (replante)
- Monitoreo
- Asistencia Técnica

**Preparación del terreno.** La primera actividad contemplada para la restauración, es la preparación del sitio para la reforestación, cuyo periodo de duración, materiales, costos e incluso la necesidad de llevarse a cabo o no, dependen en gran medida de las condiciones en las que se encuentre el terreno. Sin embargo, la presente estimación parte de las acciones mínimas necesarias para tener una restauración exitosa.

**Limpieza o Deshierbe.** Para cualquier actividad relacionada con la preparación del terreno implica mano de obra la cual puede variar en función de la superficie, el lugar donde se encuentre y el trabajo a realizar. Para actividades que implican remoción de malezas, obras de contención de suelo, mejoramiento de la textura del suelo.

**Apertura de cepas.** La práctica más común en la preparación del terreno consiste en intervenir sólo el sitio específico en donde se trasplantará o establecerá la planta. Para la reforestación se utilizaran dos métodos para la preparación de apertura de cepas:

#### **El método de cepa, El método de pico y pala.**

El método de cepa es el más empleado. Consiste en un hoyo de dimensiones variables según la calidad del terreno, puede ser cúbico o cilíndrico, generalmente de 30 x 30 x 30 cm. Aunque esto varía de acuerdo a la calidad del terreno. La forma de hacer la cepa es la siguiente:

- 1) Se abre un hoyo de las dimensiones deseadas con ayuda de una pala. En sitios con suelos muy compactados se tendrá que auxiliar con pico o barreta.
- 2) La tierra que se extraiga de la cepa se amontona a un lado de ésta, para permitir el oreado de la tierra y de las paredes de la cepa.

El método de pico y pala, se utiliza cuando el suelo conserva condiciones adecuadas para recibir las plantas de reforestación, por lo que no se necesita preparar mayor espacio del terreno para introducir la planta. El método consiste en abrir en el suelo el espacio suficiente para introducir la plántula, por medio de una pala recta de punta.

### **Reforestación.**

Material vegetativo. Para continuar con las actividades de restauración, una vez que se prepare el terreno, se deberá llevar a cabo la reforestación de la superficie afectada en la que se utilizara una densidad mínima de 1,111 plantas por hectárea buscando establecer a cada 3 metros una planta (3 X 3m) y que esta corresponde al porcentaje mínimo de sobrevivencia deseable del 80 %. Considerando que la superficie total a reforestar es de 2.70 hectáreas, se estima que se requerirán un total de 3,000 plantas para la reforestación de dicha superficie, contemplando un 15% de plantas para el mantenimiento de las plantas (450 para sustitución).

La planta será adquirida en viveros autorizados, se requiere de una planta de un mínimo de 20 a 30 cm de altura que se estima suficiente para la reforestación, con un eje central y raíces laterales bien distribuidas, sin raíces envolventes o creciendo hacia arriba, sin malformaciones o nudos.

**Transporte.** Previo al transporte de las plantas al sitio de reforestación éstas serán sometidas a un riego ligero, para evitar su deshidratación. Durante la carga y descarga de las plantas se amarrarán las puntas de las hojas evitando daños mecánicos, en el caso de individuos con alturas mayores a los 30 cm. y que presentaron tallos relativamente frágiles estos serán atados a una vara de madera para evitar el daño al tallo de los individuos.

**Reforestación.** El conocimiento de la época adecuada de trasplante es un aspecto de mucha importancia para el establecimiento exitoso de las plantas de reforestación. La reforestación debe coincidir con el momento en que la humedad del sitio es ideal.

Para el caso del presente programa esta se presenta en la época de lluvias, el trasplante se debe realizar una vez que el suelo se encuentra bien humedecido y la estación de lluvias se ha establecido, es decir una o dos semanas después de iniciarse la época de lluvias. Se reconoce que este es el más adecuado, porque la planta cuenta con mayor tiempo para establecerse, antes de que el medio ambiente la someta a condiciones estresantes, como pueden ser temperaturas extremas y sequía.

El trazo será en marco real, ya que esta permite obtener una población uniforme y facilita el acceso en operaciones de mantenimiento, manejo y protección, las cepas se podrían marcar con balizas para su localización e identificación.

Se utilizará una densidad de 1,111 plantas/ha, el espaciamiento se expresa como la distancia entre los árboles, dentro y entre las líneas o a veces como un número de árboles por hectárea, subentendiéndose un determinado espaciamiento, de tal forma que el arreglo que se utilizará entre cada una de las plantas será de 3 x 3 entre cada una de ellas (filas e hileras). Las plantas se distribuirán de manera homogénea en cada una de las líneas.

### Mantenimiento y Monitoreo

**Mantenimiento del área restaurada.** En la etapa inicial de la reforestación y posteriormente, será necesario controlar la maleza con el objeto de que los ejemplares plantados tengan mayor probabilidad de subsistencia. Lo que se mantendrá después de un período de dos años o que los ejemplares plantados presenten una altura mínima de aproximadamente 1.5 metros. El control de la maleza o chapeo de la vegetación, se realizará únicamente a un metro de radio alrededor del sitio donde fue plantado cada ejemplar, y se llevará a cabo con una periodicidad cuatrimestral, es decir, se realizará el chapeo 3 veces por año.

**Asistencia técnica.** Las actividades mencionadas anteriormente para lograr la restauración del área, deberán ser dirigidas por personal capacitado, durante el período de tiempo necesario para restaurarla completamente. El monitoreo se realizará durante los cuatro primeros años o hasta que el área esté totalmente restaurada, es decir durante 20 años, costo que implica contratar a un técnico forestal para realizar las labores antes mencionadas.

A continuación se presenta en la siguiente tabla, en forma resumida el análisis económico realizado, el cual contiene los montos que serán requeridos para cada actividad de restauración, los costos unitarios, el importe total que significará cada actividad y el importe total de la actividad de restauración estimada en \$ 48,792.00 pesos 00/100 M.N. por hectárea.

CONCEPTO	UNIDADES	COSTO UNITARIO	NÚMERO DE UNIDADES	MANO DE OBRA	MATERIALES Y/O MAQUILA	COSTO TOTAL/HA
<b>1.- ESTABLECIMIENTO</b>				<b>15,500.00</b>	<b>11,502.00</b>	<b>27,002.00</b>
<b>1.1.- Preparación del terreno</b>				<b>4,400.00</b>		<b>4,400.00</b>
<b>Limpieza</b>	Jornales	200.00	6	1,200.00		1,200.00
<b>Despiedre y desenraice</b>	Jornales	200.00	6	1,200.00		1,200.00
<b>Guardarraya</b>	Jornales	200.00	8	1,600.00		1,600.00
<b>Combate de insectos</b>	Jornales	200.00	2	400.00		400.00

<b>1.2.- Material vegetativo</b>					<b>11,502.00</b>	<b>11,502.00</b>
Costos de planta	Plantas	8.00	1,278		10,224.00	10,224.00
Transporte de plantas	Plantas	1.00	1,278		1,278.00	1,278.00
<b>1.3.- Plantación</b>				<b>6,200.00</b>		<b>6,200.00</b>
Trazo y alineación	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Apertura de pocetas	Jornales	200.00	12	2,400.00		2,400.00
Plantación y fertilización	Jornales	200.00	12	2,400.00		2,400.00
Replantación	Jornales	200.00	3	600.00		600.00
<b>1.4.-Riegos emergentes</b>				<b>3,200.00</b>		<b>3,200.00</b>
Cercado	Jornales	200.00	8	1,600.00		1,600.00
Riegos Emergentes	Jornales	200.00	8	1,600.00		1,600.00
<b>1.5.- Materiales</b>				<b>1,700.00</b>		<b>1,700.00</b>
Picos o Coa	Lote	150.00	4	600.00		600.00
Palas y carretillas	Lote	550.00	2	1,100.00		1,100.00
<b>2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO</b>				<b>5,800.00</b>	<b>2,590.00</b>	<b>8,390.00</b>
<b>2.1.- Labores culturales (mano de obra)</b>				<b>5,800.00</b>		<b>5,800.00</b>
Deshierbe	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Aplicación de herbicidas (año 1 al 4)	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Aplicación de fertilizantes (año 1 al 4)	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Podas	Jornales	200.00	4	800.00		800.00
Aclareos	Jornales	200.00	5	1,000.00		1,000.00
Cajete	Jornales	200.00	5	1,000.00		1,000.00
Prevención de plagas y enfermedades	Jornales	200.00	3	600.00		600.00
						0.00
<b>2.2.- Adquisición de insumos</b>					<b>2,590.00</b>	<b>2,590.00</b>
Compra de fertilizante	Kilogramo	5.00	50		250.00	250.00
Compra de insecticidas	Kg y lts (lote)	1,800.00	1		1,800.00	1,800.00
Compra de herbicidas	Litros	150.00	2		300.00	300.00
Compra de combustible y lubricantes	Litros	120.00	2		240.00	240.00
<b>3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA</b>				<b>2,400.00</b>	<b>0.00</b>	<b>2,400.00</b>
Mantenimiento de Brechas	Jornales	200.00	6	1,200.00		1,200.00
Vigilancia	Jornales	200.00	6	1,200.00		1,200.00



<b>4.- DIVERSOS</b>				<b>10,000.00</b>	<b>1,000.00</b>	<b>11,000.00</b>
<b>Adquisición de equipo y herramientas</b>	Lote	1,000.00	1		1,000.00	1,000.00
<b>Administración y Asistencia técnica</b>	Contrato	3,000.00	2	6,000.00		6,000.00
<b>Asesoría especializada</b>	Contrato	4,000.00	1	4,000.00		4,000.00
<b>TOTAL DEL COSTO POR 1HA</b>				<b>33,700.00</b>	<b>15,092.00</b>	<b>48,792.00</b>

**Tabla VII.1.** Conceptos y costos para las actividades de restauración por hectárea.

Con esta idea, lo que costaría llevar el sitio a una condición similar del ecosistema, bajo el supuesto de que ya se hubiera efectuado el cambio de uso de suelo, desde la perspectiva de análisis de estructura y funcionalidad del ecosistema que se afectaría. El costo de los trabajos indicados para la reforestación y enriquecimiento de especies, se estima en \$48,792.00 pesos 00/100 M.N. pesos para la restauración por hectárea, por lo que para las 2.70 hectáreas que se tendrían que restaurar alcanzaría 131,738.84 pesos y se propone un mantenimiento y seguimiento por 4 años, hasta que se tenga un arbolado joven con ejemplares que alcancen aproximadamente de 15 a 20 cm de diámetro. Con este tiempo de mantenimiento se espera que la vegetación al llegar a la edad de 20 años, estará en condiciones similares a como se encontraba antes de realizar el cambio de uso del suelo y se habrían establecido diversas especies de fauna propias del hábitat.



Palas y carretillas	1,10 0.00																				1,10 0.00	
<b>2.- CULTIVO Y MANTENIMIENTO</b>	<b>1,44 7.50</b>	<b>1,8 47.50</b>	<b>1,8 47.50</b>	<b>1,2 47.50</b>					<b>1,0 00.00</b>						<b>1,0 00.00</b>						<b>8,39 0.00</b>	
<b>2.1.- Labores culturales (mano de obra)</b>	<b>800. 00</b>	<b>1,2 00.00</b>	<b>1,2 00.00</b>	<b>600 .00</b>					<b>1,0 00.00</b>						<b>1,0 00.00</b>						<b>5,80 0.00</b>	
Deshierbes	200. 00	200 .00	200 .00	200 .00																	800. 00	
Aplicación de herbicidas	200. 00	200 .00	200 .00	200 .00																	800. 00	
Aplicación de fertilizantes	200. 00	200 .00	200 .00	200 .00																	800. 00	
Podas		400 .00	400 .00																		800. 00	
Aclareos									1,0 00.00						1,0 00.00						2,00 0.00	
Prevención de plagas y enfermedades	200. 00	200 .00	200 .00																		600. 00	
<b>2.2.- Adquisición de insumos</b>	<b>647. 50</b>	<b>647 .50</b>	<b>647 .50</b>	<b>647 .50</b>																	<b>2,59 0.00</b>	
Compra de fertilizante	62.5 0	62. 50	62. 50	62. 50																	250. 00	
Compra de insecticidas	450. 00	450 .00	450 .00	450 .00																	1,80 0.00	
Compra de herbicidas	75.0 0	75. 00	75. 00	75. 00																	300. 00	
Compra de combustible y lubricantes	60.0 0	60. 00	60. 00	60. 00																	240. 00	
<b>3.- PROTECCIÓN Y VIGILANCIA</b>	<b>120. 00</b>	<b>120 .00</b>	<b>120 .00</b>	<b>120 .00</b>	<b>12 0.00</b>	<b>12 0.00</b>	<b>12 0.00</b>	<b>120 .00</b>	<b>12 0.00</b>	<b>12 0.00</b>	<b>12 0.00</b>	<b>120 .00</b>	<b>12 0.00</b>	<b>120 .00</b>	<b>120 .00</b>	<b>12 0.00</b>	<b>12 0.00</b>	<b>12 0.00</b>	<b>12 0.00</b>	<b>120 .00</b>	<b>2,40 0.00</b>	
Mantenimiento de Brechas	60.0 0	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	1,20 0.00
Vigilancia	60.0 0	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	60. 00	1,20 0.00
<b>4.- DIVERSOS</b>	<b>1,35 0.00</b>	<b>550 .00</b>	<b>550 .00</b>	<b>550 .00</b>	<b>30 0.00</b>	<b>30 0.00</b>	<b>30 0.00</b>	<b>1,1 00.00</b>	<b>30 0.00</b>	<b>30 0.00</b>	<b>30 0.00</b>	<b>1,1 00.00</b>	<b>30 0.00</b>	<b>300 .00</b>	<b>1,1 00.00</b>	<b>30 0.00</b>	<b>30 0.00</b>	<b>30 0.00</b>	<b>30 0.00</b>	<b>30 0.00</b>	<b>1,1 00.00</b>	<b>11,0 00.00</b>

Adquisición de equipo y herramientas	250.00	250.00	250.00	250.00																		1,00	0,00	
Administración y Asistencia técnica	300.00	300.00	300.00	300.00	0.00	0.00	0.00	300.00	0.00	0.00	0.00	300.00	0.00	300.00	300.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	300.00	6,00	0,00
Asesoría especializada	800.00							800.00				800.00			800.00							800.00	4,00	0,00
<b>TOTAL DEL COSTO POR 1 HA</b>	<b>29,90</b>	<b>2,50</b>	<b>2,50</b>	<b>1,90</b>	<b>42,00</b>	<b>42,00</b>	<b>42,00</b>	<b>2,20</b>	<b>42,00</b>	<b>42,00</b>	<b>42,00</b>	<b>1,20</b>	<b>42,00</b>	<b>1,40</b>	<b>1,20</b>	<b>42,00</b>	<b>42,00</b>	<b>42,00</b>	<b>42,00</b>	<b>42,00</b>	<b>1,20</b>	<b>48,70</b>	<b>20,00</b>	<b>92,00</b>

**Tabla VII.2.** Estimación del costo de las actividades de restauración en el sitio en un periodo de 20 años para una superficie de 2.70 hectáreas.

## VIII.PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

## VIII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

El objetivo de éste capítulo es presentar una predicción del comportamiento que tendrá el sistema ambiental en un espacio y tiempo determinados bajo diferentes escenarios, considerando la existencia o ausencia del proyecto, así como las medidas preventivas o de mitigación propuestas en el capítulo 7 del presente manifiesto.

### VIII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

- **AIRE**

No existe suspensión de sedimentos ni de partículas contaminantes; sin embargo, las fuentes móviles que dan origen a la producción de gases contaminantes se siguen manteniendo en forma constante, debido al tránsito terrestre que ocurre normalmente en las colindancias de la PTAR Norponiente.

- **SUELO**

Actualmente éste recurso se encuentra en buen estado de conservación dentro de las áreas de aprovechamiento; y se observa cubierto en su totalidad con vegetación nativa. Se conservan los procesos biológicos de descomposición de materia orgánica (hojarasca, turba, etc.) que enriquecen el sustrato. No existe erosión del suelo y su relieve se mantiene uniforme.

- **HIDROLOGÍA (SUBTERRÁNEA)**

Con la ausencia del proyecto el 100% de la superficie de que se solicita para CUSTF conserva su permeabilidad, lo que facilita la absorción del agua pluvial hacia el subsuelo. No existen corrientes de agua superficiales, ni cuerpos de agua lenticos (lagos, lagunas, aguadas, etc), existe un cenote pero este se encuentra seco y con vegetación en su interior.

- **BIODIVERSIDAD (FLORA Y FAUNA)**

La perturbación del hábitat de la flora y la fauna ocurre en forma constante, debido a que en las colindancias de la zona de aprovechamiento, se encuentran varios fraccionamientos que acusa una fuerte actividad humana. No obstante lo anterior, el hábitat se sigue conservando al 100%, y se mantienen los procesos biológicos de recolonización, reproducción, y todas las relaciones de interdependencia entre especies, así como las cadenas tróficas en los diferentes niveles de la cadena alimenticia.

- **PAISAJE**

Dentro del proyecto el entorno natural no predomina sobre los elementos antrópicos, ya que el predio se encuentra dentro del área urbana de Cancún y colinda con varios fraccionamientos y existe un paisaje característico de ciudad.

- **MEDIO SOCIOECONÓMICO**

El sitio de aprovechamiento no ofrece un beneficio económico para sus poseionarios, ni para la gente de la localidad; no se generan empleos, no hay derrama económica, y no se promueve la actividad comercial.

- **SERVICIOS AMBIENTALES**

Los servicios ambientales propios del ecosistema de selva mediana subperennifolia que subsiste dentro de las áreas de aprovechamiento, se mantienen constantes y sin cambios que afecten su potencial como generador de oxígeno, captador de carbono; así como su calidad escénica, la protección de la biodiversidad, protección de los suelos, captación de agua en cantidad y calidad, entre otros.

## **VIII.2 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE PREVENCIÓN**

- **AIRE**

La suspensión de sedimentos y de partículas contaminantes se hace presente, sin embargo, no se tiene control sobre su emisión y expansión dentro del sistema ambiental o sus inmediaciones, al grado de afectar las zonas aledañas que mantienen su cobertura vegetal. Las fuentes móviles (maquinaria) empleadas en el desmonte, dan origen a la producción de gases contaminantes y contribuyen con un ligero incremento en la emisión de gases que ocurre normalmente en la Ciudad de Cancún y en el sistema ambiental en general. La emisión de gases por parte de la maquinaria, se encuentra fuera de Norma, pues no cuentan con el servicio de mantenimiento adecuado para operar en forma amigable con el medio ambiente,

- **SUELO**

Se pierde éste recurso, ya que es removido de las zonas de aprovechamiento; al eliminarse la cobertura vegetal se pierden los procesos biológicos de descomposición de materia orgánica (hojarasca, turba, etc.) que enriquecen el sustrato. Se generan procesos erosivos (eólicos y pluviales) dado que el recurso se encuentra expuesto por la ausencia de la cobertura forestal propia del sitio. El relieve se mantiene sin cambios, pues no ocurren excavaciones ni rellenos. No obstante, no existe un manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos, los cuales ocasionan la contaminación del suelo.

- **HIDROLOGÍA (SUBTERRÁNEA)**

Con la existencia del proyecto, la superficie de aprovechamiento reducirá su calidad permeable, por lo que se ve afectada la absorción del agua pluvial hacia el subsuelo. No existen corrientes de agua superficiales, ni cuerpos de agua lenticos (lagos, lagunas, aguadas, etc). No obstante, no existe un manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos, los cuales ocasionan la contaminación del suelo, que a su vez influye de manera directa en la contaminación del manto freático, afectando la provisión de agua en calidad. Ocurren casos de micción y defecación al aire libre, los cuales se convierten en fuentes potenciales de contaminación del acuífero subterráneo.

- **BIODIVERSIDAD (FLORA Y FAUNA)**

La perturbación del hábitat de la flora y la fauna ocurre en forma constante, debido a que en las colindancias de la zona de aprovechamiento, se encuentran varios fraccionamientos y con esto una alta actividad humana, dicha perturbación se incrementa con la presencia del personal responsable de la ejecución del proyecto. Sin el control adecuado de los trabajos proyectados, existe mortandad de la flora y la fauna por remoción o aplastamiento, reduciéndose la densidad de individuos de cada especie, al grado de perderse aquellas especies de escasa distribución. Con la remoción de la cobertura vegetal en la superficie total de las áreas de aprovechamiento, los procesos biológicos de recolonización, reproducción, y todas las relaciones de interdependencia entre especies, así como las cadenas tróficas en los diferentes niveles de la cadena alimenticia se ven alteradas, y en algunos casos se pierden. Existe una eliminación total del hábitat para la flora y la fauna asociada a las áreas de aprovechamiento. A nivel del sistema ambiental no se altera ni modifican las poblaciones de flora y fauna nativa, pues aun se conservará una gran cobertura de vegetación nativa.

- **PAISAJE**

El entorno antropogénico sigue predominando sobre los elementos naturales, pues se desarrollan obras o construcciones que alteren la calidad escénica del paisaje; su calidad visual disminuye, pues se elimina la totalidad de la cobertura vegetal existente dentro de las áreas de aprovechamiento. Al paso del tiempo el paisaje termina por absorber el proyecto, pues en el paisaje característico del sistema ambiental, predominan los elementos antrópicos dado que se encuentra dentro del centro de población de Cancún.

- **SOCIOECONÓMICO**

El predio ofrece un beneficio económico para sus posesionarios y para la gente de la localidad; al generar empleos, derrama económica. Sin embargo, también se generan residuos sólidos y líquidos que producen la contaminación del medio, y en ocasiones generan problemas de insalubridad, pues existe un manejo inadecuado de los mismos.

- **SERVICIOS AMBIENTALES**

Los servicios ambientales propios del ecosistema de selva mediana subperennifolia que subsiste dentro de las áreas de aprovechamiento, sufren una reducción drástica a nivel de las áreas de aprovechamiento, lo cual afecta su potencial como generador de oxígeno, captador de carbono; así como su calidad escénica, la captación de agua en calidad, la protección de la biodiversidad y la protección de los suelos; pues se pierde totalmente la cobertura vegetal, existe contaminación por un manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos; y el suelo queda expuesto a las condiciones climáticas de la zona. La captación de agua en cantidad disminuye, pues se reduce la permeabilidad en la superficie sujeta a CUSTF. A nivel del sistema ambiental no se altera ni modifica la prestación de los servicios ambientales, pues aun se conservan gran cobertura vegetal nativa.



### VIII.3 DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN

- **AIRE**

La suspensión de sedimentos y de partículas contaminantes se controla, al grado de ser suprimidos del medio, y se evita la contaminación por dichos factores. Las fuentes móviles que dan origen a la producción de gases contaminantes se siguen manteniendo en forma constante, debido al tránsito de vehículos privados y de transporte urbano. No obstante que el proyecto contribuye con un ligero incremento en la emisión de dichos gases por el uso de maquinaria, estos serán mínimos y poco significativos, puesto que los vehículos contarán con servicio y mantenimiento periódico, lo que reduce sus emisiones a la atmósfera.

- **SUELO**

Se reduce éste recurso, ya que no es removido de las zonas sujetas a CUSTF; al eliminarse la cobertura vegetal se pierden los procesos biológicos de descomposición de materia orgánica (hojarasca, turba, etc.) que enriquecen el sustrato; lo cual se ve compensado con el uso del material vegetal triturado, producto del desmonte, que agrega una capa rica en nutrientes para el suelo. Existe un manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos, lo que se traduce en ausencia de contaminación del suelo.

- **HIDROLOGÍA**

Con el desarrollo del proyecto se reduce la calidad permeable, por lo que se ve afectada la absorción del agua pluvial hacia el subsuelo, sin embargo este impacto es nulo puesto que se conservaran áreas verdes y el uso de suelo destinado por los instrumentos legales es compatible con el proyecto. No existen corrientes de agua superficiales, ni cuerpos de agua lenticos (lagos, lagunas, aguadas, etc). Existe un manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos, lo que se traduce en la ausencia de contaminación del suelo, que a su vez beneficia la provisión de agua en calidad. No ocurren casos de micción y defecación al aire libre, pues se instalan sanitarios móviles y existe una supervisión constante del área a fin de detectar conflictos de este tipo, y en su caso, remediarlos, el proyecto tienen como finalidad aportar directamente a la hidrología pues con la ampliación de la PTAR Norponiente incrementara el el volumen de tratamiento de agua residual que produce la población y una vez realizado el tratamiento regresara mediante pozos un agua que cumpla con los límites máximos permisibles por la normatividad ambiental.

- **BIODIVERSIDAD (FLORA Y FAUNA)**

La perturbación del hábitat de la flora y la fauna ocurre en forma constante, debido a que en las inmediaciones de la zona de aprovechamiento, se encuentran varios fraccionamientos y actividades humanas; sin embargo, dicha perturbación de incrementa con la presencia del personal responsable de la construcción del proyecto; no obstante lo anterior, se lleva un control de los trabajos proyectados y en forma conjunta se realizan actividades preventivas encaminadas

a evitar el daño o contaminación de los recursos naturales existentes en el sitio. Se lleva a cabo un rescate de flora y fauna silvestre, lo que evita la mortandad de estos recursos por remoción o aplastamiento; se reduce la densidad de individuos de cada especie, sin embargo, un porcentaje significativo de las mismas se resguardan con el rescate, conservando su acervo genético. Al conservarse una parte del predio en estado natural, se conserva parcialmente el hábitat, y se restituyen los procesos biológicos de recolonización, reproducción, y todas las relaciones de interdependencia entre especies, así como las cadenas tróficas en los diferentes niveles de la cadena alimenticia, a una escala menor que la original.

- **PAISAJE**

El entorno antropogénico sigue predominando sobre los elementos naturales, pues se desarrollan obras o construcciones que alteren la calidad escénica del paisaje; su calidad visual disminuye, pues se elimina la totalidad de la cobertura vegetal existente dentro de las áreas de aprovechamiento. Al paso del tiempo el paisaje termina por absorber el proyecto, pues en el paisaje característico del sistema ambiental, predominan los elementos antrópicos dado que se encuentra dentro del centro de población de Cancún.

- **SOCIOECONÓMICO**

El predio ofrece un beneficio económico para sus poseedores y para la gente de la localidad; al generar empleos, derrama económica. Existe un control y manejo adecuado de los residuos sólidos y líquidos por lo que no ocurre la contaminación del medio, además de que se mejora la calidad del servicio en el tratamiento de aguas residuales generadas por los mismos ciudadanos de Cancún.

- **SERVICIOS AMBIENTALES**

Los servicios ambientales propios del ecosistema de selva mediana subperennifolia que subsiste dentro de las áreas de aprovechamiento, sufren una reducción drástica a nivel de la superficie sujeta a CUSTF, lo cual afecta su potencial como generador de oxígeno, captador de carbono; así como su calidad escénica, la captación de agua en calidad, la protección de la biodiversidad y la protección de los suelos; pues se pierde totalmente la cobertura vegetal, existe contaminación por un manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos; y el suelo queda expuesto a las condiciones climáticas de la zona. La captación de agua disminuye pues se reduce la permeabilidad en el predio. Con el paso del tiempo, la vegetación que se quedara en estado natural ira restituyendo los servicios ambientales pero a una escala menor que la original. La afectación ocurre a nivel puntual, pues en el sistema ambiental no se altera ni modifica la prestación de los servicios ambientales, ya que aún se conservan grandes superficies de cobertura vegetal nativa.

#### **VIII.4 PRONÓSTICO AMBIENTAL**

Como resultado de la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se determinó que el proyecto en estudio no causará impactos ambientales críticos; sin embargo, considerando que los factores ambientales con mayor potencial de afectación por el desarrollo del proyecto son la vegetación.

En la zona de influencia en donde se pretende llevar a cabo el proyecto, prevalecen condiciones de crecimiento urbano. Este es un escenario que ya se tiene contemplado en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez y en específico para el sitio del proyecto que se encuentra con una política de desarrollo urbano (centro de población).

De acuerdo con los instrumentos de planeación aplicables, el desarrollo del proyecto permitirá controlar y, en su caso, mitigar los impactos adversos al ambiente, mediante la implementación de actividades, programas y medidas preventivas y/o correctivas.

La puesta en marcha del cambio de uso del suelo del proyecto y una vez concluida la construcción de la ampliación de la PTAR Norponiente, traerá consigo beneficios a la población que habita en este polígono de la ciudad, ya que incrementará su calidad en el servicio de tratamiento de agua residual al aumentar su volumen de tratamiento a razón del gran incremento de áreas habitacionales en esta parte de la Ciudad, este proyecto no atenta contra el desarrollo de la zona, ni pone en riesgo la diversidad de especies de flora y fauna en con estatus de protección, ni atenta a la contaminación del suelo y subsuelo ocasionado por la generación de residuos sólidos. Finalmente, se generarán empleos temporales y permanentes en este proyecto.

Se puede concluir que de acuerdo a los análisis biótico, abióticos y legales el proyecto no tienen implicación alguna para ser desarrollado, al contrario al realizarse se tendrá un incremento en el servicio de tratamiento de agua residual, ya que como sabemos Cancún se encuentra en un constante crecimiento y esto repercute en la creación de nuevas áreas de viviendas que necesitan el servicio de agua potable y alcantarillado por parte del Municipio, en este sentido Desarrollo Hidráulicos de Cancún SA de CV es el responsable de proporcionar dichos servicios.

#### **VIII.5 PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL**

##### **Seguimiento y control**

El Programa de Manejo Ambiental para la ejecución del CUSTF, construcción y operación del proyecto, tiene como objetivo principal verificar el cumplimiento de las medidas de mitigación

para el proyecto, en cada una de sus etapas (preparación del sitio, construcción y operación), de esta manera se le dará cuidado de cumplir cada uno de los términos y condicionantes que establece el resolutivo de impacto.

<b>COMPONENTE AMBIENTAL AIRE</b>	
<b>Medida a controlar y/o garantizar</b>	<b>Método verificativo / Periodicidad</b>
Los equipos y maquinaria, deberán contar con mantenimiento preventivo para reducir emisiones a la atmosfera.	Facturas o comprobante de mantenimiento de equipos (mensual)  Llevar a cabo la verificación y registrarlo en la bitácora ambiental del proyecto. (mensual)
Los camiones que transporten material pétreo al área del proyecto, deberá contar con lonas que eviten la dispersión de polvos, o bien humedecer el material para el traslado.	Supervisión en campo, fotografías de uso del equipo. (diario)  Registrar la actividad en la bitácora ambiental del proyecto y en su caso hablar con el proveedor del servicio de transporte de materiales. (semanal)
Los vehículos y equipos utilizados deberán contar con su bitácora de mantenimiento preventivo.	Bitácora de Mantenimiento por vehículo. (cuando realicen actividad y si es continuo mensual)
Los trabajadores que estén expuestos al ruido producido por los equipos por utilizar en la construcción, deberán utilizar tapones auditivos.	Supervisión en campo, fotografías de uso del equipo. (diario)

<b>COMPONENTE AMBIENTAL FLORA SILVESTRE</b>	
<b>Medida a controlar y/o garantizar</b>	<b>Método verificativo / Periodicidad</b>
Para el desmonte de la vegetación se efectúa el presente Documento Técnico Unificado el cual será sometido a su	Resolutivo con autorización para el cambio de uso del

<p>evaluación a la SEMARNAT, para solicitar el cambio de uso del suelo.</p>	<p>suelo, emitido por la SEMARNAT, se llevará a cabo el seguimiento al cumplimiento de términos y condicionantes. (seguimiento diario y entrega de informes en la temporalidad que establezca el resolutivo)</p>
<p>Se mantendrán áreas en estado natural de 99,028.51 m<sup>2</sup> que representan el 49.5 % del total del predio, con respecto al área que se solicita para CUSTF. Con esta cantidad de superficie en estado natural se garantizara que siga existiendo un hábitat para la biota que existe en el predio.</p>	<p>Supervisión en campo, fotografía del desmonte. (diario)  Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)</p>
<p>Las actividades de desmonte y despalme se limitarán a las áreas solicitadas en este estudio. Se deberá tener cuidado de no afectar las raíces de plantas que no queden inmersas en el área de afectación.</p>	<p>Supervisión en campo del proceso de desmonte. Memoria fotográfica del desmonte. (semanal)  Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)</p>
<p>La vegetación producto del desmonte se deberá trozar y triturara como un enriquecedor de suelo y utilizado para fines de reforestación dentro del proyecto.</p>	<p>Supervisión en campo, fotografías de los trabajos realizados. (semanal)</p>
<p>No realizar la quema o la eliminación de los residuos vegetales mediante el empleo de productos químicos.</p>	<p>Supervisión en campo, fotografía del desmonte (diario)</p>
<p>Estará estrictamente prohibida la extracción de la vegetación nativa del sitio, o partes de las mismas, para su aprovechamiento, venta o cualquier otro tipo de explotación, solamente se desmontara la que esté sujeta a cambio de uso de suelo.</p>	<p>Supervisión en campo. (diario)  Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)</p>

<b>COMPONENTE AMBIENTAL FAUNA SILVESTRE</b>	
<b>Medida a controlar y/o garantizar</b>	<b>Método verificativo / Periodicidad</b>
Se prohíbe cualquier tipo de aprovechamiento o afectación de fauna silvestre presente en el sitio. Así mismo se deberá evitar el sacrificio de fauna que quede expuesta durante los trabajos de desmonte del terreno y construcción.	Supervisión en campo. (diario)  Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)
Previo a la actividad desmonte, se realizarán revisiones en el área por desmontar, para ahuyentar a la fauna susceptible de afectación.	Supervisión en campo. (diario)  Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)
En las áreas de afectación, revisar previo al desmonte, la presencia de nidos o madrigueras activas, para en su caso reubicar o ahuyentar a la fauna. Por otro lado, se debe evitar la destrucción o perturbación de los sitios de anidación de aves o madrigueras en áreas adyacentes a la superficie de sujeta a cambio de uso de suelo.	Supervisión en campo de la aplicación del Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna (Anexo al DTU-B del proyecto).  Memoria fotográfica de las actividades llevadas a cabo en campo. (diario)  Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)
En las áreas en estado natural conservadas en el proyecto se podrá reubicar a las especies que se capturen a través del programa de rescate.	Supervisión en campo y Fotografías. (diario)  Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)
Con el fin de garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna el proyecto contempla la conservación de una gran superficie del terreno en estado natural (49.5 %) áreas en la cual serán	Supervisión en campo y Fotografías. (diario)

<p>mantenidos el suelo y la vegetación actual para permitir la continuidad de los elementos naturales para la fauna del sitio.</p>	<p>Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)</p>
<p>Para evitar la afectación de la fauna de áreas colindantes a la superficie sujeta a cambio de uso de suelo se deberá delimitar las áreas de desmonte y de construcción, y ser retirada dicha señalización una vez operando el proyecto</p>	<p>Supervisión en campo y memoria fotográfica de los señalamientos preventivos para evitar la afectación de la fauna. (diario)</p> <p>Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)</p>
<p>Se procurará realizar el desmonte en el menor tiempo posible para así minimizar la afectación a la fauna existente en el predio y las colindancias del proyecto.</p>	<p>Supervisión en campo y Fotografías. (diario)</p> <p>Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)</p>

<p><b>COMPONENTE AMBIENTAL SUELO NATURAL</b></p>	
<p><b>Medida a controlar y/o garantizar</b></p>	<p><b>Método verificativo / Periodicidad</b></p>
<p>En el proyecto se mantendrá en estado natural una gran superficie que no esté sujeta a cambio de uso de suelo, se dejará en estado natural 99,028.51 m<sup>2</sup> que representan el 49.5% de la superficie total del predio.</p>	<p>Supervisión en campo. (diario)</p> <p>Registrar en bitácora ambiental del proyecto el avance del desmonte. (semanal)</p>
<p>En las áreas de trabajo se ubicaran botes de almacenamiento de residuos sólidos urbanos, estos contarán con tapa para evitar la proliferación de vectores indeseables y deberán estar rotulados. No se debe permitir la disposición de residuos en el piso descubierto. Se fomentara el reciclaje de los residuos.</p>	<p>Supervisión en campo del manejo de residuos que se lleve en el proyecto. (anexo en el DTU-B del proyecto) (diario)</p>
<p>En términos generales se aplicara un programa de manejo de residuos sólidos urbanos.</p>	<p>Registrar en bitácora ambiental del proyecto.</p>

	(semanal)
Los residuos derivados de obras, excavaciones, desmontes o rellenos, será utilizado en la misma obra del proyecto, los residuos que no puedan ser reutilizados en el mismo proyecto serán destinados a los lugares legalmente establecidos por la Autoridad competente. No se dispondrá el material sobre vegetación nativa.	Supervisión en campo, y memoria fotográfica del retiro de material y recibos de entrega de los residuos en los lugares designados por el Gobierno Municipal. (cada que se realice un retiro de residuos)  Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)
Los contenedores de residuos sólidos, se deberán retirar periódicamente del sitio para ser enviados a sitios autorizados por la autoridad competente para su disposición final.	Supervisión en campo, y memoria fotográfica del retiro de material y recibos de entrega de los residuos en los lugares designados por el Gobierno Municipal. (cada que se realice un retiro de residuos)  Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)
Limpieza y recolección periódica durante el desarrollo de la obra, de los residuos sólidos urbanos existentes en el área de influencia del proyecto.	Supervisión en campo y memoria fotográfica del mantenimiento aplicado. (diario)  Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)
Disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial conforme a la legislación aplicable.	Supervisión en campo, y memoria fotográfica del retiro de material y recibos de entrega de los residuos en los lugares designados por el Gobierno Municipal. (cada que se realice un retiro de residuos)



	<p>Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)</p>
<p>Capacitación de personal operativo y de supervisión en el manejo de residuos</p>	<p>Impartir capacitación y tener memoria fotográfica de la misma. (antes de iniciar actividades de desmonte y construcción)</p> <p>Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (bimestral o cuando se realice la capacitación)</p>
<p>El equipo utilizado deberá estar en buen estado, sin fugas o goteos de aceite o combustible.</p> <p>Cada operador de equipo o maquinaria, contará con recipientes para contener probables derrames o pequeños goteos.</p>	<p>Supervisión en campo de la operación de los equipos, y memoria fotográfica (diario)</p> <p>Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)</p>
<p>Se deberán manejar adecuadamente todos los residuos peligrosos que se generen, tales como aceites y pinturas, con el fin de evitar derrames al suelo natural y al agua. Los residuos peligrosos generados (sustrato firme, agua o materiales contaminados con hidrocarburo, restos y botes de pintura), se dispondrán en contenedores rotulados y con tapa, separando líquidos y sólidos.</p> <p>Estos residuos se les darán disposición final con una empresa debidamente autorizada por la SEMARNAT.</p>	<p>Supervisión en campo y memoria fotografía del manejo de los residuos. (diario)</p> <p>Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)</p>
<p>Al concluir la obra se deberá limpiar y retirar todo el material utilizado, este será dispuesto en los sitios de disposición final autorizados por la autoridad municipal.</p>	<p>Fotografías de las áreas del proyecto completamente limpias. (cuando se realice la limpieza)</p> <p>Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (cuando se realice la limpieza)</p>

<b>COMPONENTE AMBIENTAL AGUA</b>	
<b>Medida a controlar y/o garantizar</b>	<b>Método verificativo / Periodicidad</b>
<p>Se mantendrá en estado natural una gran superficie en estado natural en el predio esto permitirá la filtración y recarga del acuífero de la zona del proyecto. La precipitación pluvial se evapotranspira y el resto se filtra al subsuelo a través de fracturas, oquedades y conductos de disolución de las calizas, siguiendo diferentes trayectorias de flujo, controladas principalmente por el desarrollo del carst.</p> <p>Dado que la filtración es rápida, la superficie de las áreas verdes permitirán la recarga del acuífero en la zona.</p>	<p>Supervisión en campo, delimitación de zonas de desmonte, fotografías del mantenimiento aplicado. (diario)</p> <p>Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)</p>
<p>En el caso de proyecto, es importante comentar que contará con medidas para prevenir la contaminación del acuífero debido a que el proyecto canalizara sus mismas aguas residuales a la misma PTAR.</p> <p>Adicionalmente para prevenir la contaminación del acuífero de la zona el proyecto establece la aplicación de un procedimiento de manejo de residuos.</p> <p>Todo lo anterior se realizara para no comprometer la calidad y la cantidad en la captación del acuífero de la zona.</p>	<p>Memoria fotográfica de las actividades llevadas a cabo en campo. (diario)</p> <p>Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)</p>
<p>Habilitar sanitario móvil (letrinas) en el área de trabajo, al cual se le brindará mantenimiento preventivo periódico, de manera que se asegure su óptima operación y se evite infiltraciones al suelo y al agua, el cual será para uso obligatorio de todos los trabajadores. Este sanitario se encontrara temporalmente dentro de la superficie sujeta a CUSTF.</p>	<p>Facturas de renta de sanitarios portátiles. (mensual)</p> <p>Memoria fotográfica y supervisión en campo. (diario)</p>
<p>Las aguas residuales generadas por el sanitario portátil serán dispuestas por la empresa prestadora del servicio, en un sitio autorizado por la autoridad correspondiente.</p>	<p>Facturas de renta de sanitarios portátiles. (mensual)</p> <p>Fotografías del retiro de las aguas residuales. (cuando se realice el retiro de aguas residuales)</p>
<p>Quedará prohibido depositar cualquier tipo de residuo sobre</p>	<p>Supervisión en campo del</p>

<p>suelo natural, incluyendo los restos de construcción y botes de pintura, así como cualquier material impregnado con algún producto químico.</p>	<p>manejo de los residuos. (diario)</p> <p>Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)</p>
<p>El agua para consumo de los trabajadores será purificada y será proveída de manera constante por el promovente para evitar deshidratación.</p>	<p>Fotografías del suministro de agua. (cada que se suministre agua)</p> <p>Registrar en bitácora ambiental del proyecto. (semanal)</p>

## **IX. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES**

## **IX. IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACION SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.**

Bajo protesta de decir verdad, se declara que los resultados presentados en el Documento Técnico Unificado, 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:

### **IX.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 entregarán dos ejemplares impresos del Documento Técnico Unificado Modalidad B-Particular y 4 en archivo electrónico. De los cuales uno de los impresos y con sus 3 copias en archivo electrónico serán los utilizados en la evaluación y los restantes serán utilizados para consulta pública, en cuyo caso se eliminará la información confidencial. Asimismo, el DTU Modalidad B- Particular deberá incluir en el archivo electrónico, las imágenes, planos e información que complementa el estudio.

Se presenta la información descrita anteriormente.

### **IX.1.1 Cartografía. (Anexo II Planos que se integran en el proyecto)**

Se anexan los planos que integran el proyecto.

- Plano de la ubicación general del predio.
- Plano de ubicación de CUSTF.
- Plano de Ampliación de Proyecto.
- Plano de la vegetación y sitios de muestreo.
- Plano de Descripción del proyecto.
- Plano de Superficies que integran el predio.

### IX.1.2 Fotografías

Se presenta fotografías del desarrollo de las actividades para la realización del presente DTU.



Señalización de sitio de muestreo



Medición de DAP



Marcaje de árbol



Árboles marcados para verificación

### IX.1.3 Videos

No se realizo ningún video



## IX.2 Otros anexos

### IX.2.1 Memorias

- Bibliografía consultada.

### Referencias bibliográficas consultadas.

Acosta-Aburto, J. 2001. Riqueza y abundancia de la avifauna del Jardín Botánico “Dr. Alfredo Barrera Marín”, ECOSUR, Puerto Morelos, Quintana Roo, México. Tesis para obtener el grado de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 98 p.

Adger, W., K. Brown, R. Cervigni y D. Moran. 1995. Total economic value of forest in Mexico. *Ambio* 24: 286-296.

Álvarez-Legorreta, T. 2011. Uso y manejo de recursos hídricos. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 121-126.

Aranda-Sánchez, J.M. 1981. Rastros de los mamíferos silvestres de México. Manual de campo. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos (INIREB), Xalapa, Veracruz, México. 198 p.

Bautista, F. y A. Palacio (eds.). 2005. Caracterización y manejo de los suelos de la Península de Yucatán. Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán, Instituto Nacional de Ecología. Distrito Federal, México. 282 p.

Bellón, M., O. Maser y G. Segura. 1993. Response options for sequestering carbon in Mexican forests. Report to F-7 International Network on Tropical Forestry and Global Climatic Change, Energy and Environment Division, Lawrence-Berkeley Laboratory, Environmental Protection Agency. Berkeley.

Bonifacio Mostacedo y Todd S. Frederiksen. 2000. Manual de métodos Básicos de Muestreo y Análisis de Ecología Vegetal, Santa Cruz de la Sierra Bolivia. 82p.

- Boose, E. R., Foster, D. R., Barker Plotkin, A., Hall, B. 2003. Geographical and historical variation in hurricanes across the Yucatan Peninsula. In: Gómez-Pompa, A., Allen, M. F., Fedick, S. L., Jiménez, J. J., Lowland Maya Area: Three Millennia at the Human-Wildland Interface, Haworth Press, New York. 495-516 p.
- Calmé, S. 2011. Uso y manejo de fauna silvestre. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 165-170.
- Calvo-Irabién, L. 2011. Usos de las palmas. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 151-156.
- CAM, 2002. Caracterización Ambiental del Municipio Benito Juárez. Ecosistemas y Tipos de Vegetación. Benito Juárez, Quintana Roo
- Carnevali F. C., G. J. L. Tapia-Muñoz, R. Duno de Stefano & I. Ramírez Morillo (Editores generales) 2010. Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado florístico. CICY A. C. Mérida Yucatán México. 328 p.
- CCAD-PNUD/GEF, 2002. "Proyecto Para La Consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano". GUÍA METODOLÓGICA DE VALORACIÓN ECONÓMICA DE BIENES, SERVICIOS E IMPACTOS AMBIENTALES. Un aporte para la gestión de ecosistemas y recursos naturales en el CBM. RadoslavBarzev. Editor. CMB.
- CONABIO, 1998. La diversidad Biológica de México. Estudio de País. Capítulo 7. Valoración económica de los recursos biológicos del país. Edmundo de Alba, María Eugenia Reyes, pp. 212-233.
- CONAFOR. Regla de Operación del Programa Nacional Forestal 2104. Pago por

Servicios Ambientales; Modalidad Conservación de la Biodiversidad.

De los Santos V. M. 1976. Tablas de volúmenes para montes de la Península de Yucatán. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques. 82 p.

Dirección General de Ecología, Ayuntamiento de Benito Juárez, Quintana Roo, 2001. Manual de Identificación de la Flora Nativa del Municipio de Benito Juárez Quintana Roo. p. 32.

Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PNUD, CONABIO, SEDUMA, 496 p.

Ek-Díaz, A. 2011. Vegetación. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 62-77.

Flores, J. S. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense, Fascículo 3. 135 pp.

Forster, R., N. Armijo y L. Arguelles. 2011. Recursos forestales. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 140-150.

Gaona Vizcaíno, S., Gordillo de Anda T. y Villasuso Pino M., 1980. Cenotes, Karst característico: mecanismos de formación. UNAM, México, Inst. de Geología, Rev. Vol. 4, núm. 1 (1980). p. 32-36.

González Medrano F. 2004. Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. Segunda edición. INE-SEMARNAT. México, D.F.

- Halffter, G. y E. Ezcurra. 1992. ¿Qué es la Biodiversidad? In La diversidad biológica de Iberoamérica I. Halffter, G. (ed.). Acta Zoológica Mexicana, Volumen especial. p 3-24.
- Hernández Morales Gleybis. (2010). Cálculo de la Tasa de Erosión Hídrica y Propuesta de Obras de Conservación de Suelo en la Línea de Tendido Eléctrico La Ventosa-Juile, Oaxaca. Tesis Profesional. Ingeniero en Restauración Forestal. Universidad Autónoma de Chapingo. Mex.
- Herrera, J. 2011. Recursos hídricos: Hidrología subterránea. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 34-41.
- Herrera, J. y J. Heredia 2011. Recursos hídricos: Hidrología superficial. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 42-49.
- Heuveltop, J., T. Pardo, C. Quirós y P. Espinoza. 1986. Agroclimatología tropical. EUNED. San José, Costa Rica. 394 p.
- INEGI. Carta Geológica. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI Carta Edafológica. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI. Carta Hidrológica de aguas superficiales. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.
- INEGI. Carta Uso de suelo y vegetación. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e informática.

- Lesser, H., 1976. Estudio Geohidrológico e hidrogeoquímico de la Península de Yucatán. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. 62 p.
- López Ramos, E., 1979. Estudio Geológico de la Península de Yucatán. En Enciclopedia Yucateca. Geología Peninsular. Tomo X. Gobierno de Yucatán. Mérida
- Lozano, R. y J. Olivares. 2011. Sociedad y economía. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 86-109.
- Macario M., P.; E. García, R. Aguirre y E. Hernández-X. 1995. Regeneración natural de especies arbóreas en una selva mediana subperennifolia perturbada por extracción forestal. Acta Botánica Mexicana 32:11-23.
- Miranda F., y E. Hernández X. 1963. Los tipos de Vegetación en México y su Clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28.
- Navarro, D. T. Jiménez y F. Juárez. 1990. Los mamíferos de Quintana Roo. En: Navarro, D. y J.G. Robinson. 1990. Diversidad Biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo: 371-450.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo.
- Patiño, V. F., J. L. López T., y D. A. Gómez. Selva (Versión 4). Paquete de Cómputo para Procesar Datos de Inventarios Forestales para Especies de la Península de Yucatán. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Mérida, Yucatán. 46 p.
- Pérez-Gil, Salcido, Fernando Jaramillo Monrroy, Ana María Muñiz Salcedo y María

- Gabriela Torres Gómez. 1995. Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. Consultores, S. C. y Conabio, México, 170 p.
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 29 de junio de 2001. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.
- Peterson, R.T. and E.L. Chalif. 1973. A field guide to Mexican birds. The Peterson Field Guide Series. National Audubon Society and National Wildlife Federation. Houghton Mifflin Company. Boston, Massachusetts. 298 pp.
- Pozo, C. (ed.). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación. Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. 271 p.
- Reyes, V., J. Fallas, M. Miranda, O. Segura y R. Sánchez. 2002. Parámetros para la valoración del servicio ambiental hídrico brindado por los bosques y plantaciones de Costa Rica. Serie Documentos de Trabajo 008-2002. FONAFIFO y Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sustentable. Costa Rica. 28 p.
- Romahn de la Vega, C.F. y Ramírez Maldonado, H. 2006. Dendrometría. Universidad Autónoma Chapingo. 2ª. Edición corregida y aumentada. Publicación digital. México. 294 p.
- Rzedowski, J., 1981. Vegetación de México. Limusa, México
- Sánchez, O., C. Donovarros-Aguilar y J. Sosa-Escalante (editores). 2000. Conservación y manejo de vida silvestre: vertebrados del trópico de México. Unidos para la Conservación-Sierra Madre, Dirección General de Vida Silvestre, INE-SEMARNAP, CONABIO, USFWS, UADY. México. 190 p.
- Schellekens, J. 2000. Hydrological processes in a humid tropical rainforest: a combined experimental and modeling approach. Proefschrift,

VrijeUniversiteitAmsterdam.

- Sosa-Escalante, J. 2000. Valoración y seguimiento de la biodiversidad: Implicaciones en conservación y manejo. In Conservación y manejo de vida silvestre: vertebrados del trópico de México. Sánchez, O., C. Donovarro y J. Sosa-Escalante (eds.). Unidos para la Conservación-Sierra Madre, Dirección General de Vida Silvestre, INE-SEMARNAP, CONABIO, USFWS, UADY. México. p. 49-67.
- Sousa M. y Cabrera E. 1983. Listados Florísticos de México. II Flora de Quintana Roo. Instituto de Biología, Universidad Autónoma de México. México, D. F.
- Tello, H. 2011. Suelos. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 57-61.
- Thomassiny, J. y E. Chan 2011. Cambios en el uso de suelo. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 1. Pozo, C., A. Canto y S. Calmé (eds.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Tipper, R. 2000. Carbon offsets from forestry projects in developing countries. Report commissioned by the Department of the Environment, Transport, and Regions. ECCM, Edimburgo. 27 p.
- Torres, J. y A. Guevara. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: Captura de carbono y desempeño hidráulico. GacetaEcológica 63: 40-59.
- Valdez-Hernández, M. y G. Islebe. 2011. Tipos de vegetación en Quintana Roo. In Riqueza Biológica de Quintana Roo, un análisis para su Conservación, Tomo 2. Pozo, C. (ed.). El Colegio de la Frontera Sur, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones. México D.F. p. 32-36.

Vázquez-Domínguez, E. y H. Arita. 2010. The Yucatan Peninsula: Biogeographical History 65 Million Years in the Making. *Ecography* 33: 212-219 P.

#### Consultas electrónicas.

- [www.cna.gob.mx](http://www.cna.gob.mx)
- [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
- [www.conafor.gob.mx](http://www.conafor.gob.mx)
- [www.conasami.gob.mx](http://www.conasami.gob.mx)
- [www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)
- [www.nooa.gob.mx](http://www.nooa.gob.mx)
- [www.cancun.gob.mx](http://www.cancun.gob.mx)
- [www.sema.qroo.gob.mx](http://www.sema.qroo.gob.mx)
- [www.semarnat.gob.mx](http://www.semarnat.gob.mx)

#### IX.4 Datos de campo del inventario forestal del predio y Sistema Ambiental.

Cuadro xx. Registro forestal de los individuos para el cálculo de volumen y diversidad en el predio.

SITIO	PROGRESIVO	ESPECIE	CLAVE / N.C.	DIÁMETRO	ALTURA (M)
1	1	<i>Manilkarazapota</i>	ZAPOTE	11.6	7
1	2	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	16.5	7.5
1	3	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	11.4	7.5
1	4	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	12.7	7.5
1	5	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	13	7.5
1	6	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	10.6	8
1	7	<i>Psicidiapiscipula</i>	JABIN	17	8.5
1	8	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	16.5	8
1	9	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	13.2	7
1	10	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	27.5	9
1	11	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	18.2	9
1	12	<i>Psicidiapiscipula</i>	JABIN	17.1	9.5



1	13	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	17.5	8
1	14	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	12.1	5.5
1	15	<i>Psicidiapiscipula</i>	JABIN	21	9
1	16	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	13	8
1	17	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	11.2	7.5
1	18	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	12.3	8
1	19	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	19	9
1	20	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	17.1	9
1	21	<i>Manilkarazapota</i>	ZAPOTE	25.2	8.5
1	22	<i>Drypeteslateriflora</i>	EKULUB	11	7
1	23	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	12.7	6.5
3	1	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	10.9	5
3	2	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	17.8	9
3	3	<i>Psicidiapiscipula</i>	JABIN	14.9	8
3	4	<i>Manilkarazapota</i>	ZAPOTE	53.9	10
3	5	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	11	7.5
3	6	<i>Pouteriacampechiana</i>	KANISTE	16.6	9
3	7	<i>Gliricidiasepium</i>	SAKYAB	12.9	8
3	8	<i>Gliricidiasepium</i>	SAKYAB	12.5	8
3	9	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	15.2	8.5
3	10	<i>Thouiniapaucidentata</i>	KANCHUNUP	14.9	8
3	11	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	10.9	8
3	12	<i>Drypeteslateriflora</i>	EKULUB	11.9	8
3	13	<i>Drypeteslateriflora</i>	EKULUB	17	8.5
3	14	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	12.6	8
3	15	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	20.6	9
3	16	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	10.8	7
3	17	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	10.8	6
3	18	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	11.1	7
3	19	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	11.5	6
3	20	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	41.6	10
5	1	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	10.5	6
5	2	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	10.8	7
5	3	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	15	9
5	4	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	10.3	9
5	5	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	15	9
5	6	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	18.5	9
5	7	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	25.1	9

5	8	<i>Psicidiapiscipula</i>	JABIN	16.5	10
5	9	<i>Lonchocarpusrugosus</i>	KANASIN	9	10
5	10	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	15.9	9
5	11	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	13.7	9
5	12	<i>Chrysophyllummexicanum</i>	CHIKE	17.7	8
5	13	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	10.2	8
5	14	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	19.4	9
5	15	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	10	8
5	16	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10	8
5	17	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	10.9	9
5	18	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	12	8
5	19	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	13.3	8
5	20	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	14.9	9
5	21	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	29.8	10
5	22	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	15.8	8
5	23	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	10.1	8
5	24	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	11.8	7
5	25	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	13	7.5
5	26	<i>Ottoschulziapallida</i>	UVASCHE	10.8	8
5	27	<i>Ottoschulziapallida</i>	UVASCHE	10.5	8
7	1	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	11	7
7	2	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	13.9	8
7	3	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	10.9	7
7	4	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	22	8
7	5	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	11.2	8
7	6	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	14.7	9
7	7	<i>Psicidiapiscipula</i>	JABIN	23.5	9
7	8	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	17.2	8
7	9	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	19.9	8
7	10	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	18.2	8
7	11	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10.5	8
7	12	<i>Lonchocarpusrugosus</i>	KANASIN	12	7
7	13	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	11	7
7	14	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10	7
7	15	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	27.5	9.5
7	16	<i>Gliricidiasepium</i>	SAKYAB	18.8	9
7	17	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	22.3	9
7	18	<i>Gliricidiasepium</i>	SAKYAB	10.3	7

7	19	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	12.8	7
7	20	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	24.2	8
7	21	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	17.3	8
7	22	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	22.7	9
7	23	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	10.7	5
7	24	<i>Gliricidiasepium</i>	SAKYAB	11	6
7	25	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	11.6	6
7	26	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	11.7	7
7	27	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	11	7
7	28	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	10	7
7	29	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	23	4
7	30	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	14.2	8
7	31	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	12	8
7	32	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	26.6	8
7	33	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10.6	7
7	34	Cascabela gaumeri	AKITZ	13.7	6
7	35	Cascabela gaumeri	AKITZ	15.6	6
7	36	Cascabela gaumeri	AKITZ	11	6
7	37	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	10.5	6
9	1	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	10.5	7
9	2	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	19.3	7
9	3	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	19	8
9	4	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	10	6
9	5	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	16.1	6
9	6	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	15.5	7
9	7	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	11.5	7
9	8	<i>Swartziacubensis</i>	KATALOX	12.5	7
9	9	<i>Swartziacubensis</i>	KATALOX	10.5	7
9	10	<i>Swartziacubensis</i>	KATALOX	11.8	7
9	11	<i>Swartziacubensis</i>	KATALOX	10	7
9	12	<i>Swartziacubensis</i>	KATALOX	13	7
9	13	<i>Swartziacubensis</i>	KATALOX	14.2	7
9	14	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	10.2	7
9	15	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	12.5	7
9	16	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	10.5	6
9	17	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	14	6
9	18	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	10.3	6
9	19	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	11.5	6

9	20	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	10.2	6
9	21	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	13.9	2
9	22	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	17.2	7
9	23	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	16.7	7
9	24	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	18	7
9	25	<i>Gliricidiasepium</i>	SAKYAB	11	7
9	26	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	10.6	6
11	1	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	23	7
11	2	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	25.5	8
11	3	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	27.9	8
11	4	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	13.5	7
11	5	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	20.8	7
11	6	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	13	7.5
11	7	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	22	8
11	8	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	12	8
11	9	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	17.5	8
11	10	<i>Swartziacubensis</i>	KATALOX	11.8	6.5
11	11	<i>Cecropiapeltata</i>	GUARUMBO	15.3	7
11	12	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	11	6
11	13	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	17.9	7
11	14	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	11.7	7
11	15	<i>Sabal yapa</i>	GUANO	22	6
11	16	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	18.6	7
11	17	<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	16.4	8
11	18	<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	16.8	8
11	19	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	11.3	7
11	20	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	22.5	7
11	21	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	21	7
11	22	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	10	6
11	23	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	12	6
11	24	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	11	6
11	25	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	12.5	6
11	26	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	13.7	7
11	27	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	23.9	7
11	28	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	21.5	8
11	29	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	23.5	8
11	30	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	24.8	8
11	31	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	11.8	6

11	32	<i>Cecropiapeltata</i>	GUARUMBO	16	5
11	33	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	10.4	5

SITIO	ESPECIE	CLAVE / N.C.	DIÁMETRO	ALTURA (M)
1	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	4.1	3.5
1	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	7.5	5
1	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	7.5	5
1	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	5.4	5.5
1	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	7.7	5.5
1	<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	7.5	4.5
1	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	8.1	6
1	<i>Nectandracoriacea</i>	NECO	4.2	5
1	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	3.3	6
1	<i>Coccolobadiversifolia</i>	SAKBOB	5.5	6
1	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	5.1	5
1	<i>Guettardaelliptica</i>	TASTAB	6.1	5
1	<i>Diospyroscuneata</i>	SILIL	5.5	7
1	<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	7.7	5
1	<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	6	6
3	<i>Crotonniveus</i>	CROTON	5.7	4
3	<i>Crotonniveus</i>	CROTON	3.6	4
3	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.8	5
3	<i>Crotonniveus</i>	CROTON	3.6	4
3	<i>Hampeatrilobata</i>	MAJAHUA	3.4	4
3	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	6.5	3
3	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	8.1	3
3	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	4	5
3	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	6.5	5
3	<i>Hampeatrilobata</i>	MAJAHUA	7	7
3	<i>Diospyroscuneata</i>	SILIL	5.3	4
3	<i>Nectandracoriacea</i>	NECO	6.6	4
3	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	4	4
3	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	9.3	5
3	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	5.8	6
3	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	5.9	6
3	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	4	4
3	<i>Nectandracoriacea</i>	NECO	4.8	3
3	<i>Crotonniveus</i>	CROTON	6.1	5
3	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	6.5	4
5	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	5.1	4
5	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	4.9	4
5	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	5.1	4
5	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	6.8	5
5	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	5.5	5

5	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	3.5	4
5	<i>Coccolobaspicata</i>	BOB	3.3	4
5	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	6.4	4
5	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	5.9	6
5	<i>Nectandracoriacea</i>	NECO	4.8	4
5	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5.8	5
5	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.5	4
5	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	7	5
5	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	7.2	5
5	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.3	4
5	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	3.5	4
5	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	4.9	4
5	<i>Nectandracoriacea</i>	NECO	5.5	4
5	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	5.3	4
5	<i>Diospyroscuneata</i>	SILIL	4.9	4
5	<i>Hampeatrilobata</i>	MAJAHUA	5	5
5	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	8	5
7	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	6	5
7	<i>Ottoschulziapallida</i>	UVASCHE	6.9	6
7	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	8.5	7
7	<i>Nectandracoriacea</i>	NECO	4.9	6
7	<i>Guettardaelliptica</i>	TASTAB	7	6
7	<i>Randiaaculeata</i>	RANDIA	4	5
7	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	4.5	5
7	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	6.5	5
7	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	5.8	5
7	<i>Nectandracoriacea</i>	NECO	4	5
7	<i>Chrysophyllummexicanum</i>	CHIKE	5	4
7	<i>Nectandracoriacea</i>	NECO	4.5	4
7	<i>Neeapsychotrioides</i>	TATSI	4	4
7	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	8.5	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	7.1	5
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.6	5
9	<i>Guettardaelliptica</i>	TASTAB	3.3	4
9	<i>Guettardaelliptica</i>	TASTAB	3.9	4
9	<i>Diospyroscuneata</i>	SILIL	4.5	5
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5.7	3
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.4	3
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	6	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5	4
9	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	7.7	4
9	<i>Diospyroscuneata</i>	SILIL	5.5	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	6.3	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	7.1	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5.9	4

9	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	4.2	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.2	4
9	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	5.1	3
9	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	3.2	3
9	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	3.7	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5.1	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.7	4
9	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	3.4	4
9	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	8.5	6
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.4	4
9	<i>Coccolobaspicata</i>	BOB	3.8	3.5
9	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	4.6	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.5	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.5	4
9	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	4.3	4
9	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	3.6	3
9	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	8.5	4
9	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	3.8	3
9	<i>Guettardaelliptica</i>	TASTAB	4.6	3
11	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	7	5.5
11	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	6.7	6
11	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	6.8	6
11	<i>Coccolobaspicata</i>	BOB	7.2	4
11	<i>Malpighia glabra</i>	WAYACTE	4.2	4

Cuadro xx. Registro forestal de los individuos para el cálculo de la diversidad en el sistema ambiental.

Estrato arbóreo

PARCELA	PROGRESIVO	ESPECIE	CLAVE / N.C.	DIÁMETRO	ALTURA (M)
10	1	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	15	8
10	2	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	18.8	8
10	3	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	19.7	9
10	4	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	17.9	9
10	5	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	20.8	9
10	6	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	14.7	9
10	7	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	15.2	9
10	8	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10	8
10	9	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	11	8
10	10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14	8
10	11	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	15.8	8
10	12	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	13.8	8

10	13	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	18	9
10	14	<i>Psidium piscipula</i>	JABIN	16.8	8
10	15	<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	13.2	8
10	16	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	11.5	8
10	17	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	12.5	8
10	18	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10	8
10	19	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	20.5	8
10	20	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	24.3	8
10	21	<i>Psidium piscipula</i>	JABIN	15.1	9
10	22	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	13.2	8
10	23	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	11.1	8
10	24	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	10	8
10	25	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	12.5	8
10	26	<i>Psidium piscipula</i>	JABIN	10.5	8
10	27	<i>Psidium piscipula</i>	JABIN	14.5	8.5
10	28	<i>Psidium piscipula</i>	JABIN	11.1	8
10	29	<i>Psidium piscipula</i>	JABIN	14.3	8.5
10	30	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14.7	8
10	31	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14.2	8
10	32	<i>Psidium piscipula</i>	JABIN	15.2	8
10	33	<i>Psidium piscipula</i>	JABIN	15.5	8
10	34	<i>Psidium piscipula</i>	JABIN	19	9
10	35	<i>Psidium piscipula</i>	JABIN	18.5	9
10	36	<i>Psidium piscipula</i>	JABIN	15.8	9
12	1	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	12.2	7
12	2	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	10.3	7
12	3	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	10.5	7
12	4	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	10.5	7
12	5	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	12.2	6
12	6	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	12.5	6
12	7	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10.5	6
12	8	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10.2	6
12	9	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	13.5	6
12	10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	12	6
12	11	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	10.1	5
12	12	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	13.8	6
12	13	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	12.2	7
12	14	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	10.5	7



12	15	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14	7
12	16	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	20.9	7
12	17	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10.3	8
12	18	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	16	8
12	19	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	11.9	7
12	20	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	11	7
12	21	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10.2	7
12	22	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	11.2	8
12	23	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10.4	8.5
12	24	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10	7
12	25	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10	7
12	26	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	11.8	7
12	27	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	11	6
12	28	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	11.1	6
13	1	<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	18.7	9
13	2	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	19.9	7
13	3	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	14.5	7
13	4	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	11.5	7
13	5	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	11.6	7
13	6	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	11.8	7
13	7	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	11.8	7
13	8	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	11.9	7
13	9	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	12.2	8
13	10	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	11	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	11	8
13	12	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	12.2	8
13	13	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10.6	8
13	14	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	24.6	8
13	15	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	15.7	7
13	16	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	15.9	7
13	17	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	16.8	7
13	18	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	19.5	7
13	19	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	10.7	7
13	20	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	13.8	8
13	21	<i>Protium copal</i>	COPAL	11.5	7
13	22	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	26.5	9
13	23	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	31.5	8
13	24	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	10.1	7

13	25	<i>Gliricidia sepium</i>	SAKYAB	22.6	9
13	26	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	11.2	8
13	27	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	15	9
13	28	<i>Protium copal</i>	COPAL	14.5	8
13	29	<i>Diphysa yucatanensis</i>	DZUDZUK	10.5	8
13	30	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	15.1	8
13	31	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	18.5	8
13	32	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	11.5	8
13	33	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10	8
13	34	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14.2	8
13	35	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10	8
14	1	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	23.8	8
14	2	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	19.1	9
14	3	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14.4	7
14	4	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	10	7
14	5	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	21.6	9
14	6	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	21	8
14	7	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	15.5	8
14	8	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	11	7
14	9	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	10.5	7
14	10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	13.6	7
14	11	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	12.4	8
14	12	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	21.3	8
14	13	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	23.9	8
14	14	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	13.3	7
14	15	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	15.1	8
14	16	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10.7	8
14	17	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10.2	8
14	18	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10	8
14	19	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10.5	8
14	20	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10.6	8
14	21	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	11.4	7
14	22	<i>Sabal yapa</i>	GUANO	18	3
14	23	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	34.8	9
14	24	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	12.8	8
14	25	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	13	8
14	26	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	11.5	8
14	27	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	19.8	8

14	28	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	21.8	8
14	29	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	35	9
14	30	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	13	8
14	31	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	11.3	8
14	32	<i>Psidium piscipula</i>	JABIN	15.5	8
14	33	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	15.8	8
14	34	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	12.1	8
14	35	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	19.6	8
15	1	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.4	6.5
15	2	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	12.3	6
15	3	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	13.7	1.7
15	4	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	26.1	6
15	5	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	13	6
15	6	<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	14	7
15	7	<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	14	7
15	8	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	12.8	7
15	9	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	18.6	7
15	10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14	7
15	11	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	19	7
15	12	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	18.2	7
15	13	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	10.5	8
15	14	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	26.5	9
15	15	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	22.5	8
15	16	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	21.8	7
15	17	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	18.5	7
15	18	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14	7
15	19	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	14	8
15	20	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	13.7	8
15	21	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	15.6	8
15	22	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	12.5	8
15	23	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	15.8	9
15	24	<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	16	8
15	25	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	28.9	8
15	26	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14.7	8
15	27	<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	13.5	8
15	28	<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	10.1	8
15	29	<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	10.5	8
16	1	<i>Psidium piscipula</i>	JABIN	17.5	8

16	2	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	14.2	8
16	3	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	11.5	8
16	4	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	12.5	8
16	5	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	13	8
16	6	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	13.6	8
16	7	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	13.6	8
16	8	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	20.3	9
16	9	<i>Gliricidia sepium</i>	SAKYAB	18.9	8
16	10	<i>Gliricidia sepium</i>	SAKYAB	15.6	8
16	11	<i>Gliricidia sepium</i>	SAKYAB	15.4	8
16	12	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	21.6	9
16	13	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	12.5	8
16	14	<i>Protium copal</i>	COPAL	12.7	8
16	15	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	17.3	8
16	16	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	12.5	8
16	17	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	14.1	8
16	18	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	17.2	9
16	19	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	11.9	8
16	20	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	12.2	8
16	21	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	11.9	8
16	22	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	13.8	1.7
16	23	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	18.7	9
16	24	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	14.7	8
16	25	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	11.1	8
16	26	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	24.7	7
16	27	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	17.6	8
16	28	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	17.8	8
16	29	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	13.3	8
16	30	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	17.3	8
16	31	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	17.3	8
16	32	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10.2	8

Estrato arbustivo

PARCELA	ESPECIE	CLAVE / N.C.	DIÁMETRO	ALTURA (M)
10	<i>Cupania dentata</i>	CUDE	6.5	5
10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	6	4
10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	5.8	4
10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	4.3	4
10	<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	4.3	3

10	<i>Coccoloba diversifolia</i>	SAKBOB	3.5	3
10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	4	3.5
10	<i>Cordia dodecandra</i>	SIRICOTE	5.1	4
10	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5	5
10	<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	4.3	4
10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	8.8	6
10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	4.9	6
10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	4.4	6
10	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	CHIKE	4.2	3
10	<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	6.6	7
10	<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	8.4	7.5
10	<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	5.1	4
10	<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	3.5	4
10	<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	3.9	4
12	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	4.9	5
12	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	4	5
12	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	3.3	4
12	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	4.6	5
12	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.1	5
12	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	3.3	3
12	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	3.2	3
12	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	7.8	5
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3.3	4
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3.3	4
12	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	8.2	6
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4.5	5
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3.3	3
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4.5	3
12	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.2	3
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4.1	3
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3.8	3
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4.4	3
12	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	3.5	3
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3.1	3.5
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4.1	3.5
12	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	6.3	4
12	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	7.9	7
12	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	7.9	7

12	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	3	4
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3.2	4
13	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	8	7
13	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	5	7
13	<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	4.2	4
13	<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	3.7	4
13	<i>Zygia stevensonii</i>	KAKAOCHE	4.6	4
13	<i>Protium copal</i>	COPAL	3	4
13	<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	8	5
13	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	3.3	5.5
13	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	8.5	6
13	<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	3.3	4
13	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	7.5	6
13	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITINCHE	6.9	7
13	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	5.2	6
13	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	3.2	4
13	<i>Protium copal</i>	COPAL	8	6
13	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	6	5
13	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4.3	4
13	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5.4	4
14	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3.4	3
14	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	4.8	3
14	<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	6	4
14	<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	5.4	4
14	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	7.2	4
14	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	3.9	4
14	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4	3
15	<i>Eupatorium daleoides</i>	EUDA	4	4
15	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	3.5	4
15	<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	3	3
15	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3.6	3
15	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4.3	3
15	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	3.1	3
15	<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	5.1	3
15	<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	6.5	3
15	<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	5	3
15	<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	5.7	3
15	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	3.5	4

15	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	5.2	4
15	<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	5.6	4
15	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	5.4	4
15	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	6.7	5
15	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	6.5	6
15	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	6.5	6
16	<i>Diospyros cuneata</i>	SILIL	4.4	5
16	<i>Diospyros cuneata</i>	SILIL	6	5
16	<i>Diospyros cuneata</i>	SILIL	5	5
16	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITINCHE	4.4	5
16	<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	3.4	3
16	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITINCHE	5.6	4
16	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	6.8	5
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	5.3	4
16	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	4.9	4
16	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	6	4
16	<i>Gymnopodium floribundum</i>	TSITSILCHE	4.9	4
16	<i>Gymnopodium floribundum</i>	TSITSILCHE	4.9	4
16	<i>Gymnopodium floribundum</i>	TSITSILCHE	6.4	4
16	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITINCHE	5.9	4
16	<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	4.2	5
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	3.9	4
16	<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	8.5	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	3.4	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	4.5	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	5	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	5	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	6.2	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	5.4	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	3.7	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	3	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	3.4	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	4	4
16	<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	3.5	4

Regeneración

PARCELA	ESPECIE	CLAVE / N.C.	ALTURA (CM)
10	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	100
10	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	150
10	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	100
10	<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	40
10	<i>Brosimum alicastrum</i>	RAMON	50
12	<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	150
12	<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	100
12	<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	100
12	<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	100
12	<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	150
13	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	150
13	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	150
13	<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	100
13	<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	100
13	<i>Protium copal</i>	COPAL	150
13	<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	50
14	<i>Coccoloba diversiflora</i>	SAKBOB	100
14	<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	150
14	<i>Ottoschulzia pallida</i>	UVASCHE	150
14	<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	100
14	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	100
14	<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	160
15	<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	150
15	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	150
15	<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	150
15	<i>Alseis yucatanensis</i>	ALSEIS	150
15	<i>Ottoschulzia pallida</i>	UVASCHE	150
16	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	100
16	<i>Cnidocolus multilobus</i>	CHAYA DE MONTE	100
16	<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	100
16	<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	150



## ANEXOS

### **Anexo I: Documentación legal del proyecto.**

- Documento que acredita la legal propiedad del predio
- Acta constitutiva de la empresa Desarrollos Hidráulicos de Cancún SA de CV.
- Acreditación del Representante legal de la empresa Desarrollos Hidráulicos de Cancún SA de CV.
- Resolutivo donde se acredita la superficie construida actualmente de la PTAR Norponiente.

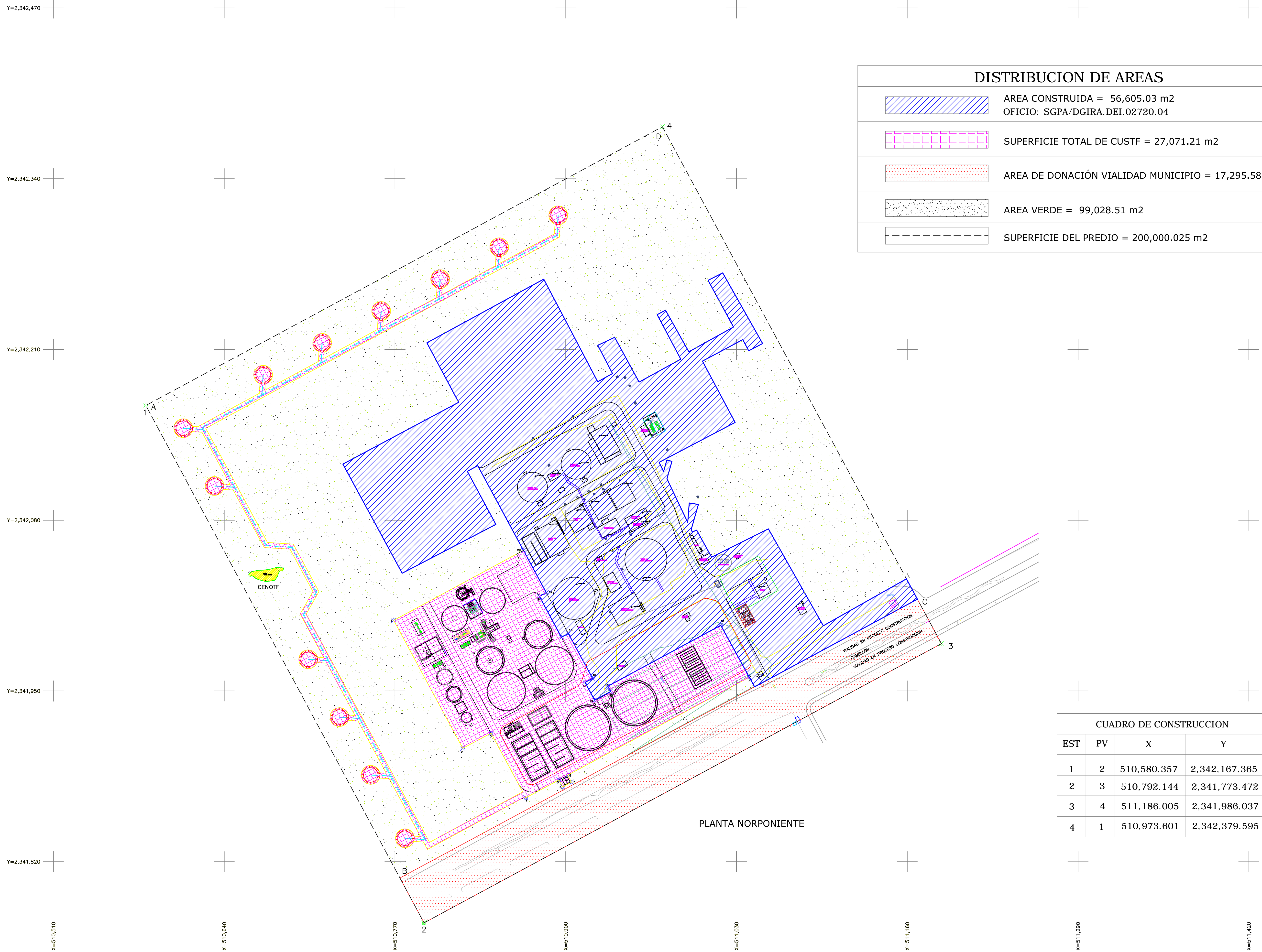


DTU- B MODALIDAD PARTICULAR

---



## Anexo II: Planos que integran el proyecto.

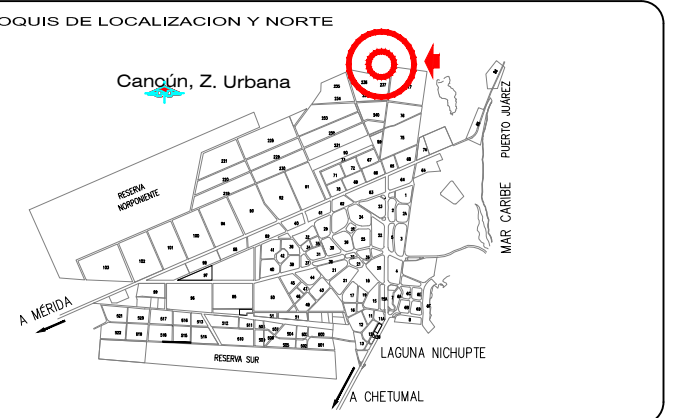


### DISTRIBUCION DE AREAS

	AREA CONSTRUIDA = 56,605.03 m <sup>2</sup> OFICIO: SGPA/DGIRA.DEI.02720.04
	SUPERFICIE TOTAL DE CUSTF = 27,071.21 m <sup>2</sup>
	AREA DE DONACIÓN VIALIDAD MUNICIPIO = 17,295.58 m <sup>2</sup>
	AREA VERDE = 99,028.51 m <sup>2</sup>
	SUPERFICIE DEL PREDIO = 200,000.025 m <sup>2</sup>

### CUADRO DE CONSTRUCCION

EST	PV	X	Y
1	2	510,580.357	2,342,167.365
2	3	510,792.144	2,341,773.472
3	4	511,186.005	2,341,986.037
4	1	510,973.601	2,342,379.595



DATOS DEL AUTOR DEL PROYECTO

NOMBRE \_\_\_\_\_

CEDULA PROFESIONAL \_\_\_\_\_

DIRECCION \_\_\_\_\_

TELEFONO \_\_\_\_\_

FIRMA \_\_\_\_\_

SELLO DE DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA

### TIPO DE LICENCIA

OBRA NUEVA	AMPLIACION	REGULARIZACION	PROVISORIA
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DEMOLICION	PERMISO ECONOMICO	MODIFICACION	OTROS
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	NORMA	PROYECTO	CUMPLE
USO DEL SUELO			
AREA DEL LOTE			
FRENTE DEL LOTE			
RESTRICCIONES MIN. A LOS LINDEROS	FRENTE		
	LADO FONDO		
ALTURA MAXIMA EN METROS			
PORCENTAJE MAX. DE OCUP. C.O.S.			
COEFICIENTE DE USO DEL SUELO C.U.S.			
DENSIDAD NETA			
CAJONES DE ESTACIONAMIENTO			

SELLO DE AUTORIZACION DE DESARROLLO URBANO

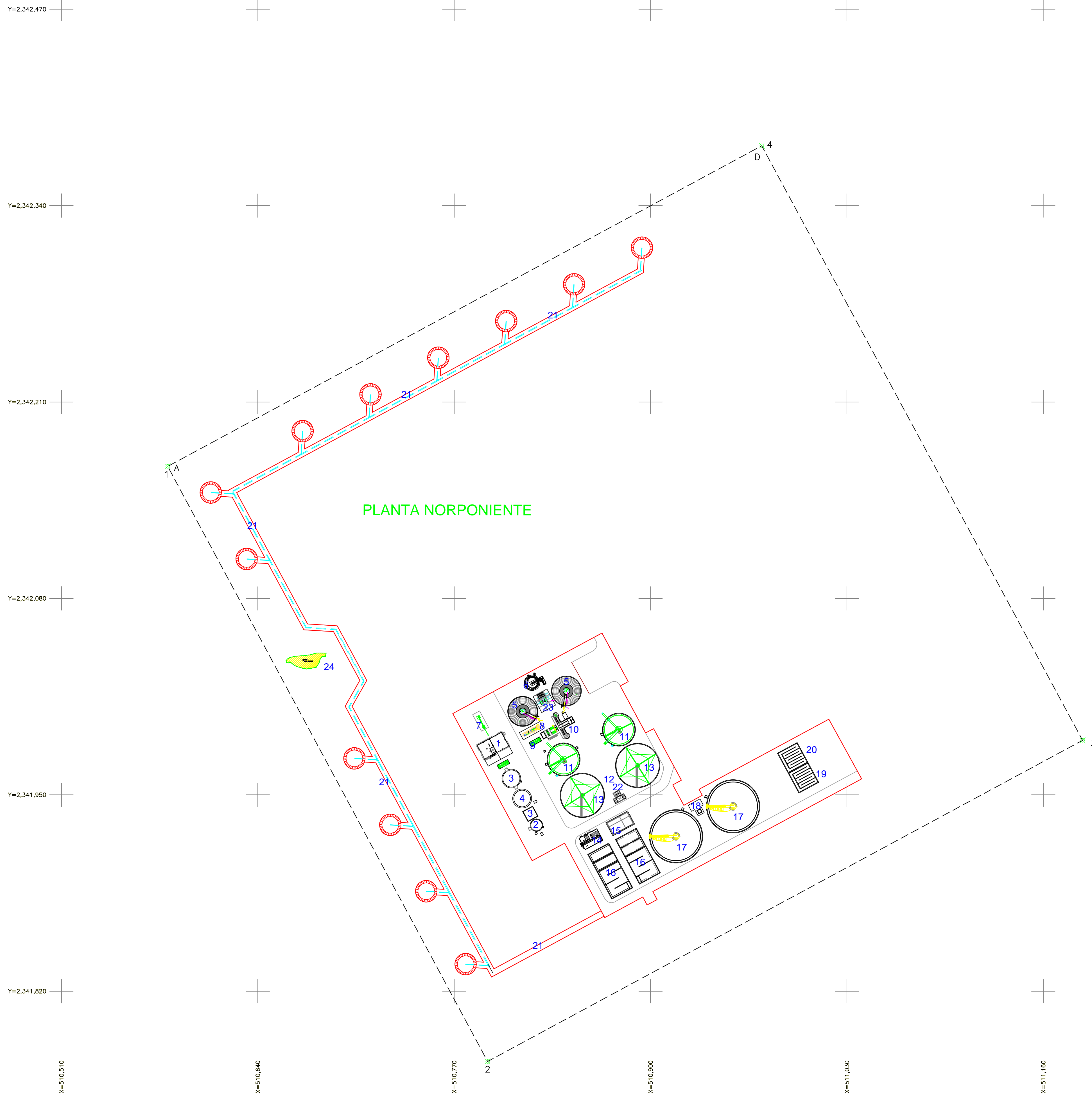
PROYECTO  
AMPLIACION PTAR NORPONIENTE

UBICACION:  
PROLONGACION AV. 137, CANCUN, Q. ROO

PROPIETARIO:  
DESARROLLOS HIDRAULICOS DE CANCUN S.A. DE C.V.

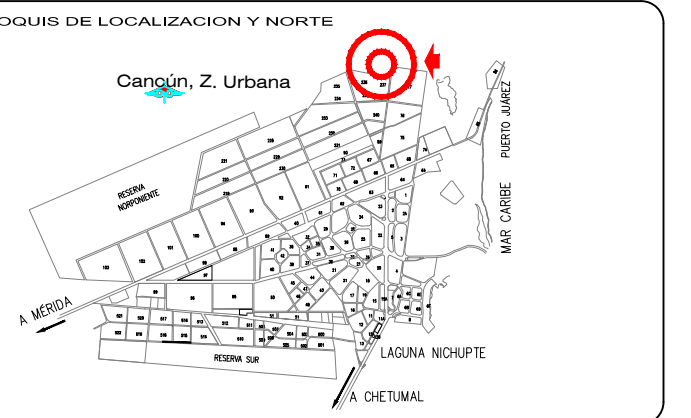
PLANO:  
PLANO DE SUPERFICIES

CLAVE:  
PL-SUP



SIMBOLOGIA				
No.	CONCEPTO	CANTIDAD	SUPERFICIE	TOTAL
1	CASETA DE DESAGUADO MECANICO DE LODO	1	222.703	222.703
2	TANQUE (PEQUEÑO) ESPESADOR GRAVITACIONAL DE LODO	1	54.106	54.106
3	TANQUE DE LODO DIGERIDO	1	122.718	122.718
4	TANQUE ESPESADOR GRAVITACIONAL DE LODO	1	124.69	124.69
5	TANQUE DIGESTOR DE LODO	2	307.907	615.814
6	GASOMETRO DE MEMBRANA	1	91.944	91.944
7	QUEMADOR DE BIOGAS	1	64.282	64.282
8	SISTEMA DE CONTROL DE OLOR	1	82.693	82.693
9	SISTEMA DE CONTROL DE OLOR	1	23.911	23.911
10	UNIDAD DE PRETRATAMIENTO	1	193.452	193.452
11	TANQUE SEDIMENTADOR PRIMARIO	2	373.253	746.506
12	CARCAMO DE RECIRCULACION Y ALIMENTACION	1	85.902	85.902
13	AREA DE FILTRO BIOLÓGICO	2	674.256	1348.512
14	C.C.M	1	117.653	117.653
15	CASETA DE SOPLADORES	1	161.54	161.54
16	SISTEMA DE CONTROL DE OLOR	2	530.88	1061.76
17	TANQUE SEDIMENTADOR	2	978.677	1957.354
18	FOSA DE FLOTADOS	1	62.551	62.551
19	TANQUE CONTACTO DE CLORO 1	1	223.5	223.5
20	TANQUE CONTACTO DE CLORO 2	1	223.5	223.5
21	SISTEMA DE POZOS DE AGUA	1	5291.721	5291.721
22	REGISTROS BIOLÓGICOS	1	61.71	61.71
23	SISTEMA DE MAQUINAS GAS	1	126.072	126.072
<b>SUPERFICIE AMPLIACION DE PROYECTO (M2)</b>				<b>13064.594</b>
24	CENOTE	1	126.072	126.072

CUADRO DE CONSTRUCCION			
EST	PV	X	Y
1	2	510,580.357	2,342,167.365
2	3	510,792.144	2,341,773.472
3	4	511,186.005	2,341,986.037
4	1	510,973.601	2,342,379.595



DATOS DEL AUTOR DEL PROYECTO

NOMBRE: \_\_\_\_\_

CEDULA PROFESIONAL: \_\_\_\_\_

DIRECCION: \_\_\_\_\_

TELEFONO: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_

SELLO DE DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA

TIPO DE LICENCIA		
OBRA NUEVA	AMPLIACION	REGULARIZACION
DEMOLICION	PERMISO ECONOMICO	MODIFICACION
		OTROS

	NORMA	PROYECTO	CUMPLE
USO DEL SUELO			
AREA DEL LOTE			
FRENTE DEL LOTE			
RESTRICCIONES MIN. A LOS LINDEROS	FRENTE		
	LADO FONDO		
ALTURA MAXIMA EN METROS			
PORCENTAJE MAX. DE OCUP. C.O.S.			
COEFICIENTE DE USO DEL SUELO C.U.S.			
DENSIDAD NETA			
CAJONES DE ESTACIONAMIENTO			

SELLO DE AUTORIZACION DE DESARROLLO URBANO

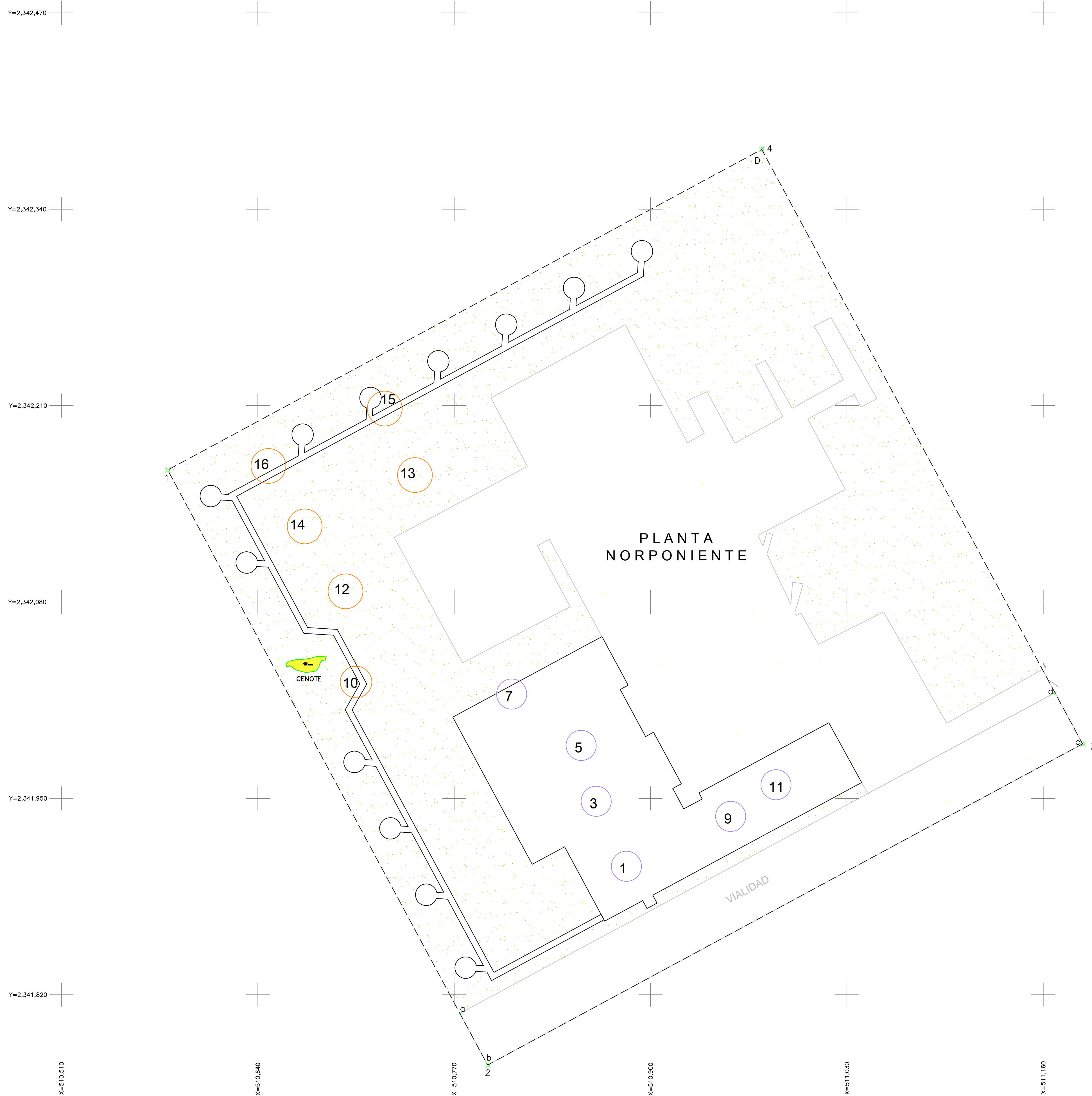
PROYECTO  
AMPLIACION PTAR NORPONIENTE

UBICACION:  
PROLONGACION AV. 137, CANCUN, Q. ROO

PROPIETARIO:  
DESARROLLOS HIDRAULICOS DE CANCUN S.A. DE C.V.

PLANO:  
DESCRIPCION DE PROYECTO

CLAVE:  
PL-DP



**CUADRO DE CONSTRUCCION**

EST	PV	X	Y
1	2	510,580.357	2,342,167.365
2	3	510,792.144	2,341,773.472
3	4	511,186.005	2,341,986.037
4	1	510,973.601	2,342,379.595

**SITIOS DE MUESTREO**

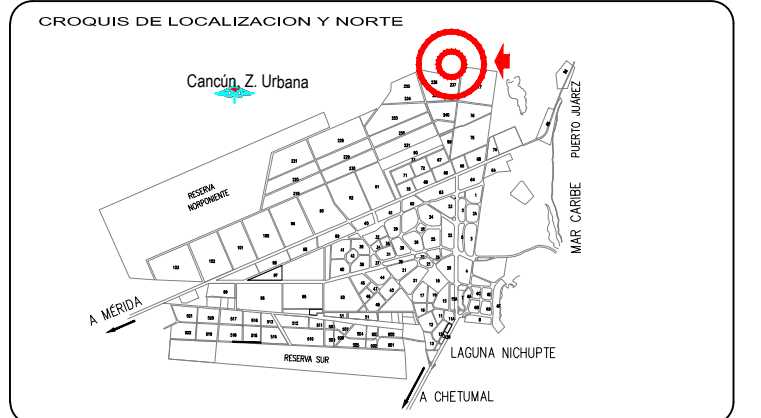
Sistema Ambiental

Núm. Sitio	Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)	
	X	Y
10	510705	2342027
12	510698	2342087
13	510744	2342164
14	510671	2342130
15	510724	2342208
16	510647	2342170

Predio (CUSTF)

Núm. Sitio	Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)	
	X	Y
1	510884	2341905
3	510864	2341948
5	510854	2341985
7	510808	2342019
9	510953	2341938
11	510983	2341959

- TIPO DE VEGETACION**
- Selva mediana con vegetación secundaria de tipo arbórea (VSA/SMQ)
  - Selva mediana subperennifolia



DATOS DEL AUTOR DEL PROYECTO

NOMBRE: \_\_\_\_\_

GEDULA PROFESIONAL: \_\_\_\_\_

DIRECCION: \_\_\_\_\_

TELEFONO: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_

SILLO DE DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA

\_\_\_\_\_

TIPO DE LICENCIA

TIPO DE LICENCIA	AMPLIACION	REGULARIZACION	PROVISORA
OBRA NUEVA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DEMOLICION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PERMISO ECONOMICO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MODIFICACION	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
OTROS	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	NORMA	PROYECTO	CUMPLE
USO DEL SUELO			
AREA DEL LOTE			
FRENTE DEL LOTE			
RESTRICCIONES MIN. A LOS LINDEROS			
ALTAURA MAXIMA EN METROS			
PORCENTAJE MAX. DE OCUP. C.O.S.			
COEFICIENTE DE USO DEL SUELO C.U.S.			
DENSIDAD NETA			
CAJONES DE ESTACIONAMIENTO			

SILLO DE AUTORIZACION DE DESARROLLO URBANO

\_\_\_\_\_

PROYECTO

AMPLIACION PTAR NORPONIENTE

UBICACION:

PROLONGACION AV. 137, CANCUN, Q. ROO

PROPIETARIO:

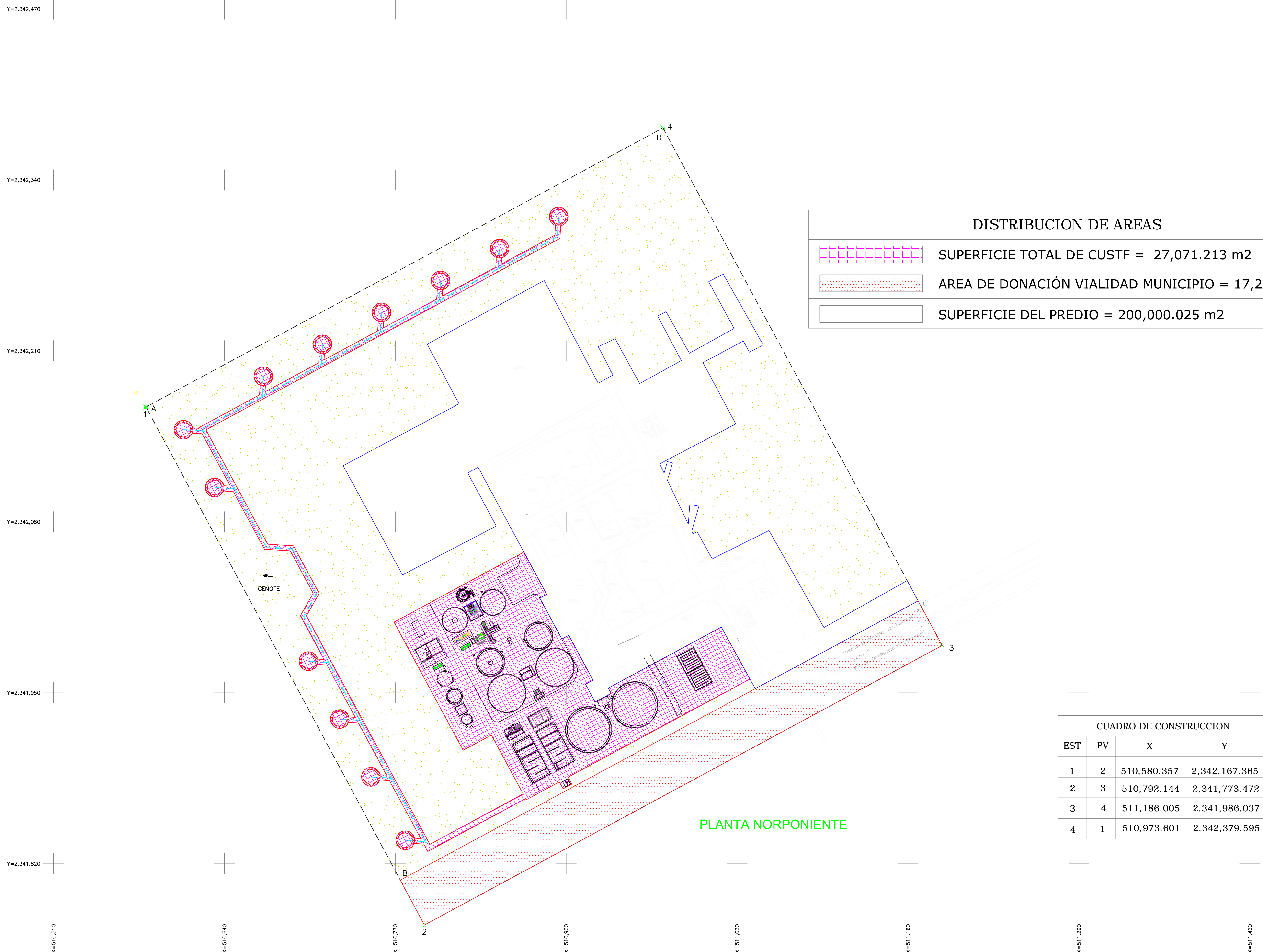
DESARROLLOS HIDRAULICOS DE CANCUN S.A. DE C.V.

PLANO:

VEGETACION Y SITIOS DE MUESTREO

CLAVE:

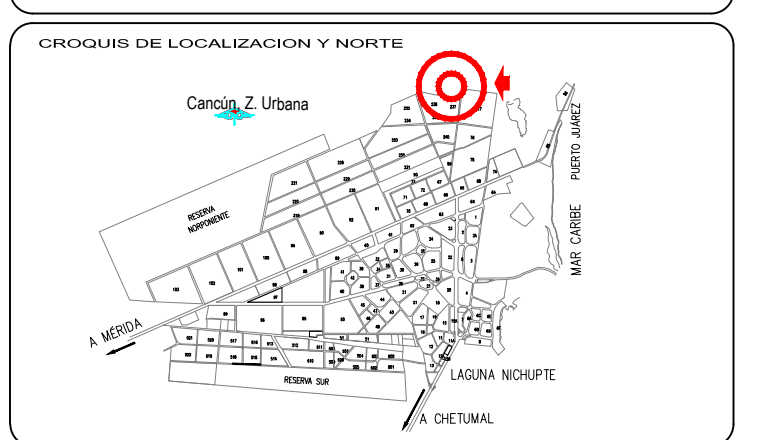
PL-VG-SM



PLANTA NORPONIENTE

DISTRIBUCION DE AREAS	
	SUPERFICIE TOTAL DE CUSTF = 27,071.213 m <sup>2</sup>
	AREA DE DONACIÓN VIALIDAD MUNICIPIO = 17,295.583 m <sup>2</sup>
	SUPERFICIE DEL PREDIO = 200,000.025 m <sup>2</sup>

CUADRO DE CONSTRUCCION			
EST	PV	X	Y
1	2	510,580.357	2,342,167.365
2	3	510,792.144	2,341,773.472
3	4	511,186.005	2,341,986.037
4	1	510,973.601	2,342,379.595



DATOS DEL AUTOR DEL PROYECTO

NOMBRE: \_\_\_\_\_

GEDULA PROFESIONAL: \_\_\_\_\_

DIRECCION: \_\_\_\_\_

TELEFONO: \_\_\_\_\_

FIRMA: \_\_\_\_\_

SELLO DE DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA

TIPO DE LICENCIA		
OBRA NUEVA	AMPLIACION	REGULARIZACION
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DEMOLICION	PERMISO ECONOMICO	MODIFICACION
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PROYECTADA	OTROS	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

	NORMA	PROYECTO	CUMPLE
USO DEL SUELO			
AREA DEL LOTE			
FRENTE DEL LOTE			
RESTRICCIONES MIN. A LOS LINDEROS	FRENTE		
	LADO FONDO		
ALTURA MAXIMA EN METROS			
PORCENTAJE MAX. DE OCUP. C.O.S.			
COEFICIENTE DE USO DEL SUELO C.U.S.			
DENSIDAD NETA			
CAJONES DE ESTACIONAMIENTO			

SELLO DE AUTORIZACION DE DESARROLLO URBANO

PROYECTO

AMPLIACION PTAR NORPONIENTE

UBICACION:

PROLONGACION AV. 137, CANCUN, Q. ROO

PROPIETARIO:

DESARROLLOS HIDRAULICOS DE CANCUN S.A. DE C.V.

PLANO: AMPLIACION DE PROYECTO

CLAVE: PL-AMP

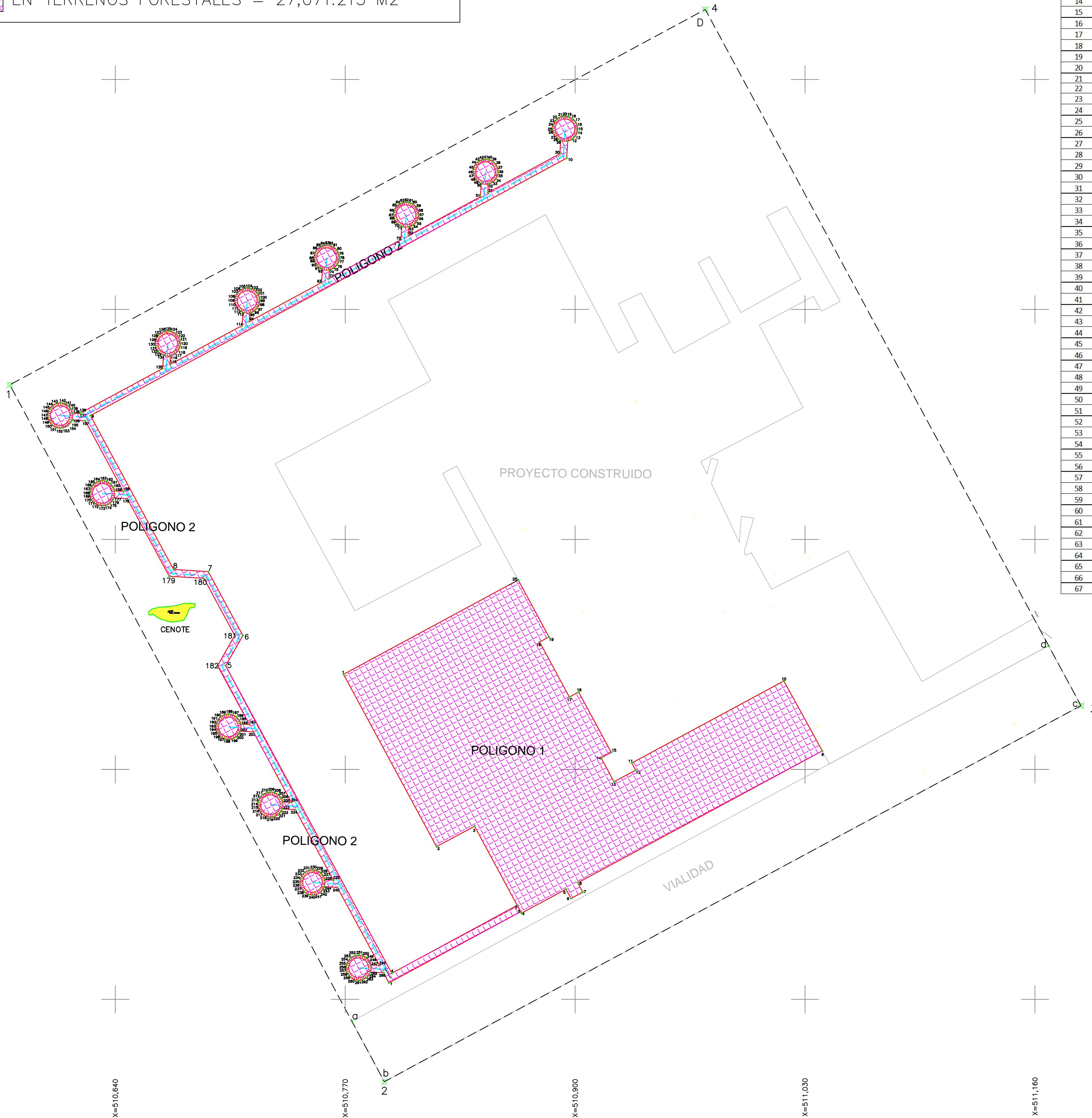


Y=2,342,470  
Y=2,342,340  
Y=2,342,210  
Y=2,342,080  
Y=2,341,950  
Y=2,341,820

X=510,510  
X=510,640  
X=510,770  
X=510,900  
X=511,030  
X=511,160  
X=511,290  
X=511,420

**SIMBOLOGIA**

 SUPERFICIE SUJETA A CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES = 27,071.213 M2



CUADRO DE CONSTRUCCION (POLIGONO 2)											
PUNTO	COORDENADAS		PUNTO	COORDENADAS		PUNTO	COORDENADAS		PUNTO	COORDENADAS	
	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	510794.725	2341829.357	68	510797.615	2342261.531	135	510666.767	2342176.633	202	510710.612	2341971.655
2	510869.183	2341869.6	69	510798.837	2342259.197	136	510620.539	2342151.64	203	510718.068	2341971.19
3	510867.251	2341873.181	70	510800.638	2342257.581	137	510620.797	2342151.16	204	510739.597	2341931.36
4	510796.342	2341834.778	71	510801.989	2342256.876	138	510615.813	2342151.47	205	510734.618	2341931.66
5	510702.397	2342008.597	72	510801.535	2342249.465	139	510614.838	2342153.82	206	510733.642	2341934.01
6	510712.133	2342025.661	73	510760.766	2342227.43	140	510613.253	2342155.61	207	510732.057	2341935.8
7	510692.576	2342061.846	74	510761.069	2342232.363	141	510610.976	2342156.82	208	510729.749	2341936.91
8	510672.967	2342063.049	75	510763.399	2342233.39	142	510608.973	2342157.17	209	510727.776	2341937.21
9	510625.96	2342150.023	76	510765.147	2342235.014	143	510606.956	2342156.91	210	510725.804	2341936.95
10	510895.237	2342295.561	77	510766.315	2342237.318	144	510604.627	2342155.8	211	510723.535	2341935.85
11	510895.828	2342305.188	78	510766.62	2342239.328	145	510602.965	2342154.08	212	510721.896	2341934.19
12	510898.158	2342306.216	79	510766.315	2342241.338	146	510601.993	2342152.02	213	510720.91	2341932.17
13	510899.906	2342307.84	80	510765.147	2342243.642	147	510601.722	2342150.3	214	510720.61	2341930.48
14	510901.074	2342310.143	81	510763.399	2342245.266	148	510601.878	2342148.56	215	510720.723	2341928.76
15	510901.38	2342312.154	82	510761.309	2342246.192	149	510602.727	2342146.41	216	510721.513	2341926.59
16	510901.074	2342314.164	83	510759.584	2342246.425	150	510604.302	2342144.58	217	510723.056	2341924.71
17	510899.906	2342316.467	84	510757.85	2342246.229	151	510606.609	2342143.3	218	510725.351	2341923.37
18	510898.158	2342318.091	85	510755.725	2342245.334	152	510608.608	2342142.95	219	510727.456	2341922.98
19	510896.068	2342319.017	86	510753.924	2342243.718	153	510610.72	2342143.21	220	510729.574	2341923.22
20	510894.343	2342319.251	87	510752.702	2342241.384	154	510613.081	2342144.38	221	510732.007	2341924.41
21	510892.609	2342319.055	88	510752.391	2342239.328	155	510614.736	2342146.15	222	510733.699	2341926.24
22	510890.484	2342318.159	89	510752.702	2342237.272	156	510615.471	2342147.48	223	510734.407	2341927.67
23	510888.683	2342316.544	90	510753.924	2342234.937	157	510623.037	2342147.02	224	510741.838	2341927.21
24	510887.461	2342314.21	91	510755.725	2342233.322	158	510644.572	2342107.17	225	510763.362	2341887.39
25	510887.15	2342312.154	92	510757.076	2342232.616	159	510639.592	2342107.48	226	510758.439	2341887.69
26	510887.461	2342310.097	93	510756.621	2342225.19	160	510638.617	2342109.83	227	510757.407	2341890.04
27	510888.683	2342307.763	94	510715.844	2342203.15	161	510637.032	2342111.62	228	510755.791	2341891.79
28	510890.484	2342306.148	95	510716.145	2342208.071	162	510634.755	2342112.83	229	510753.512	2341892.94
29	510891.835	2342305.442	96	510718.475	2342209.098	163	510632.752	2342113.18	230	510751.541	2341893.23
30	510891.381	2342298.024	97	510720.224	2342210.722	164	510630.735	2342112.92	231	510749.575	2341892.96
31	510850.603	2342275.985	98	510721.391	2342213.026	165	510628.406	2342111.81	232	510747.308	2341891.86
32	510850.905	2342280.909	99	510721.697	2342215.036	166	510626.744	2342110.09	233	510745.675	2341890.21
33	510853.235	2342281.936	100	510721.391	2342217.046	167	510625.772	2342108.03	234	510744.698	2341888.2
34	510854.984	2342283.56	101	510720.224	2342219.35	168	510625.5	2342106.31	235	510744.395	2341886.51
35	510856.151	2342285.864	102	510718.475	2342220.974	169	510625.657	2342104.57	236	510744.507	2341884.79
36	510856.457	2342287.874	103	510716.385	2342221.9	170	510626.506	2342102.42	237	510745.296	2341882.64
37	510856.151	2342288.884	104	510714.66	2342222.133	171	510628.081	2342100.59	238	510746.825	2341880.75
38	510854.984	2342292.188	105	510712.926	2342221.937	172	510630.388	2342099.31	239	510749.134	2341879.4
39	510853.235	2342293.812	106	510710.801	2342221.042	173	510632.436	2342098.96	240	510751.22	2341879
40	510851.145	2342294.738	107	510709	2342219.426	174	510634.499	2342099.22	241	510753.342	2341879.24
41	510849.42	2342294.971	108	510707.779	2342217.092	175	510636.86	2342100.39	242	510755.785	2341880.43
42	510847.686	2342294.776	109	510707.467	2342215.036	176	510638.515	2342102.16	243	510757.483	2341882.26
43	510845.561	2342293.88	110	510707.779	2342212.98	177	510639.25	2342103.49	244	510758.194	2341883.69
44	510843.76	2342292.264	111	510709	2342210.645	178	510646.812	2342103.03	245	510765.602	2341883.24
45	510842.538	2342289.93	112	510710.801	2342209.03	179	510670.505	2342059.19	246	510789.429	2341839.16
46	510842.227	2342287.874	113	510712.152	2342208.324	180	510690.113	2342057.99	247	510784.523	2341839.46
47	510842.538	2342285.818	114	510711.699	2342200.91	181	510707.557	2342025.71	248	510783.474	2341841.81
48	510843.76	2342283.484	115	510670.912	2342178.866	182	510697.822	2342008.65	249	510781.865	2341843.57
49	510845.561	2342281.868	116	510671.215	2342183.79	183	510715.828	2341975.34	250	510779.581	2341844.71
50	510846.912	2342281.163	117	510673.545	2342184.818	184	510710.87	2341975.64	251	510777.608	2341845
51	510846.458	2342273.744	118	510675.293	2342186.441	185	510709.872	2341977.99	252	510775.643	2341844.73
52	510805.68	2342251.705	119	510676.461	2342188.745	186	510708.288	2341979.78	253	510773.384	2341843.62
53	510805.982	2342256.622	120	510676.766	2342190.755	187	510706.01	2341980.99	254	510771.759	2341841.97
54	510808.312	2342257.649	121	510676.461	2342192.766	188	510704.006	2341981.19	255	510770.78	2341839.96
55	510810.06	2342259.273	122	510675.293	2342195.069	189	510701.827	2341980.86	256	510770.479	2341838.28
56	510811.228	2342261.577	123	510673.545	2342196.693	190	510699.755	2341979.84	257	510770.591	2341836.56
57	510811.534	2342263.587	124	510671.455	2342197.619	191	510698.109	2341978.17	258	510771.363	2341834.41
58	510811.228	2342265.597	125	510669.73	2342197.853	192	510697.129	2341976.16	259	510772.938	2341832.57
59	510810.06	2342267.301	126	510667.996	2342197.657	193	510696.828	2341974.46	260	510775.201	2341831.17
60	510808.312	2342269.525	127	510665.871	2342196.761	194	510696.913	2341972.73	261	510777.286	2341830.77
61	510806.222	2342270.451	128	510664.07	2342195.146	195	510697.762	2341970.98	262	510779.411	2341831
62	510806.222	2342270.451	129	510662.848	2342192.811	196	510699.279	2341968.68	263	510781.858	2341832.19
63	510802.763	2342270.489	130	510662.537	2342190.755	197	510701.599	2341967.35	264	510783.562	2341834.02
64	510800.638	2342269.593	131	510662.848	2342188.699	198	510703.687	2341966.96	265	510784.279	2341835.46
65	510798.837	2342267.977	132	510664.07	2342186.365	199	510705.804	2341967.2	266	510791.669	2341835.01
66	510797.615	2342265.643	133	510665.871	2342184.75	200	510708.231	2341968.4			
67	510797.304	2342263.587	134	510667.222	2342184.044	201	510709.917	2341970.22			

**CUADRO DE CONSTRUCCION (VIALIDAD PRINCIPAL)**

PUNTO	COORDENADAS	
	X	Y
a	510773.775	2341807.637
b	510792.144	2341773.472
c	511186.005	2341986.037
d	511167.718	2342019.921

**SUPERFICIE = 17,295.583 M<sup>2</sup>**

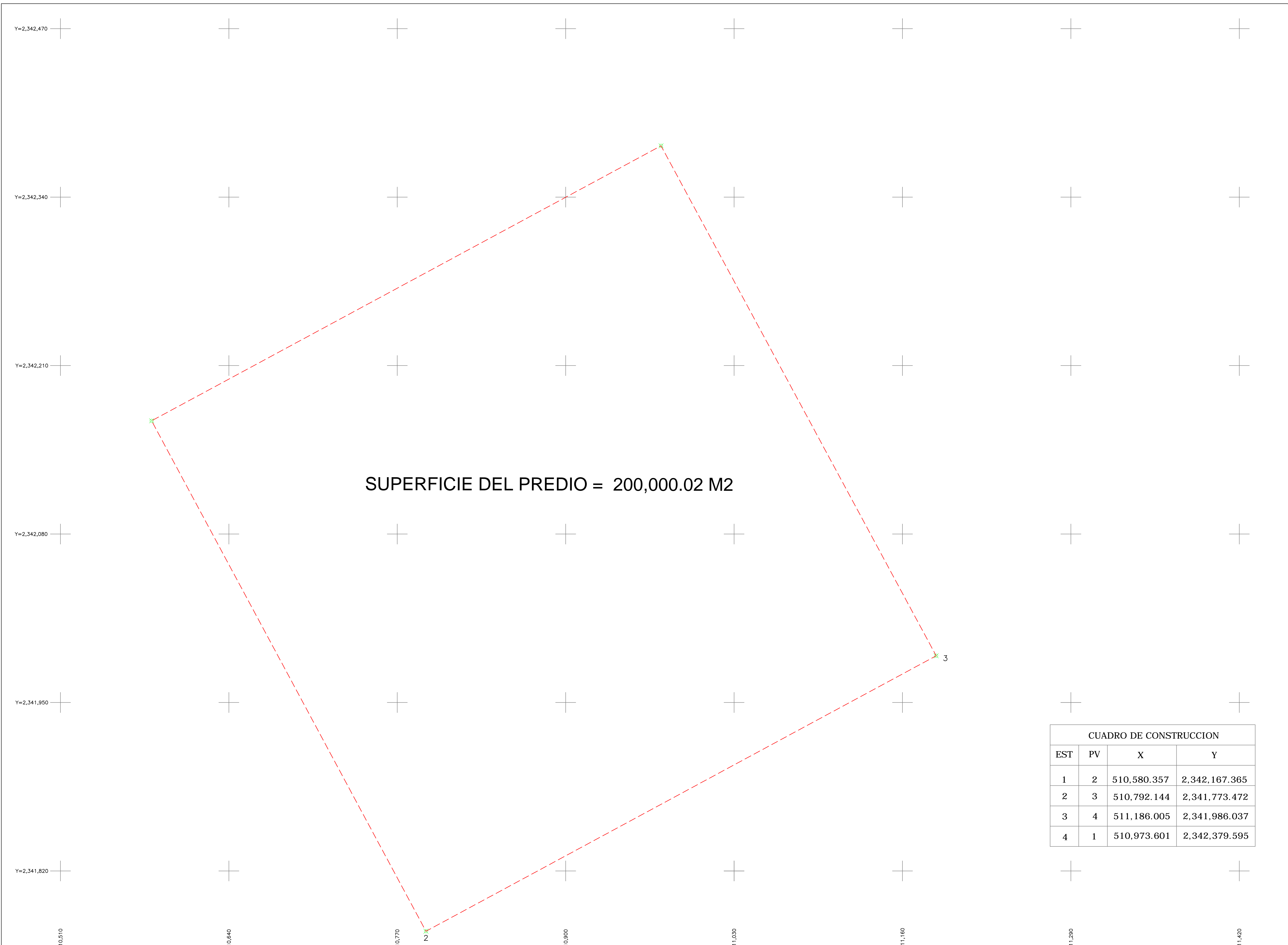
**CUADRO DE CONSTRUCCION (PREDIO)**

PUNTO	COORDENADAS	
	X	Y
1	510580.357	2342167.365
2	510792.144	2341773.472
3	511186.005	2341986.037
4	510973.601	2342379.595

**SUPERFICIE = 200,000.025 M<sup>2</sup>**

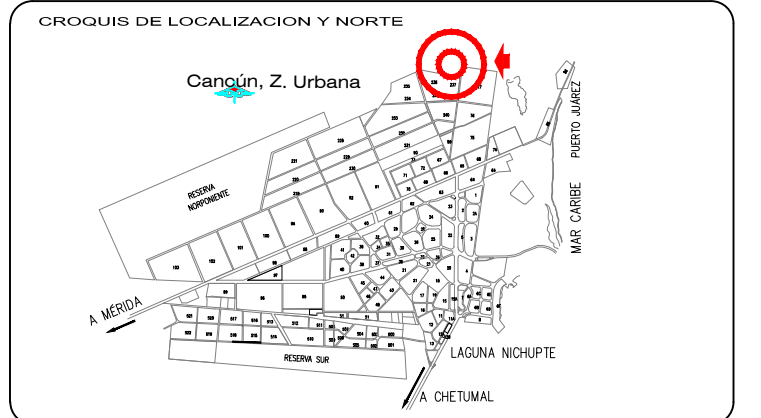
**CUADRO DE CONSTRUCCION (POLIGONO 1)**

PUNTO	COORDENADAS	
	X	Y
1	510769.055	2342003.747
2	510821.636	2341906.32
3	510843.118	2341917.913
4	510869.654	2341868.726
5	510894.833	2341882.31
6	510897.676	2341877.042
7	510904.314	2341880.618
8	510901.466	2341885.895
9	511039.736	2341960.489
10	511018	2342000
11	510932.052	2341



SUPERFICIE DEL PREDIO = 200,000.02 M2

CUADRO DE CONSTRUCCION			
EST	PV	X	Y
1	2	510,580.357	2,342,167.365
2	3	510,792.144	2,341,773.472
3	4	511,186.005	2,341,986.037
4	1	510,973.601	2,342,379.595



DATOS DEL AUTOR DEL PROYECTO

NOMBRE \_\_\_\_\_

GEDULA PROFESIONAL \_\_\_\_\_

DIRECCION \_\_\_\_\_

TELEFONO \_\_\_\_\_

FIRMA \_\_\_\_\_

SELLO DE DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA

TIPO DE LICENCIA		
OBRA NUEVA	AMPLIACION	REGULARIZACION
DEMOLICION	PERMISO ECONOMICO	MODIFICACION
PROVISORIA	OTROS	

	NORMA	PROYECTO	CUMPLE
USO DEL SUELO			
AREA DEL LOTE			
FRENTE DEL LOTE			
RESTRICCIONES MIN. A LOS LINDEROS	FRENTE		
	LADO FONDO		
ALTURA MAXIMA EN METROS			
PORCENTAJE MAX. DE OCUP. NIVELES			
C.O.S.			
COEFICIENTE DE USO DEL SUELO C.U.S.			
DENSIDAD NETA			
CAJONES DE ESTACIONAMIENTO			

SELLO DE AUTORIZACION DE DESARROLLO URBANO

PROYECTO  
AMPLIACION PTAR NORPONIENTE

UBICACION:  
PROLONGACION AV. 137, CANCUN, Q. ROO

PROPIETARIO:  
DESARROLLOS HIDRAULICOS DE CANCUN S.A. DE C.V.

PLANO:  
PREDIO GEORREFERENCIADO

CLAVE:  
PL-PGEO

## Anexo III: Programa de Rescate de Vegetación.

# **PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE ESPECIES DE LA VEGETACIÓN FORESTAL**

**PROYECTO:**

***“AMPLIACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES NORPONIENTE”***



**PROMOVENTE:**

***DESARROLLOS HIDRÁULICOS DE CANCUN S.A. DE C.V.***

## **CONTENIDO**

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	FUNDAMENTO LEGAL .....	2
III.	LOCALIZACIÓN DEL PREDIO .....	2
IV.	CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL PREDIO .....	4
V.	OBJETIVOS.....	5
	V.I General.....	5
	Particulares.....	5
VI.	IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE ESPECIES POR RESCATAR ..	6
VII.	DENSIDAD DE PLANTACIÓN.....	7
VIII.	SITIO DONDE SERÁN REUBICADAS LAS ESPECIES.....	8
IX.	ACCIONES QUE ASEGUREN LA SUPERVIVENCIA DE LAS ESPECIES AL MENOS EN UN 80% .....	8
	IX.1. Técnicas empleadas para realizar el rescate.....	8
	IX.2 Manejo de las plantas rescatadas. ....	9
	IX.3 señalización de las zonas de reubicación de las especies forestales .....	10
X.	PROGRAMA DE ACTIVIDADES.....	10
XI.	RESULTADOS ESPERADOS .....	11
XII.	LITERATURA CITADA .....	12

## I. INTRODUCCIÓN

El proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente contempla la remoción de la vegetación en una superficie de 2.70 hectáreas de la superficie total del predio. Esta superficie se pretende destinar para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para dar lugar a una nueva planta de tratamiento y así incrementar la infraestructura de tratamiento para aguas residuales en la zona norponiente de la ciudad de Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo.

En el cuadro I se representa la distribución y las superficies que ocupan las comunidades vegetales son de 126,099.41 m<sup>2</sup> de vegetación secundaria de selva mediana, la superficie autorizada 56,605.03 metros cuadrados y el área de donación de 17,295.58 metros cuadrados.

**Cuadro I.** Superficie de CUSTF autorizada y ejecutada en el sitio del proyecto, y la que se solicita nuevamente a través del presente DTU-A

Distribución de la vegetación	m <sup>2</sup>	Has	%
Vegetación secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ)	126,099.41	12.60	63.04
Superficie autorizada (primer proyecto)	56,605.03	5.66	28.30
Área de donación (Vialidad del municipio)	17,295.58	1.72	8.64
<b>TOTAL</b>			<b>100.00</b>

Como medida de mitigación a los impactos generados por la remoción de la vegetación (desmonte) se contempla la implementación del presente **Programa de Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación Forestal**, el cual consiste de manera general en el rescate de plantas silvestres elegidas por su importancia ecológica y económica de las áreas de construcción para reubicarlos en otros sitios con condiciones que resulten favorables para su recuperación y posterior restablecimiento.

## II. FUNDAMENTO LEGAL

La integración del presente programa tiene como fundamento lo establecido en el Artículo 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, que a la letra dice:

*Artículo 123 Bis. Para efectos de lo dispuesto en el párrafo cuarto del artículo 117 de la Ley, la Secretaría incluirá en su resolución de autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, mismo que estará obligado a cumplir el titular de la autorización.*

*La Secretaría deberá de integrar el programa, con base en la información sobre las medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, referidos en la fracción VIII del artículo 121 de este Reglamento.*

*Con base en la información proporcionada por el interesado en el estudio técnico justificativo, el programa deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el plano georreferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento (Artículo adicionado DOF 24-02-2014).*

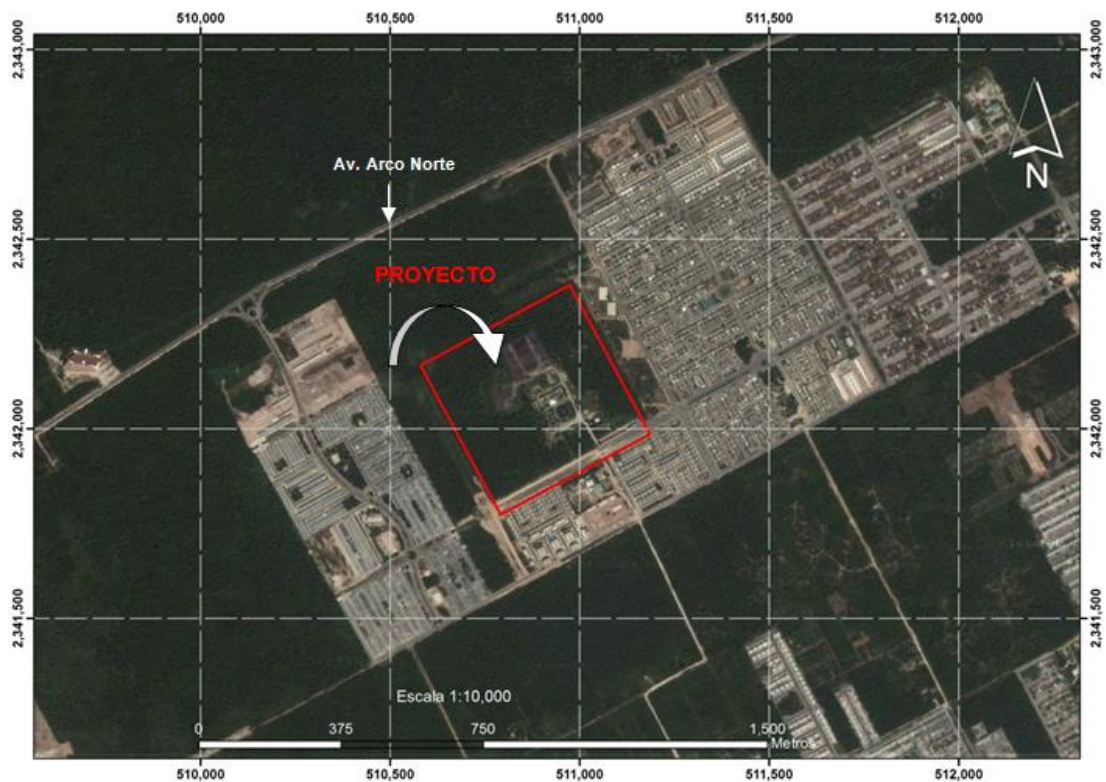
## III. LOCALIZACIÓN DEL PREDIO

El sitio en donde se pretende llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para llevar a cabo la implementación del proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente” está ubicada en PROLONGACIÓN AVENIDA 137 S/N, ZONA EJIDAL ALFREDO V. BONFIL, CANCÚN, MUNICIPIO BENITO JUAREZ, QUINTANA ROO, C.P. 77510. (**Fig. 1**).

La Planta Norponiente actualmente cuenta con una extensión de 182,704.41 m<sup>2</sup> de 200,000.001 m<sup>2</sup> en su origen y se encuentra delimitado por las coordenadas extremas UTM Datum WGS84 Zona 16 Norte que se presentan en el **Cuadro II**.

---

<sup>1</sup> La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Quintana Roo, cedió al municipio de Benito Juárez una superficie



**Figura 1.** Ubicación del sitio del proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente”.

**Cuadro II.** Coordenadas en UTM del predio donde se pretende desarrollar el CUSTF del proyecto. Datum WGS-84 México

Núm. Sitio	Coordenadas geográficas (UTM, GWS-84 16Q)	
	X	Y
1	510580.357	2342167.355
2	510792.144	2341773.472
3	511186.005	2341986.037
4	510973.601	2342379.595



#### IV. CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL PREDIO

En la **Figura 2**, se representa la distribución de las condiciones de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia que se desarrolla en la actualidad en el predio de este proyecto. En el **Cuadro III** se presentan las superficies y los porcentajes de ocupación correspondientes.



**Figura 2.** Distribución espacial de las condiciones de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia y representación de las áreas en donde se llevó a cabo el CUSTF autorizado mediante oficio resolutivo.

**Cuadro III.** Superficies y porcentajes de ocupación de las condiciones de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia y representación de las áreas desprovistas de vegetación derivadas del CUSTF autorizado.

Superficie del predio	m <sup>2</sup>	Has	%
Vegetación secundaria arbórea de Selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ)	126,099.41	12.60	63.04
Superficie autorizada (primer proyecto)	56,605.03	5.66	28.30
Área de donación (Vialidad del municipio)	17,295.58	1.72	8.64
<b>TOTAL</b>			<b>100.00</b>

De acuerdo con dicha caracterización de la vegetación, en el sitio se registra la presencia de una especie protegida por la NOM-059-SEMARNAT-2010: Palma chit (*Thrinax radiata*) con el estatus de Amenazada.

## **V. OBJETIVOS**

### ***V.I General***

Diseñar un plan estratégico de rescate de flora silvestre para su posterior reubicación dentro del mismo proyecto, a través de métodos estandarizados de colecta, con la finalidad de asegurar la sobrevivencia del 80% de las especies rescatadas en el cambio de uso de suelo.

### ***Particulares***

- Prevenir y mitigar los impactos ambientales generados por el desmonte de la vegetación secundaria derivada de una selva mediana subperennifolia de las áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
- Rescatar especies vegetales de importancia ecológica y económica de las áreas sujetas a CUSTF para reubicarlos en otros sitios con condiciones que resulten favorables para su recuperación y posterior restablecimiento, con especial énfasis en las especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Acondicionamiento de un vivero provisional dentro del predio a fin de poder salvaguardar las plantas rescatadas y de mantenerlas en óptimas condiciones, para poder reubicarlas en las áreas propuestas en el proyecto.
- Dar cumplimiento a lo establecido en el 123 Bis del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Asegurar al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las especies vegetales de interés del presente programa de rescate y reubicación.

## VI. IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE ESPECIES POR RESCATAR

En la superficie de 2.70 hectáreas, se rescatarán 1,522 plantas silvestres de cuando menos 24 especies nativas en las áreas con cambio de uso del suelo. Para el adecuado manejo se debe acondicionar un vivero temporal con instalaciones para proporcionar los cuidados necesarios a las plantas rescatadas.

Este vivero se debe ubicar dentro del predio en sitios con suministro de agua; se requiere de una superficie de aproximadamente 4,00 m<sup>2</sup>, entre sus instalaciones se requiere de un sombreadero, un sistema de riego con manguera, un área de propagación y una bodega de herramientas, se apoyara con la sombra de los árboles.

Las especies de plantas propuestas para que se rescaten en las áreas que se pretende desmontar en este proyecto, se presentan en el **Cuadro IV**. Estas especies se seleccionaron a partir del listado de plantas identificadas en las áreas con cambio de uso durante el estudio de caracterización de la vegetación. Los criterios que se utilizaron para seleccionarlas son: especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, especies con importancia ecológica, especies con importancia económica (ornamentales, comestibles, forrajeras, maderables), especies resistentes al transplante y especies útiles para la reforestación.

En el **Cuadro IV** se presenta el número de individuos por especie que son susceptibles de ser rescatados. Se considera que en total es factible rescatar alrededor de 1,522 plantas de 24 especies silvestres registradas en el inventario florístico; siendo la palma chit (*Thrinax radiata*) la especie a la que se le asignará el mayor esfuerzo de rescate debido a su condición de especie con estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Cuadro IV.** No. de plantas por especie sujetas de rescate ecológico en el área de CUSTF.

NO.	ESPECIE	NOMBRE COMUN	TOTAL
1	<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	120
2	<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	210
3	<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	85
4	<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	40
5	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	35
6	<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	45
7	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	XIAT	35
8	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	75

## *Programa de Rescate y Reubicación de Especies de la Vegetación forestal*

9	<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	90
10	<i>Pouteria campechiana</i>	KANISTE	65
11	<i>Bromelia pinguin</i>	BROMELIA	8
12	<i>Oeceoclades maculata</i>	ORQUIDEA	7
13	<i>Sabal yapa</i>	GUANO	32
14	<i>Bauhinia jenningsii</i>	PATA DE VENADO	55
15	<i>Brassavola grandiflora</i>	ORQUIDEA	10
16	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	150
17	<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	NARANJACHE	85
18	<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	90
19	<i>Brosimum alicastrum</i>	RAMON	35
20	<i>Anthurium schlechtendalii</i>	BOBTUM	15
21	<i>Syngonium sp.</i>	TELEFONO	20
22	<i>Coccoloba diversiflora</i>	SAKBOB	65
23	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	KANASIN	70
24	<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	80
<b>TOTAL</b>			<b>1,522</b>

Se ha de mencionar que todas las especies de epifitas que puedan localizarse en el área propuesta de cambio de uso de suelo forestal serán rescatadas y reubicadas dentro de las áreas de conservación.

## **VII. DENSIDAD DE PLANTACIÓN**

El trasplante de las plantas recuperadas al lugar definitivo solo se realizará después que presenten evidencias de crecimiento. Para el traslado de las plantas rescatadas desde el vivero hasta el lugar de plantación se realizarán con un vehículo pequeño o carretilla. Después de definir la ubicación de cada planta se abren las cepas de acuerdo con el tamaño de las plantas. Se retira la bolsa o el recipiente que las contiene y se depositan en el centro de la cepa, se rellena la cepa con tierra fértil, se apisona alrededor de la planta y se aplica un riego abundante. En los sitios en los que no se pueda aplicar el riego la plantación solo se realizará en el periodo de lluvias y durante o después de alguna precipitación de gran intensidad, en su caso se aplicaran riegos auxiliares.

Se pretende utilizar en su caso una densidad de 1,111 plantas/ha, el espaciamiento se expresa como la distancia entre los árboles, dentro y entre las líneas o a veces como un número de árboles por hectárea, subentendiéndose un determinado espaciamiento, de tal forma que el arreglo que se utilizará entre cada una de las plantas será de 3 x 3 entre filas e hileras. Las plantas se distribuirán de manera homogénea en cada una de las líneas.

## **VIII. SITIO DONDE SERÁN REUBICADAS LAS ESPECIES**

Las plantas rescatadas de las áreas de cambio de uso de suelo en terrenos forestales de interés del proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norponiente”, serán reubicadas como bien se señala dentro de la zona afectada, cercanas a donde se realizarán los trabajos de cambio de uso de suelo, esto quiere decir entre los límites de las áreas desmontadas y las áreas verdes de conservación aproximadamente en un ancho de 2 metros, también se plantea el enriquecimiento del área de conservación alrededor del cenote.

## **IX. ACCIONES QUE ASEGUREN LA SUPERVIVENCIA DE LAS ESPECIES AL MENOS EN UN 80%**

### ***IX.1. Técnicas empleadas para realizar el rescate.***

El rescate de las plantas epifitas se realizará de preferencia cortando el tallo del árbol en el cual se encuentran y se trasladarán de inmediato al centro de acopio. En el caso de tallos muy gruesos se procurará desprender la planta con todo y la corteza del árbol en el que se encuentran.

El rescate de las plantas de tallas chica y mediana se realizará por el método de banqueo y extracción inmediata. Para aplicarlo primero se identificarán y marcarán las plantas que se encuentran dentro de las áreas de aprovechamiento y construcción. Luego con la ayuda de un machete o una tijera para podar se cortan las raíces en un círculo de aproximadamente 15 cm alrededor del tallo y se procura extraer la planta con el cepellón. Para proteger el sistema radicular, el cepellón se cubrirá con yute y una vez amarrado se trasladaran las plantas al centro de acopio. En el caso de las plantas que se extraigan a raíz desnuda se cubrirán con papel periódico humedecido para trasladarlas al centro de acopio.

En el caso de las plantas arbóreas grandes y las palmas de talla mediana el rescate se realizará por el método de banqueo diferido. Una vez que las plantas son elegidas, se realiza un chapeo en una superficie de un metro alrededor del tallo, con la ayuda de un machete y un pico se cortan las raíces en un círculo de aproximadamente 30 cm alrededor del tallo y se extrae la tierra en una franja de aproximadamente 20 cm hasta llegar a la roca o laja. Posteriormente se aplica un riego de emergencia y se vuelve a enterrar.

Estas plantas se marcarán y se mantendrán en el mismo sitio en donde se les proporcionarán cuidados para favorecer la recuperación del sistema radicular por un periodo de cuando menos 30 o 40 días según la especie. Después de transcurrido este tiempo, se realiza un nuevo corte al sistema radicular y se extrae la planta, el cepellón se cubre con yute y se amarra al tallo. Para proporcionarle mayor resistencia al tallo en los casos que se requiera se colocaran tutores.

### ***IX.2 Manejo de las plantas rescatadas.***

Las plantas rescatadas se mantendrán en el vivero hasta que presenten evidencias de su recuperación. Se considera que las plantas han iniciado su recuperación cuando el sistema radicular restablece su funcionamiento normal, en este periodo se aprecia el crecimiento de nuevas raíces, hojas y rebrotes y los síntomas que se generan por el efecto del estrés causado durante el trasplante desaparecen.

Durante la recepción de las plantas rescatadas en el vivero se incluyen en el inventario general de plantas. Durante los primeros días estas plantas se mantienen en el área con sombreadero en donde se les proporcionan cuidados intensivos tendientes a eliminar los síntomas de marchitamiento, deshidratación, amarillamiento, secado y/o caída de hojas que presenten. Uno de los primeros cuidados que se les deben proporcionar a estas plantas, luego de acomodarlas en su lugar bajo el sombreadero, es apisonar y rellenar la tierra de las bolsas, para posteriormente proporcionarles un riego abundante con la finalidad de evitar la formación de burbujas de aire entre el sistema radicular que puede ser inducido por la manipulación que se tuvo durante el traslado desde el centro de acopio.

Es particularmente importante tener un control estricto del riego de estas plantas mientras se encuentran en las primeras etapas de su recuperación, el exceso de agua puede provocar pudriciones en el sistema radicular y el desarrollo de hongos en el cuello del tallo; mientras que, la falta de agua aún en periodos muy cortos o en secciones específicas del sistema radicular contribuye a la deshidratación de las plantas. Se recomienda la aplicación de riegos abundantes y espaciados cuando los recipientes y el sustrato tienen buen drenaje, en vez de riegos someros y frecuentes.

Las plantas en recuperación deben permanecer en el sombreadero el menor tiempo posible. Cuando se reacomodan las plantas embolsadas en condiciones de luz solar directa se presentan cambios en el comportamiento de las plantas y se debe tener especial cuidado en ajustar el suministro del agua de riego. Puede ser conveniente

también el uso de sombreaderos temporales para inducir una adaptación paulatina de las plantas a estas nuevas condiciones.

Una vez que las plantas se han recuperado, si tienen que permanecer en el vivero, las labores de mantenimiento se les proporcionan de manera similar a las plantas cultivadas. La poda de raíces que salen de las bolsas, las podas de formación y las podas sanitarias son labores frecuentes en esta etapa.

Para facilitar la readaptación de las plantas que se han recuperado a las condiciones del sitio en el cual se van a restablecer es necesario realizar cambios graduales en la intensidad de iluminación y en el suministro de agua. Por tratarse de plantas silvestres es necesario considerar que son más sensibles a la manipulación que las plantas cultivadas.

### ***IX.3 Señalización de las zonas de reubicación de las especies forestales***

En el marco de este programa se contemplan señalamientos ambientales que consistirán en carteles donde se presenta de manera clara las zonas de reforestación, así como, de concientización a la población para cuidar de dichas áreas (**Fig. 3**).



**Figura 3.** Señalización ambiental para la identificación de las áreas de reforestación, así como, de concientización a la población en general.

## **X. PROGRAMA DE ACTIVIDADES**

El presente programa se plantea para ser ejecutado durante el tiempo que se lleve a cabo el cambio de uso de suelo, las plantas serán mantenidas en el vivero por un periodo de tiempo antes de ser reubicadas en las áreas verdes y de conservación. Dentro de este programa de actividades se contemplan el rescate y reubicación de vegetación de interés del presente documento, así como, las acciones que aseguren el 80% de supervivencia de las especies.

**Cuadro V. Programa de Actividades**

Programa de trabajo para el cambio de uso de suelo												
Tiempo	Bimestres											
Actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Logística y adquisición de equipo	■											
Capacitación del personal designado	■											
Asignación de labores	■											
Implementación del uso de la bitácora	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Preparación y acondicionamiento del vivero temporal	■											
Rescate y extracción de tierra negra	■											
Colecta y embolsado de ejemplares	■	■	■	■	■							
Mantenimiento de las especies en el vivero	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Evaluación del éxito del programa									■	■	■	■
Reforestación y Reubicación de los ejemplares rescatados											■	■

## **XI. RESULTADOS ESPERADOS**

Se espera que derivado del rescate de flora nativa en el predio del proyecto, dichos ejemplares sean reforestados en las áreas propuestas por el proyecto, es decir esto quiere decir en las áreas de conservación y entre los límites de las áreas desmontadas y las áreas verdes de conservación aproximadamente en un ancho de 2 metros, se mantendrán en áreas estratégicas aquellos individuos con diámetros considerados mayor a 10 cm, así como todo tipo de palmas desarrolladas.

Se procurara la sobrevivencia de los individuos de cada especie siendo esta del 80% durante los primeros meses del trasplante hasta lograr su adaptación al nuevo hábitat, asegurándose así la conservación de las plantas nativas en el predio del proyecto.

Este programa constituye un conjunto de procedimientos prácticos y acciones de rescate de la vegetación que se implementaron para prevenir, eliminar, minimizar y compensar los impactos ambientales negativos por las obras y actividades en el proyecto.



## **XII. LITERATURA CITADA**

- Reyes, I. y J. Gutiérrez. 2010. Los servicios ambientales de la arborización urbana: retos y aportes para la sustentabilidad de la ciudad de Toluca. Universidad Autónoma del Estado de México. Quivera, Vol. 12, Núm. 1, enero-junio 2010, pp. 96-102.
- Diario Oficial de la Federación. 25 de febrero de 2003. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Diario Oficial de la Federación. 24 de febrero de 2005. Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (Ultima reforma publicada DOF 24-02-2014).

## Anexo IV: Programa de Rescate y ahuyentamiento de fauna.

**PROGRAMA DE AHUYENTAMIENTO  
Y/O RESCATE DE FAUNA**

**PROYECTO:**

***“AMPLIACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES NORPONIENTE”***

**PROMOVENTE:**

***DESARROLLOS HIDRÁULICOS DE CANCUN S.A. DE C.V.***

**CONTENIDO TEMATICO**

<b>1. AHUYENTAMIENTO Y RESCATE DE FAUNA.....</b>	<b>II</b>
<b>2. METODOLOGIA.....</b>	<b>II</b>
<b>3. ETAPAS DEL AHUYETAMIENTO Y RESCATE DE FAUNA.....</b>	<b>III</b>
3.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y PLANEACIÓN .....	III
3.2 MUESTREO CORTÓ PARA IDENTIFICAR LA DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE FAUNA EN LA ZONA .....	III
3.3 DESARROLLAR LAS TÉCNICAS DE AHUYENTAMIENTO Y CAPTURA QUE EL INVESTIGADOR PRECISE PUEDEN SER EFECTIVAS PARA EL ECOSISTEMA EN EL QUE ENCUENTRE. ....	III
3.4 EVALUACIÓN MÉDICO-VETERINARIA .....	IV
3.5 TRANSPORTE .....	IV
3.6 REUBICACIÓN.....	IV
3.7 REGISTROS FOTOGRÁFICOS .....	IV
3.8 TOMA DE DATOS.....	IV
<b>4. DESCRIPCION DE LAS ETAPAS PARA CADA GRUPO DE INDIVIDUOS.....</b>	<b>IV</b>
4.1 ANFIBIOS Y REPTILES.....	IV
4.1.1 <i>Muestreo corto</i> .....	<i>iv</i>
4.1.2 <i>Ahuyentamiento y captura</i> .....	<i>v</i>
4.1.3 <i>Evaluación veterinaria</i> .....	<i>v</i>
4.1.4 <i>Transporte de individuos capturados</i> .....	<i>v</i>
4.1.5 <i>Reubicación y Liberación</i> .....	<i>v</i>
4.1.6 <i>Registro fotográfico</i> .....	<i>vi</i>
4.1.7 <i>Toma de datos</i> .....	<i>vi</i>
4.2 MAMÍFEROS .....	VI
4.2.1 <i>Muestreo corto</i> .....	<i>vi</i>
4.2.2 <i>Ahuyentamiento y captura</i> .....	<i>vii</i>
4.2.3 <i>Evaluación veterinaria</i> .....	<i>vii</i>
4.2.4 <i>Transporte de individuos capturados</i> .....	<i>vii</i>
4.2.5 <i>Reubicación y Liberación</i> .....	<i>viii</i>
4.2.6 <i>Registro fotográfico</i> .....	<i>viii</i>
4.2.7 <i>Toma de datos</i> .....	<i>viii</i>
4.3 AVES .....	VIII
4.3.1 <i>Muestreo corto</i> .....	<i>viii</i>
4.3.2 <i>Ahuyentamiento y captura</i> .....	<i>ix</i>
4.3.3 <i>Evaluación veterinaria</i> .....	<i>x</i>
4.3.4 <i>Transporte de individuos capturados</i> .....	<i>x</i>
4.3.5 <i>Reubicación y Liberación</i> .....	<i>x</i>
4.3.6 <i>Registro fotográfico</i> .....	<i>xi</i>
4.3.7 <i>Toma de datos</i> .....	<i>xi</i>
<b>5. DESCRIPCION DE LOS DIFERENTES METODOS DE AHUYENTAMIENTO.....</b>	<b>XI</b>
5.1 SILUETAS .....	XI
5.2 REFLECTORES .....	XII
5.3 CINTAS DE COLORES (PAPEL METALIZADO) .....	XII
5.4 HUMO .....	XIII
5.5 REPRODUCCIÓN DE SONIDOS .....	XIV
5.6 FEROMONAS DE DEPREDADORES.....	XIV
<b>6. DESCRIPCION DE LOS DIFERENTES METODOS DE RESCATE.....</b>	<b>XV</b>
6.1 TRAMPAS SHERMAN .....	XV
6.2 TRAMPAS TOMAHAWK .....	XV
6.3 TIPOS DE CEBOS .....	XV
6.4 CAPTURAS MANUALES.....	XVI
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>XVII</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>XVII</b>

## **1. AHUYENTAMIENTO Y RESCATE DE FAUNA**

Un ahuyentamiento de fauna busca generar condiciones de tipo ecológico que causen estrés ambiental en las comunidades de anfibios y reptiles, Mamíferos y aves, impulsando su migración hacia otros lugares. Este método, debe combinarse con el rescate, revisión veterinaria, transporte y la reubicación de individuos, debido a que la mayoría de estos no tienen capacidades migratorias altas. Para ello, se deberán capturar o ahuyentar, mediante cada una de las técnicas y metodologías existentes. En un ahuyentamiento de fauna se emplean diferentes metodologías y técnicas como estímulos visuales (siluetas o globos), estímulos Auditivos (Reproducción de sonidos que alerten del peligro), estímulos mecánicos (movimiento de la vegetación arbórea y arbustiva) y estímulos químicos (hormonas de animales depredadores), los cuales generan un cierto grado de estrés a los animales que los incite a desplazarse del lugar.

## **2. METODOLOGIA**

Es importante tener un conocimiento previo acerca de la fauna existente en el área que se realizara el ahuyentamiento y rescate. Se debe realizar un revisión tanto de la línea base del proyecto como de bibliografía en general e inventarios de fauna realizados anteriormente en la zona y en la región; esto con el fin de tener una información general de las especies que probablemente se encuentren el área de trabajado y lograr hacer una identificación más fácil y oportuna en campo.

El ahuyentamiento y Rescate debe ser dirigido y realizado por profesionales especializados en diferentes áreas, es decir, para Anfibios y Reptiles se debe contar con un biólogo herpetólogo, para Mamíferos con un biólogo mastozoólogo y para Aves con un biólogo ornitólogo; los cuales debe tener buenos conocimiento de las técnicas visuales y auditivas de identificación taxonómica y deben estar familiarizados con aquellas especies que se encontraran en el área de estudio.

Cada profesional podrá apoyarse de un auxiliar de campo si así lo requiere. Las labores del auxiliar de campo serán las de apoyar al profesional en la instalación de los equipos necesarios para hacer el ahuyentamiento y rescate.

El trabajo en campo deberá tener como apoyo un puesto de atención y revisión veterinaria, con su respectivo médico veterinario, el cual recibirá y revisara cada uno de los animales capturados, con el fin de establecer el estado de salud en el que se encuentran, si están en condiciones para ser reubicados de inmediato o si deben permanecer en observación para posteriormente diagnosticar su destino

En las labores de ahuyentamiento se emplearan diferentes herramientas dependiendo del grupo de individuos que se desee ahuyentar, entre estas tenemos; Siluetas y globos pintados con características propias de animales depredadores, equipos de sonido que reproduzcan sonidos especiales que generen alerta o estrés a los animales, varas para mover las ramas de árboles y arbustos y hormonas de depredadores.

Para el trabajo de rescate se podrán utilizar trampas Tomahawk y Sherman, bastón manipulador, vara herpetológica, redes tipo niebla, guacales, Jaulas medianas, redes de niebla, jaulas para aves, sogas de algodón grueso, cintas adhesivas, bolsas de tela, cajas plásticas perforadas, bolsas Ziplock perforadas, guantes de tela, machete, navaja, libreta de anotaciones, marcadores indelebles, linternas frontales y linternas de alta potencia, GPS, cámara fotográfica digital, Laptop y equipos de comunicación (teléfonos celulares).

### **3. ETAPAS DEL AHUYETAMIENTO Y RESCATE DE FAUNA**

El ahuyentamiento y rescate de fauna deberá hacerse en ocho etapas (Revisión bibliográfica y planeación, muestreo, ahuyentamiento o captura, revisión medico veterinaria, trasporte, reubicación, registro fotográfico y toma de datos). Estas se repetirán todos los días que se realice la actividad a excepción de la primera, la cual solo realiza una vez durante todo el trabajo.

#### **3.1 *Revisión bibliográfica y planeación***

Se debe realizar una revisión bibliográfica de la zona donde se realizará el ahuyentamiento y rescate de fauna, con la cual se tenga obtenga información del tipo de fauna que comprende la zona, esto con el fin de optimizar el proceso de captura e identificación en campo de las especies presentes.

Es importante resaltar que en esta revisión también se deben estudiar y establecer dos espacios, el primero es la zona donde se va a realizar el ahuyentamiento y rescate de fauna y el segundo es la zona donde se realizará la reubicación de los individuos rescatados. Este estudio debe contar con una descripción de las características ambientales y del ecosistema, la situación social, las rutas de acceso y el estado de estas. Todo esto con el fin de prever la logística necesaria y obtener los mejores resultados en la ejecución de cada una de las etapas.

#### **3.2 *Muestreo cortó para identificar la diversidad y abundancia de Fauna en la zona***

Se debe realizar un muestreo corto en la zona que se va a realizar el ahuyentamiento y rescate de fauna, en esta el investigador mediante una metodología específica para cada grupo de individuos identifica de forma rápida que especies se encuentran presentes en el área.

#### **3.3 *Desarrollar las técnicas de ahuyentamiento y captura que el investigador precise pueden ser efectivas para el ecosistema en el que encuentre.***

Se deben aplicar las técnicas más apropiadas para cada grupo de individuos, que generen mayor estrés y por consiguiente un desplazamiento de los animales a otras zonas.

El instructivo nos mostrara algunas de las técnicas más adecuadas y con las cuales se

han obtenido los mejores resultados, en manos del investigador queda elegir y aplicar las que crea convenientes de acuerdo al grupo de individuos que se dirija.

### **3.4 Evaluación médico-veterinaria**

Todos los individuos capturados deberán pasar por la revisión de un médico veterinario, el cual establecerá el estado de salud de este, si se encuentra en las condiciones para ser reubicado de inmediato o si antes de eso requiere alguna atención médica.

### **3.5 Transporte**

Los individuos se trasportarán hacia el lugar de reubicación, teniendo en cuenta algunos aspectos importantes y la logística necesaria para proporcionar bienestar los animales, esta dependerá las características de cada grupo y de cada individuo.

### **3.6 Reubicación**

Los individuos capturados serán reubicados en el sitio ya previsto, cabe mencionar la importancia de identificar sitios acordes a cada uno de los individuos, con el fin de garantizar en lo posible la supervivencia de estos.

### **3.7 Registros Fotográficos**

Es de suma importancia hacer registros fotográficos de cada una de las actividades realizadas y de los momentos con mayor relevancia.

### **3.8 Toma de datos**

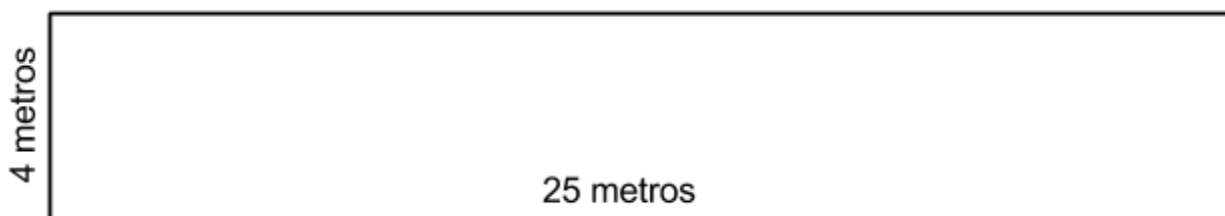
La toma de datos es imprescindible, debido a que esta permitirá obtener, revisar y almacenar información importante del proceso y los resultados del ahuyentamiento y rescate de fauna.

## **4. DESCRIPCION DE LAS ETAPAS PARA CADA GRUPO DE INDIVIDUOS**

### **4.1 Anfibios y reptiles**

#### **4.1.1 Muestreo corto**

Se realizarán muestreos por Transecto. El muestreo mediante transectos es una técnica que permite la caracterización rápida de la biodiversidad y abundancia de herpetos en un área específica. Para esto, el investigador deberá seleccionar zonas de muestreo en sitios dentro del área que se va a intervenir donde se tenga evidencia de que la biodiversidad y abundancia de herpetos es mayor. Una vez ubicado en el sitio el investigador realizará un Transecto de 25 metros de longitud y 4 metros de ancho.



**Ilustración 1** Muestreo corto para anfibios y reptiles

Este Transecto no debe recorrerse en un periodo de tiempo mayor a 20 minutos. En este, el investigador identificara y anotará todos los individuos que vea o escuche. Adicionalmente, durante este tiempo, realizará una grabación de los cantos de anfibios. Una vez terminados los 20 minutos, el investigador escuchara la grabación e identificará aquellos individuos que no fueron identificados durante el muestreo. En total se realizarán cuatro puntos de muestreo por punto fijo, dos en la mañana, a las 7:00 am y a las 8:00 am y dos en la tarde, a las 6:00 pm y a las 8:00 pm.

#### **4.1.2 Ahuyentamiento y captura**

Los anfibios y reptiles tienen, diariamente, por lo general un solo pico de actividad. En general, los anfibios son animales de comportamientos nocturnos, debido a que no toleran las altas temperaturas. Por su parte, dentro de los reptiles, existen especies que son diurnas mientras que hay otro porcentaje que es estrictamente nocturno. Por esta razón se debe realizar una actividad de ahuyentamiento en las horas de la mañana, entre las 6:30 y las 10:30 y otra en la tarde, entre las 6:00 pm y las 10:00 pm.

Los Anfibios y Reptiles en general responden de forma positiva a estímulos, Auditivos, Químicos y Mecánicos.

Se recomienda implementar las siguientes técnicas:

- 1 Siluetas
- 2 Sonidos
- 3 Hormonas de Depredadores
- 4 Trampas de pozo
- 5 Capturas Manuales

#### **4.1.3 Evaluación veterinaria**

Cada uno de los individuos capturados mediante las diferentes metodologías empleadas, deberán ser revisados por un médico veterinario, el cual establecerá el estado de salud y si se encuentra en las condiciones para ser reubicado de inmediato o requiere atención médica antes de ser liberado.

#### **4.1.4 Transporte de individuos capturados**

Los anfibios se transportarán en bolsas Ziplock con hojarasca húmeda para evitar la desecación del animal durante el traslado. Las serpientes se transportaran utilizando bolsas de tela. La manipulación de las serpientes se debe realizar en todo momento haciendo uso de un gancho para evitar el contacto manual con el individuo. Esto asegura la salud del individuo animal como la del investigador que está realizando la manipulación.

#### **4.1.5 Reubicación y Liberación**

Después de haber pasado por la revisión del médico veterinario y que este haya dado la aprobación para ser reubicado, Se procede a la liberación de los anfibios y reptiles. Es Importante identificar lugares con condiciones similares al sitio donde fueron



capturados, se recomienda buscar espacios húmedos cercanos de afluentes hídricos.

Se debe realizar una marcación del sitio por medio del GPS y tomar Registros Fotográficos.

#### **4.1.6 Registro fotográfico**

Realice un registro fotográfico diariamente de las zonas en donde está realizando la actividad. Incluya las fotos que tome cada uno de los días.

#### **4.1.7 Toma de datos**

En las noches, después de cada día que se realice esta actividad, se deberá llenar el formato Muestreo Anfibios y reptiles.

### **4.2 Mamíferos**

#### **4.2.1 Muestreo corto**

Muestreos por Transecto: El muestreo mediante transectos es una técnica que permite la caracterización rápida de la biodiversidad y abundancia de mamíferos en un área específica. Para esto, el investigador deberá seleccionar zonas de muestreo en sitios dentro del área que se va a intervenir donde se tenga evidencia de que la biodiversidad y abundancia de mamíferos es mayor. Una vez ubicado en el sitio el investigador realizará un Transecto de 25 - 50 metros de longitud, observando la vegetación y el suelo a 10 metros a cada lado del Transecto para buscar movimientos que indiquen la presencia de un mamífero, huellas, heces, o cualquier otra evidencia que permita establecer la presencia de un animal perteneciente a este grupo. Se debe tener en cuenta que durante este recorrido se debe procurar mantener el mayor silencio posible para evitar ahuyentar los animales.



**Ilustración 2** Muestreo corto para mamíferos

Este Transecto no debe recorrerse en un periodo de tiempo mayor a 30 minutos. En este, el investigador identificara y anotará todos los individuos que vea o escuche. En total se realizarán dos transectos, uno en la mañana, a las 7:00 am y uno en la tarde, a las 6:00 pm.

Muestreo por red de niebla: En las horas de la noche se abrirá una red de niebla de 12 metros por 3 metros para estimar la diversidad y abundancia de quirópteros. Se abrirá una red a las 9:00 pm, y se conservara abierta durante 30 minutos.

#### **4.2.2 Ahuyentamiento y captura**

El investigador deberá capturar los mamíferos mediante diferentes técnicas y metodologías, entre ellas el uso de trampas Sherman, Tomahawk o de mayor tamaño, si se requieren.

Los mamíferos tienen, diariamente, por lo general un solo pico de actividad. Con excepción de los primates, la mayoría de los mamíferos neotropicales son predominantemente nocturnos (Srbek-Araujo & García, 2005). De esta manera, se realizará una actividad de ahuyentamiento tanto en las horas del día como en la noche, sin embargo se tendrá una mayor dedicación durante la última. Consecuentemente, se debe realizar una actividad de ahuyentamiento en las horas de la mañana, entre las 7:00 y las 9:00 y otra en la tarde, entre las 6:00 pm y las 12:00 pm.

Los Mamíferos en general responden de forma positiva a estímulos Visuales, Auditivos, Químicos y Mecánicos.

Se recomienda implementar las siguientes técnicas:

- 1 Siluetas
- 2 Humo
- 3 Sonidos
- 4 Trampas Sherman
- 5 Trampas Tomahawk
- 6 Hormonas de Depredadores
- 7 Trampas de pozo
- 8 Capturas Manuales

#### **4.2.3 Evaluación veterinaria**

Cada uno de los individuos capturados mediante las diferentes metodologías empleadas, deberán ser revisados por un médico veterinario, el cual establecerá el estado de salud y si se encuentra en las condiciones para ser reubicado de inmediato o requiere atención médica antes de ser liberado.

#### **4.2.4 Transporte de individuos capturados**

Los mamíferos deberán ser transportados en guacales, los cuales deben estar cerrados con llave durante el periodo de transporte. El guacal deberá ser cubierto con una manta de color oscuro para evitar que el animal vea que está siendo movilizado.

La movilización del animal al sitio de reubicación deberá hacerse de la siguiente manera:

- 1) Manualmente: Cargando el animal con la ayuda de él (los) auxiliar (es) de campo.
- 2) Mediante un vehículo: Se utilizara un vehículo de cuatro ruedas para movilizar el animal.

Nunca se debe hacer en vehículos de dos ruedas como motocicletas, bicicletas ni tampoco mediante el uso de otros animales, como caballos o mulas.

En caso de que se requiera sedar al animal, el veterinario debe estar presente durante todo el procedimiento, desde la captura, hasta la liberación.



**Ilustración 3** (Guacal) para transporte de mamíferos medianos

#### **4.2.5 Reubicación y Liberación**

Después de haber pasado por la revisión del médico veterinario y que este haya dado la aprobación para ser reubicado, Se procede a la liberación de los Mamíferos. Es importante identificar lugares con condiciones similares al sitio donde fueron capturados, se recomienda buscar espacios con gran diversidad de especies y plantas que puedan servir en la construcción de sus nuevos hábitats y que puedan estar provistos de alimento.

Se debe realizar una marcación del sitio por medio del GPS y tomar Registros Fotográficos.

#### **4.2.6 Registro fotográfico**

Realice un registro fotográfico diariamente de las zonas en donde está realizando la actividad. Incluya las fotos que tome cada uno de los días.

#### **4.2.7 Toma de datos**

En las noches, después de cada día que se realice esta actividad, se deberá llenar el formato Muestreo Anfibios y reptiles.

### **4.3 Aves**

#### **4.3.1 Muestreo corto**

Se realizarán muestreos por punto fijo y por redes de niebla. El muestreo mediante puntos fijos es una técnica de muestreo que permite la caracterización rápida de la biodiversidad y abundancia de aves en un área específica. Para esto, el investigador deberá seleccionar puntos fijos de muestreo en sitios dentro del área que se va a intervenir donde se tenga evidencia de que la biodiversidad y abundancia de aves es mayor. Una vez ubicado en el sitio el investigador identificara y anotará durante 10 minutos todos los individuos que vea allí. Adicionalmente, durante este tiempo, realizará una grabación de los cantos que escuche. Una vez terminados los 10 minutos, el investigador escuchara la grabación e identificará aquellos individuos que

no fueron identificados durante el muestreo. En total se realizarán tres puntos de muestreo por punto fijo, dos en la mañana, a las 5:45 am y a las 6:45 am y uno en la tarde, a las 4:00 pm.

Adicionalmente, se realizará un muestreo utilizando redes de niebla. Se extenderá una red de niebla de 12 m de largo X 3 m de alto en un sitio dentro del área que se va a intervenir donde se tenga evidencia de que la biodiversidad y abundancia de aves es mayor. Cuando se capture un ave en una red, se tomarán medidas de:

- 1 Culmen expuesto
- 2 Tarso
- 3 Cola
- 4 Ala
- 5 Sexo
- 6 Estadio
- 7 Fotografía

La red de niebla se abrirá una vez al día, durante 30 minutos, de 4:00 pm a 4:30 pm.

#### **4.3.2 Ahuyentamiento y captura**

Se debe tratar en lo posible de que las aves abandonen el área que se va a interferir por sus propios medios, y no mediante captura y reubicación. Esto debido a que las aves presentan cambios fisiológicos importantes ante la captura. Si esta es prolongada, el cambio fisiológico en el individuo puede generar la muerte. Solo se capturarán individuos cuyo comportamiento territorial esté causando que el individuo no abandone el área que se desea intervenir. Si este es el caso, los individuos deberán ser capturados utilizando redes de niebla, y la manipulación del mismo deberá ser ejecutada por el ornitólogo.



**Ilustración 4** Redes tipo niebla

Las aves tienen dos picos de actividad, uno en las horas de la mañana y otro en las horas de la tarde. En las horas de la mañana, el pico de actividad de las aves ha sido registrado desde la salida del sol hasta 4 horas después, es decir, desde las 5:30 am hasta las 9:30 am. En la tarde, el pico de actividad de las aves ha sido registrado como 3 horas antes del ocaso, es decir desde las 3:00 pm hasta las 6:00 pm. En estas horas se observó mayor actividad de las aves, por lo que se decidió intervenir en estas horas.

Las Aves en general responden de forma positiva a estímulos visuales, Auditivos, Químicos y Mecánicos.

Se recomienda implementar las siguientes técnicas:

- 1 Siluetas
- 2 Cintas de papel metalizado
- 3 Humo
- 4 Sonidos
- 5 Redes de niebla (Captura)

#### Observación

La Efectividad en la captura, dependerá del uso adecuado de las técnicas propuestas, Los horarios en los que se instalen las trampas y las redes, y la efectividad visual que tengan los profesionales de campo para identificar los animales o las pistas que conlleven a ellos.

#### **4.3.3 Evaluación veterinaria**

Cada uno de los individuos capturados mediante las diferentes metodologías empleadas, deberán ser revisados por un médico veterinario, el cual establecerá el estado de salud y si se encuentra en las condiciones para ser reubicado de inmediato o requiere atención médica antes de ser liberado.

#### **4.3.4 Transporte de individuos capturados**

Las aves capturadas se deben transportar en Jaulas especiales, dispuesta de bebederos y comederos si el trayecto es muy largo, La jaula se debe cubrir en lo posible con una manta oscura para que el individuo no vea que lo están transportando y no se estrese demasiado.

Es de Resaltar que las aves en lo posible no se deben capturar, solo tratar de utilizar técnicas de ahuyentamiento, con el fin de que ellas se desplacen libremente a otro lugar escogido por el mismo animal.



**Ilustración 5** Jaula para Aves

#### **4.3.5 Reubicación y Liberación**

Después de haber pasado por la revisión del médico veterinario y que este haya dado la aprobación para ser reubicado, Se procede a la liberación de las aves. Es importante identificar lugares con condiciones similares al sitio donde fueron

capturados, se recomienda buscar espacios con gran diversidad de especies y plantas que puedan servir en la construcción de sus nuevos hábitats y que puedan estar provistos de alimento.

Se debe realizar una marcación del sitio por medio del GPS y tomar Registros Fotográficos.

#### **4.3.6 Registro fotográfico**

Realice un registro fotográfico diariamente de las zonas en donde está realizando la actividad.

#### **4.3.7 Toma de datos**

En las noches, después de cada día que se realice esta actividad, se deberá llenar el formato de la especie.

### **5. DESCRIPCION DE LOS DIFERENTES METODOS DE AHUYENTAMIENTO**

#### **5.1 Siluetas**

##### **Estimulo visual**

Esta metodología consiste en ubicar de manera estratégica siluetas de aves y animales depredadores pintados en diferentes materiales como madera, globos de helio, plástico y cartón plax. Se recomienda utilizar siluetas de depredadores específicos dependiendo del grupo de individuos que se quiere ahuyentar.

Se ha demostrado que las silueta de águilas y de búhos generan gran estimulo en todos los grupos de individuos (Aves, mamíferos y anfibios y reptiles)

La ubicación de las siluetas se debe de realizar a tres alturas diferentes dependiendo de la zona y el tipo de cobertura que esta posee, se recomiendo ubicar en la parte más alta de los árboles (siluetas de águilas), en la parte media (globos de helio y siluetas de búhos) y en la parte baja (siluetas de búhos) a fin de tener una cobertura visual más amplia.

La respuesta de los animales se debe a que este método pretende simular la presencia de depredadores en la zona, como lo son las águilas y los búhos, con los cuales se busca hacer creer al individuo que se encuentra en peligro y que debe desplazarse del lugar.

Las aves y algunos mamíferos son los grupos que tienen una mejor respuesta al desplazamiento frente a este estímulo.



**Ilustración 6** Siluetas

## **5.2 Reflectores**

### **Estimulo visual**

Este método consiste en utilizar reflectores de alta luminosidad buscando generar un cambio en las condiciones naturales del ambiente y crear un estrés en los animales.

El uso de los reflectores se debe hacer en horas de la noche, con este se busca alterar las condiciones naturales de la noche (oscuridad) e impedir que los animales no puedan dormir y requieran desplazarse del lugar para hacerlo.

Este método se emplea principalmente en aves y mamíferos.

Se recomienda instalarlos cerca de lugares donde, mediante el muestreo corto se logró establecer que había nidos o madrigueras.



**Ilustración 7** Reflectores

## **5.3 Cintas de colores (papel metalizado)**

### **Estimulo visual**

Este método utiliza cintas de colores metalizados, con las cuales se busca reflejar los rayos del sol y crear un estrés visual en las aves que sobrevuelan el área.

Las cintas se deben instalar en lugares semi-abiertos para permitir el ingreso de los rayos del sol y lograr reflejarlos.

Las cintas se extienden y amarran entre los árboles, con una tensión adecuada que permita el movimiento de esta por acción del viento, buscando que los reflejos se emitan en diferentes direcciones.

Este método tiene buena respuesta de ahuyentamiento en las aves.



**Ilustración 8** Cintas de papel metalizado

#### **5.4 Humo**

##### **Estimulo visual, olfativo y sensorial.**

Esta metodología consiste en generar nubes de humo de forma controlada con las cuales se pretende simular un peligro inminente (un incendio), la mayoría de los animales mediante su instinto de supervivencia tienden a huir del lugar donde se evidencian estas situaciones de peligro. Una gran ventaja de este método, radica en la facilidad de dispersión del humo en la zona que se quiere ahuyentar.

El uso del humo ha mostrado buena respuesta en todos los grupos de individuos, se recomienda hacer nubes de humo en varios puntos del área de ahuyentamiento aunque es de vital importancia tener en cuenta la dirección y la fuerza de las corrientes de viento del lugar.

Utilizando estas direcciones se deben de colocar de forma estratégicas los puntos donde se quiera hacer las nubes de humo, esto buscando que los animales se desplacen hacia un lugar previsto donde no sean afectados por la obra.

También se pueden utilizar materiales y compuestos que generen olores repelentes y se dispersen junto con el humo con el fin de aumentar la efectividad del método.

Se recomienda hacer uso del método en horas de la mañana y en horas de la tarde, no es adecuado hacerlas muy continuas, debido a que una alta saturación de humo (CO<sub>2</sub>) en el ambiente y por un tiempo muy prolongado puede afectar la salud de algunos individuos más susceptibles al estímulo.



**Ilustración 9** Ahuyentamiento con humo



## **5.5 Reproducción de Sonidos**

### **Estimulo auditivo**

Una de los métodos más empleados, es la reproducción de diferentes tipos de sonidos que generen estímulos auditivos.

La reproducción de estos busca simular la presencia de: personas, maquinaria operando, animales depredadores, entre otros; con lo cual se genere estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento.

Durante la aplicación de esta metodología se utiliza un baffle o parlante amplificador de sonido (mínimo 30Wats de potencia, dependiendo del tamaño del área), con una grabación que se reproduzca continuamente.

Se debe ubicar en un lugar estratégico en el cual se logre abarcar en la totalidad el área que se quiere ahuyentar. Es recomendable No dejar la grabación de forma continua por mucho tiempo, puesto que se puede volver “normal” para los animales y en un momento dado dejar de causar el estímulo que se desea, por lo anterior se recomienda colocar la grabación durante 50 minutos y suspenderla por 10 minutos, así sucesivamente el tiempo que el investigador considere pertinente.

Esta metodología ha mostrado una respuesta positiva principalmente en aves y mamíferos, se puede utilizar en cualquier horario.



**Ilustración 10** Ahuyentamiento mediante sonidos

## **5.6 Feromonas de Depredadores**

### **Estimulo olfativo**

Con esta metodología se busca generar un estímulo olfativo en los individuos.

Mediante el uso de feromonas se pretende simular la presencia de depredadores en el lugar y generar un desplazamiento.

El uso de feromonas de depredadores para el ahuyentamiento de fauna no es muy común, debido a que la falta de información y estudios acerca de la técnica limitan su uso, sin embargo, se puede pensar que en un futuro cercano podría ser una buena técnica natural de ahuyentamiento de fauna.

## **6. DESCRIPCION DE LOS DIFERENTES METODOS DE RESCATE**

### **6.1 Trampas Sherman**

Son dispositivos plegables, fabricados en aluminio o acero galvanizado, son livianas y vienen en diferentes tamaños. Se arman rápidamente y son lo suficientemente sensibles para activarse con muy poco peso. Especiales para atrapar mamíferos pequeños.

Las trampas se deben de ubicar de forma estratégica, cerca de los posibles sitios de alimentación, rutas de desplazamiento, madrigueras.

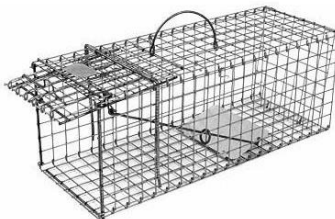


**Ilustración 11** Trampas Sherman

### **6.2 Trampas Tomahawk**

Son dispositivos plegables, fabricados en aluminio o acero galvanizado, son livianas y vienen en diferentes tamaños. Se arman rápidamente y son lo suficientemente sensibles para activarse con poco peso. Especiales para atrapar mamíferos medianos entre 6 y 12 kilogramos.

Las trampas se deben de ubicar de forma estratégica, cerca de los posibles sitios de alimentación, rutas de desplazamiento, madrigueras.



**Ilustración 12** Trampas Tomahawk

### **6.3 Tipos de cebos**

Se recomienda usar cebos de acuerdo al grupo de individuos que se dirija:

- Cebos para carnívoros: se usan cebos vivos o animales muertos o trozos de carne.
- Cebos para herbívoros: pastas hechas con avena arrollada, harina de maíz y agua.
- Cebos para omnívoros: se preparan en forma de pastas, compuestas por avena

arrollada, harina de maíz o esencia de vainilla, miel, pasas de uva, pasta de maní, semillas varias, grasas y carne cruda desmenuzada.

- Otros cebos: pueden ser frutas, una secreción glandular, etc. los cuales resultan muy Atractivos y hasta irresistibles.
- Otros pueden ser la sal (en zonas tropicales húmedas donde generalmente escasea) y en particular agua, sobre todo en períodos de sequía (si se trabaja en zonas áridas o semiáridas).

#### **6.4 Capturas Manuales**

Es muy importante que la aplicación de las metodologías mencionadas vayan acompañadas de un trabajo de captura manual, en el cual el investigador hace recorridos por la zona en búsqueda de individuos que se puedan capturar manualmente como anfibios, reptiles y algunos mamíferos pequeños, cabe resaltar que se deben emplear los elementos de protección y herramientas de trabajo necesarias para el desarrollo de esta actividad

Herramientas necesarias:



**Ilustración 13** Bastón Manipulador



**Ilustración 14** Vara Herpetológica



**Ilustración 15** Bastón Herpetológico

## **7. CONCLUSIONES**

- Existe una gran cantidad de técnicas y métodos que se emplean para el ahuyentamiento y rescate de fauna, pero solo algunas son las más eficientes y están incluidas dentro de las normas bioéticas de trato animal; las mencionadas dentro de este instructivo buscan un equilibrio teniendo en cuenta estas normas y mostrando eficiencia en los resultados.
- La eficiencia en los resultados obtenidos mediante el uso de estas metodologías, depende en gran parte de las decisiones que el investigador tome en campo de acuerdo al tipo de trampa o método de ahuyentamiento que utilice, los horarios, los cebos que se coloquen en las trampas y la amplitud de conocimiento que este tenga acerca del grupo de individuos que se dirija.
- Resulta muy oportuno realizar trabajos de ahuyentamiento y rescate de fauna previa a la intervención civil en cualquier tipo de obra logrando una preservación y conservación de especies que están en inminente riesgo.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

- Angulo A., Rueda Almonacid J. V., Rodríguez Mahecha J. V., La marca E. 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Bogotá, D.C. Colombia, p. 150.
- Campos Bonilla P. y Campos Chinchilla P. 2009. Protocolo para rescate de anfibios y reptiles en Costa Rica.
- Ciencia ambiental consultores S. A. 2010. Plan de medidas de manejo de para la fauna silvestre. Remediación ambiental depósito de Relaves La Africana, Proyecto Congo.
- Gallina Tessaro S. y López González C. 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Instituto de Ecología A. C. INECOL. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro.
- Lemus Badilla M. 2010. Plan de rescate, relocalización y ahuyentamiento de fauna silvestre amenazada. Proyecto expansión Mina Carmen-Margarita. Plan de manejo de fauna amenazada.
- LORAX consultores S. A. de C. V. 2007. Acciones de rescate y reubicación de la fauna presente en el arroyo Alamar, Tijuana, B.C
- (CLARK D.L y J.C. GILLIGHAM, 1984. A new life trap and comparison with a Pit fall Trap. Herpetological Review 15 (1): 25-26.)

## Anexo V: Programa de Manejo de Residuos.

# **PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS**

**PROYECTO:**

***“AMPLIACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE  
AGUAS RESIDUALES NORPONIENTE”***

**PROMOVENTE:**

***DESARROLLOS HIDRÁULICOS DE CANCUN S.A. DE C.V.***

## Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN .....	II
2. OBJETIVO .....	III
3. ALCANCE .....	III
4. REFERENCIAS.....	III
5. POLÍTICA .....	III
6. TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	III
7. MANEJO DE RESIDUOS .....	V
<b>RESIDUOS NO PELIGROSOS (RNP)</b> .....	V
<i>RESPONSABILIDADES</i> .....	V
<i>DESARROLLO</i> .....	vi
<b>RESIDUOS PELIGROSOS (RP)</b> .....	vii
<i>RESPONSABILIDADES</i> .....	vii
<i>DESARROLLO</i> .....	ix

## 1. INTRODUCCIÓN

En toda organización es indispensable el manejo de los residuos, residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos. El contar con un programa de manejo nos beneficia en varios factores como son: El óptimo manejo y disposición final de los mismos, la prevención de contaminación con residuos peligrosos y de manejo especial.

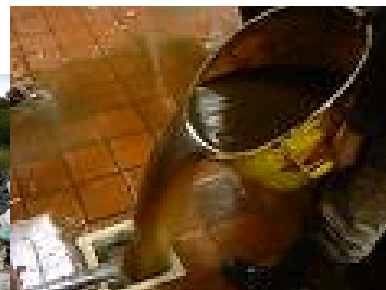
**Un residuo peligroso** es todo aquel residuo que posea alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

### **Un residuo de manejo especial**

Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos y que por sus características especiales, deberán someterse a un manejo distinto al de los residuos no peligrosos, por ejemplo en aceite quemado de cocina.

**Los residuos sólidos urbanos** son generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, entre los principales componentes se encuentran:

- Materia orgánica.- Son los restos procedentes de la limpieza o la preparación de los alimentos junto la comida que sobra.
- Papel y cartón.- Periódicos, revistas, publicidad, cajas y embalajes, etc.
- Plásticos.- Botellas, bolsas, embalajes, platos, vasos y cubiertos desechables, etc.
- Vidrio.- Botellas, frascos diversos, vajilla rota, etc.
- Metales.- Latas, botes, etc.
- 





El Proyecto “Ampliación de la Planta de Tratamiento de Agua Residual Norponiente” mismo que forma parte de la empresa AGUAKAN (Desarrollos Hidráulicos de Cancún SA de CV) se integrara al Plan de manejos de residuos que se encuentra implementado en la PTAR Norponiente.

## **2. OBJETIVO**

Definir lineamientos a seguir para el manejo adecuado de residuos Peligrosos (RP) y no peligroso (RNP) en cumplimiento a la legislación vigente, prevenir la contaminación ambiental y salvaguardar la salud de los trabajadores.

## **3. ALCANCE**

Este procedimiento aplica a todo el personal de DHC/AGUAKAN que administre, genere, maneje, acopie o transporte RP y RNP como parte de sus actividades.

## **4. REFERENCIAS**

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

PR-GC-01- 4.4.5 Procedimiento Elaboración de Documentos

PR-GC-02-4.4.5 Procedimiento de Control de Documentos y registros

## **5. POLÍTICA**

Todo el personal de DHC/AGUAKAN que administre, genere, maneje o transporte RP como parte de sus actividades debe manejarlos adecuadamente.

## **6. TÉRMINOS Y DEFINICIONES**

**Almacenamiento** Acción de retener temporalmente los residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección, o se dispone de ellos.

**Almacén o Caseta de residuos peligrosos:** lugar identificado como sitio autorizado para disponer temporalmente los RP, éstos se encuentran distribuidos en diversas instalaciones o áreas, actualmente se cuenta con 11 sitios.

**Bitácora:** Se refiere al documento donde se registran las entradas y salidas de los RP del almacén.

**Disposición final:** Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente.

**Empresa autorizada:** Se refiere a la Persona física o moral autorizada por la SEMARNAT que presta servicios para realizar la recolección y disposición final de los RP.

**Contenedor:** Recipiente en el que se depositan RP y que cumple la función de contenerlo y protegerlo para su almacenamiento y/o transporte.

**Generación** Acción de producir residuos.

**Generador:** Persona física que como resultado de sus actividades produzca RP.

**Manifiesto:** Se refiere al documento en el cual se registran las actividades de manejo de RP, que deben elaborar y conservar los generadores y, en su caso, los prestadores de servicios de manejo de dichos residuos y el cual se debe utilizar como base para la elaboración de la Cédula de Operación Anual;

**Manejo de residuos peligrosos:** Se refiere a las actividades de administración, reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, acopio, almacenamiento, manejo, transporte y disposición final de residuos; individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones u necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social.

**Recolección** Acción de transferir los residuos al equipo destinado a conducirlos a las instalaciones de almacenamiento, tratamiento o rehusó, o a los sitios para su disposición final.

**Residuos sólidos no peligrosos (RNP)** Porciones que resultan de la descomposición o destrucción de artículos generados en actividades propias de la empresa cuya calidad no permita usarlos nuevamente en forma directa en el proceso que es generado. También pueden ser conocidos como residuos urbanos o basura.

**Residuo peligroso (RP):** Comprende residuos sólidos, líquidos o gases, los cuales debido a su naturaleza y/o volumen representan una amenaza potencial para la salud humana y/o para el ambiente, de forma individual o en contacto con otros residuos. Cualquier residuo que tenga alguna de las siguientes características: Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad Ambiental, Inflamabilidad y/o Biológico- infecciosa (CRETIB). También son los envases de productos que contenían sustancias o materiales peligrosos que se contaminan con ellos.

**SEMARNAT:** Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

## 7. MANEJO DE RESIDUOS

- **RESIDUOS NO PELIGROSOS (RNP)**

### **RESPONSABILIDADES**

**Director General** proporcionar todos los recursos necesarios para llevar a cabo un manejo adecuado de los residuos.

**Gerente Técnico** asegurar el cabal cumplimiento del presente procedimiento en sus áreas operativas.

**Gerentes de área** asegurar que el personal a su cargo cumpla con el procedimiento para el manejo de los RNP.

**Subgerente de Recursos Materiales** asegurar que se proporcionen todos los recursos necesarios para llevar a cabo el correcto manejo de los RNP. Verificar que la empresa contratada para el manejo y disposición final de los RNP cumpla con los requerimientos legales y normativos que le aplique.

**Jefe de Servicios Generales** mantener comunicación con las áreas operativas para coordinar el retiro de los residuos no peligrosos de los centros de almacenamiento temporal. Llevar una bitácora sobre la generación de los residuos no peligrosos. Entregar al Departamento Ambiental los documentos necesarios que acrediten la recolección y disposición final de los residuos de las áreas que los generen. Verificar que el recolector de residuos disponga de los documentos necesarios para cumplimiento legal.

**Gerente de Recursos Humanos** asegurar que se elaboren y desarrollen programas de capacitación enfocados al manejo adecuado de los RNP.

**Jefe de Capacitación** programar cursos o talleres con base en los requerimientos establecidos por la Coordinación de Calidad y Medio Ambiente y por el Departamento Ambiental en cuanto al manejo adecuado de los RNP.

**Jefe de Seguridad e Higiene** analizar las condiciones de riesgo en las actividades vinculadas con el manejo de los RNP y proponer las alternativas para la eliminación, control o minimización de los riesgos detectados.

**Coordinador de Calidad y Medio Ambiente** revisar este procedimiento y verificar su efectividad bajo el sistema de mejora continua.

**Jefe del Departamento Ambiental** asegurar que se cumplan a los lineamientos descritos en el procedimiento. Supervisar las condiciones físicas de los almacenes. Verificar que la empresa autorizada para transportar o recolectar los residuos cumpla

con los requisitos legales que le apliquen. Supervisar el llenado correcto de las Bitácoras. Actualizar el procedimiento a través del sistema de mejora continua.

**Colaboradores** disponer los residuos urbanos o RNP en los contenedores destinados para basura, no mezclarlos con residuos peligrosos o dejarlos tirados sobre el suelo o cubierta vegetal.

## **DESARROLLO**

### **Generación**

Derivado de las actividades de operación, mantenimiento preventivo y correctivo en cualquier instalación de DHC ya sea cárcamos de agua potable, agua residual, tanques de bombeo, pozos de extracción, plantas de tratamiento de agua residual, oficinas, talleres, almacenes son susceptibles de generar RNP o basura. Por la diversificación y la naturaleza de las instalaciones y sus operaciones la generación de RNP es diferente en cantidad.

### **Separación y almacenamiento**

Los residuos generados *in situ* deben:

- Ser separados de los residuos considerados como peligrosos.
- Ser dispuestos en contenedores conforme a su identificación (basura o residuos urbanos o residuos no peligrosos), en el caso de utilizar bolsas de plástico estas no necesariamente deben estar identificadas. Es importante verificar que los contenedores utilizados para el acopio de los RNP no tengan perforaciones y que sean de material resistente para evitar derrames o cualquier otro accidente que provoque la exposición de los RNP con el medio físico.
- Los contenedores deberán ubicarse en todas las instalaciones físicas que sean susceptibles de generar RNP.
- Los sitios de almacenamiento preferentemente deben contar con piso de concreto y delimitar el lugar donde serán almacenados temporalmente los residuos.
- Las hojas de papel que puedan ser reusadas deberán ser separadas
- En el caso de los residuos de jardinería en la medida de lo posible deberán separarse de la basura general para que sean aprovechados en composta.
- Los envases de PET pueden ser separados y colocados en otro contenedor para ser enviados a reciclaje.
- El cartón puede ser separado y enviado a reciclaje.

### **Recolección y Disposición final**

Cuando el contenedor o almacén llegue al 85% de la capacidad instalada el encargado del manejo de los RNP donde se generaron los residuos, deberá solicitar la recolección al jefe de servicios generales, quien registrará el movimiento de entrega de RNP a la empresa recolectora en bitácora.

## *Programa de Manejo de Residuos*

---

La empresa recolectora debe:

- Enviar los residuos al basurero y proporcionar el documento que acredite dicha disposición.
- En el caso de los residuos de jardinería estos podrán ser utilizados para generar composta, por lo que su disposición final podrá no ser el basurero.

### **Residuos generados de las actividades de CUSTF.**

En el caso de los residuos generados por las actividades de Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se realizaran las siguientes acciones:

- Delimitación topográfica de la superficie sujeta a CUSTF.
- Efectuar el programa de rescate de vegetación.
- Realizar el desmonte de la superficie sujeta a CUSTF.
- Se juntara toda la tierra producto del CUSTF para volverla utilizar como material de relleno o en su caso como material para el programa de rescate de vegetación.
- Los arboles caídos serán cortados con motosierras para reducir su volumen y así poder ser triturados posteriormente.
- Se triturara los residuos de troncos y ramas para posteriormente ser utilizados como enriquecedores de suelo.
- Este enriquecedor de suelo será utilizado dentro de la misma PTAR para los trabajos de rescate de vegetación y áreas verdes que se preservaran en el predio.

### **Registros**

No.	Nombre	Responsable del Control	Medio de Almacenamiento	Lugar de Almacén.	Tiempo de Retención	Disposición
1	Bitácora de control de residuos no peligrosos.	Recursos materiales Jefe de Depto. Ambiental	Impreso o electrónico	Almacén general Depto. Ambiental	Hasta cambio de revisión o modificación.	Archivar

- **RESIDUOS PELIGROSOS (RP)**

### **RESPONSABILIDADES**

**Director General** proporcionar los recursos necesarios para llevar a cabo un manejo adecuado de RP con base en el procedimiento y la legislación aplicable.

**Gerente Técnico** asegurar el cabal cumplimiento del presente procedimiento en sus áreas operativas.

**Gerentes de área** asegurar que el personal a su cargo cumpla con el procedimiento para el manejo de los RP.

**Subgerente de Recursos Materiales** asegurar que se proporcionen todos los recursos necesarios para llevar a cabo el correcto manejo de los RP. Verificar que la empresa contratada para el manejo y disposición final de los RP cumpla con los requerimientos legales y normativos que le aplique.

**Gerente de Recursos Humanos** asegurar que se elaboren y desarrollen programas de capacitación enfocados al manejo adecuado de los RP.

**Gerente de Mantenimiento Eléctrico** asegurar que se dé mantenimiento periódico a las casetas de RP, que se cuenten con los recursos necesarios para ello y que las brigadas de mantenimiento manejen los RP adecuadamente.

**Jefe de Capacitación** programar cursos o talleres con base en los requerimientos establecidos por la Coordinación de Calidad y Medio Ambiente y por el Departamento Ambiental en cuanto al manejo adecuado de los RP.

**Jefe de Seguridad e Higiene** analizar las condiciones de riesgo en las actividades vinculadas con el manejo de los RP y proponer las alternativas para la eliminación, control o minimización de los riesgos detectados.

**Coordinador de Calidad y Medio Ambiente** revisar este procedimiento y verificar su efectividad bajo el sistema de mejora continua.

**Jefe del Departamento Ambiental** asegurar que se cumplan a los lineamientos descritos en el procedimiento. Supervisar las condiciones físicas de los almacenes. Verificar que la empresa autorizada cumpla con los requisitos legales que le apliquen. Supervisar el llenado correcto de las Bitácoras. Actualizar el procedimiento a través del sistema de mejora continua.

**Supervisor, Jefe de Área o Departamento** verificar que los RP generados en su área de trabajo sean enviados al almacén o caseta de residuos peligrosos dejando las instalaciones libre de RP. Supervisar que los contenedores que se ocupen para el traslado de los residuos a las casetas de RP se encuentren en buenas condiciones.

**Jefe de Abastecimiento** solicitar el servicio de recolección de residuos peligrosos a través de la empresa autorizada una vez que el servicio sea solicitado por el encargado del almacén. Es responsable además de solicitar los manifiestos y entregarlos al Departamento Ambiental para su custodia.

**Encargado del Almacén y bitácora** controlar la entrada y salida de los RP del almacén o caseta, registrar en bitácora dichos movimientos, mantener el almacén de RP en buenas condiciones. Verificar que los RP sean colocados en el contenedor específico de acuerdo a sus características. Solicitar al jefe de abastecimiento la recolección de los RP. Informar al Departamento Ambiental si se presenta una posible contaminación

del medio físico (suelo o agua) derivado del inadecuado manejo de los RP. Solicitar al Gerente de Mantenimiento Eléctrico el mantenimiento al almacén o caseta de RP para su correcta funcionalidad.

**Colaboradores** en general que generen RP como resultado de sus actividades deben acopiarlos, disponerlos en contenedores identificados, transportarlos y depositarlos en el almacén previa autorización de entrada por parte del encargado de almacén. Identificar los sitios donde se cuenta con contenedores de “pilas usadas” y disponerlas una vez que queden fuera de uso.

## **DESARROLLO**

### **Generación**

Derivado de las actividades de operación y mantenimiento preventivo y correctivo en cualquier instalación de DHC ya sea cárcamos de agua potable, agua residual, tanques de bombeo, pozos de extracción, plantas de tratamiento de agua residual, oficinas, talleres, almacenes es posible que se generen RP. Por la diversificación y la naturaleza de las instalaciones y sus operaciones la generación de RP es diferente tanto en cantidad como tipo de residuo.

### **Separación**

Los residuos generados *in situ* deben:

- Evitar que los RP sean mezclados con residuos no peligrosos.
- Ser dispuestos conforme a su identificación en contenedores y dependiendo del tipo de residuo generado. Es importante verificar que los contenedores utilizados para el acopio de los RP no tengan perforaciones y que sean de material resistente para evitar derrames o cualquier otro accidente que provoque la exposición de los RP con el medio físico.
- Para el caso de las pilas usadas, éstas deben ser colocadas en los contenedores de “Pilas Usadas”, los cuales se ubican distribuidos en las diferentes áreas de trabajo.

### **Traslado de RP al ATRP**

- Verificar que una vez generados los residuos, en su lugar de trabajo exista un almacén para depositarlos.
- Acudir una vez que hayan identificado el sitio donde se ubica el almacén con el responsable del mismo para solicitar autorice la entrada de los RP y que registre en la bitácora los residuos que ingresan.
- Colocar los residuos en contenedores, llenarlos al 85% de su capacidad, cerrarlos para su traslado y separarlos de acuerdo con sus características. Es necesario que antes de finalizar la jornada laboral no se dejen RP fuera del almacén o caseta.

### **Almacenamiento**

## *Programa de Manejo de Residuos*

---

- Avisar al encargado del almacén para que autorice la incorporación de los residuos al almacén. El acceso al ATRP es restringido y solo puede entrar a éste el personal autorizado.
- Indicar al encargado del almacén los diversos residuos que se van a almacenar, así como las cantidades de los mismos.
- Disponer los residuos en el contenedor correspondiente, evitando así la mezcla de éstos. Los RP no pueden almacenarse por más de 6 meses.
- Para el caso de las pilas usadas una vez que el contenedor se llene al 85% de su capacidad la persona que tenga a cargo el contenedor deberá llevarlas al Almacén Uxmal y entregar al encargado de éste.

### **Disposición final**

Cuando el almacén llegue al 85% de la capacidad instalada el encargado debe:

- Solicitar la recolección de los RP por parte de la empresa autorizada.
- Registrar los RP que serán entregados a la empresa autorizada en la bitácora.
- Solicitar los manifiestos y enviarlos al Departamento Ambiental para su control.
- Para el caso de las pilas usadas el encargado del Almacén Uxmal deberá contabilizarlas, registrar en bitácora y disponerlas en el contenedor de pilas usadas ubicado dentro del almacén Uxmal para luego solicitar la recolección a través de la empresa recolectora de residuos.

### **Registros**

<b>No.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Responsable del Control</b>	<b>Medio de Almacenamiento</b>	<b>Lugar de Almacén</b>	<b>Tiempo de Retención</b>	<b>Disposición</b>
1	Bitácora de generación de residuos peligrosos	Encargado del almacén de residuos peligrosos	Impreso o electrónico	Archivo	5 años	Archivar, destruir ó reciclar



## **Anexo VI: Datos de campo del inventario forestal del predio y Sistema Ambiental**

## ANEXO VI: DATOS DE CAMPO DEL INVENTARIO FORESTAL DEL PREDIO Y SISTEMA AMBIENTAL.

- Registro forestal de los individuos para el cálculo de volumen y diversidad en el predio.

SITIO	PROGRESIVO	ESPECIE	CLAVE / N.C.	DIÁMETRO	ALTURA (M)
1	1	<i>Manilkarazapota</i>	ZAPOTE	11.6	7
1	2	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	16.5	7.5
1	3	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	11.4	7.5
1	4	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	12.7	7.5
1	5	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	13	7.5
1	6	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	10.6	8
1	7	<i>Psicidiapiscipula</i>	JABIN	17	8.5
1	8	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	16.5	8
1	9	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	13.2	7
1	10	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	27.5	9
1	11	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	18.2	9
1	12	<i>Psicidiapiscipula</i>	JABIN	17.1	9.5
1	13	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	17.5	8
1	14	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	12.1	5.5
1	15	<i>Psicidiapiscipula</i>	JABIN	21	9
1	16	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	13	8
1	17	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	11.2	7.5
1	18	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	12.3	8
1	19	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	19	9
1	20	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	17.1	9
1	21	<i>Manilkarazapota</i>	ZAPOTE	25.2	8.5
1	22	<i>Drypeteslateriflora</i>	EKULUB	11	7
1	23	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	12.7	6.5
3	1	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	10.9	5
3	2	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	17.8	9
3	3	<i>Psicidiapiscipula</i>	JABIN	14.9	8
3	4	<i>Manilkarazapota</i>	ZAPOTE	53.9	10
3	5	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	11	7.5
3	6	<i>Pouteriacampechiana</i>	KANISTE	16.6	9
3	7	<i>Gliricidiasepium</i>	SAKYAB	12.9	8
3	8	<i>Gliricidiasepium</i>	SAKYAB	12.5	8

3	9	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	15.2	8.5
3	10	<i>Thouiniapaucidentata</i>	KANCHUNUP	14.9	8
3	11	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	10.9	8
3	12	<i>Drypeteslateriflora</i>	EKULUB	11.9	8
3	13	<i>Drypeteslateriflora</i>	EKULUB	17	8.5
3	14	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	12.6	8
3	15	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	20.6	9
3	16	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	10.8	7
3	17	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	10.8	6
3	18	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	11.1	7
3	19	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	11.5	6
3	20	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	41.6	10
5	1	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	10.5	6
5	2	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	10.8	7
5	3	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	15	9
5	4	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	10.3	9
5	5	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	15	9
5	6	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	18.5	9
5	7	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	25.1	9
5	8	<i>Psicidiapiscipula</i>	JABIN	16.5	10
5	9	<i>Lonchocarpusrugosus</i>	KANASIN	9	10
5	10	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	15.9	9
5	11	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	13.7	9
5	12	<i>Chrysophyllummexicanum</i>	CHIKE	17.7	8
5	13	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	10.2	8
5	14	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	19.4	9
5	15	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	10	8
5	16	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10	8
5	17	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	10.9	9
5	18	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	12	8
5	19	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	13.3	8
5	20	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	14.9	9
5	21	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	29.8	10
5	22	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	15.8	8
5	23	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	10.1	8
5	24	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	11.8	7
5	25	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	13	7.5
5	26	<i>Ottoschulziapallida</i>	UVASCHE	10.8	8
5	27	<i>Ottoschulziapallida</i>	UVASCHE	10.5	8
7	1	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	11	7

7	2	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	13.9	8
7	3	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	10.9	7
7	4	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	22	8
7	5	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	11.2	8
7	6	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	14.7	9
7	7	<i>Psicidiapiscipula</i>	JABIN	23.5	9
7	8	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	17.2	8
7	9	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	19.9	8
7	10	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	18.2	8
7	11	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10.5	8
7	12	<i>Lonchocarpusrugosus</i>	KANASIN	12	7
7	13	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	11	7
7	14	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10	7
7	15	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	27.5	9.5
7	16	<i>Gliricidiasepium</i>	SAKYAB	18.8	9
7	17	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	22.3	9
7	18	<i>Gliricidiasepium</i>	SAKYAB	10.3	7
7	19	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	12.8	7
7	20	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	24.2	8
7	21	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	17.3	8
7	22	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	22.7	9
7	23	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	10.7	5
7	24	<i>Gliricidiasepium</i>	SAKYAB	11	6
7	25	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	11.6	6
7	26	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	11.7	7
7	27	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	11	7
7	28	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	10	7
7	29	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	23	4
7	30	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	14.2	8
7	31	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	12	8
7	32	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	26.6	8
7	33	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10.6	7
7	34	<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	13.7	6
7	35	<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	15.6	6
7	36	<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	11	6
7	37	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	10.5	6
9	1	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	10.5	7
9	2	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	19.3	7
9	3	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	19	8
9	4	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	19	8

9	5	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	16.1	6
9	6	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	15.5	7
9	7	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	11.5	7
9	8	<i>Swartziacubensis</i>	KATALOX	12.5	7
9	9	<i>Swartziacubensis</i>	KATALOX	10.5	7
9	10	<i>Swartziacubensis</i>	KATALOX	11.8	7
9	11	<i>Swartziacubensis</i>	KATALOX	10	7
9	12	<i>Swartziacubensis</i>	KATALOX	13	7
9	13	<i>Swartziacubensis</i>	KATALOX	14.2	7
9	14	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	10.2	7
9	15	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	12.5	7
9	16	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	10.5	6
9	17	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	14	6
9	18	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	10.3	6
9	19	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	11.5	6
9	20	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	10.2	6
9	21	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	13.9	2
9	22	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	17.2	7
9	23	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	16.7	7
9	24	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	18	7
9	25	<i>Gliricidiasepium</i>	SAKYAB	11	7
9	26	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	10.6	6
11	1	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	23	7
11	2	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	25.5	8
11	3	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	27.9	8
11	4	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	13.5	7
11	5	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	20.8	7
11	6	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	13	7.5
11	7	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	22	8
11	8	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	12	8
11	9	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	17.5	8
11	10	<i>Swartziacubensis</i>	KATALOX	11.8	6.5
11	11	<i>Cecropiapeltata</i>	GUARUMBO	15.3	7
11	12	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	11	6
11	13	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	17.9	7
11	14	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	11.7	7
11	15	<i>Sabal yapa</i>	GUANO	22	6
11	16	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	18.6	7
11	17	<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	16.4	8
11	18	<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	12.9	6

11	19	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	11.3	7
11	20	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	22.5	7
11	21	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	21	7
11	22	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	10	6
11	23	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	12	6
11	24	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	11	6
11	25	<i>Ceiba aesculifolia</i>	PIM	12.5	6
11	26	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	13.7	7
11	27	<i>Lysilomalatisiliquum</i>	TZALAM	23.9	7
11	28	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	21.5	8
11	29	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	23.5	8
11	30	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	24.8	8
11	31	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	11.8	6
11	32	<i>Cecropiapeltata</i>	GUARUMBO	16	5
11	33	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	10.4	5

SITIO	ESPECIE	CLAVE / N.C.	DIÁMETRO	ALTURA (M)
1	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	4.1	3.5
1	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	7.5	5
1	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	7.5	5
1	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	5.4	5.5
1	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	7.7	5.5
1	<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	7.5	4.5
1	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	8.1	6
1	<i>Nectandracoriacea</i>	NECO	4.2	5
1	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	3.3	6
1	<i>Coccolobadiversifolia</i>	SAKBOB	5.5	6
1	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	5.1	5
1	<i>Guettardaelliptica</i>	TASTAB	6.1	5
1	<i>Diospyroscuneata</i>	SILIL	5.5	7
1	<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	7.7	5
1	<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	6	6
3	<i>Crotonniveus</i>	CROTON	5.7	4
3	<i>Crotonniveus</i>	CROTON	3.6	4
3	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.8	5
3	<i>Crotonniveus</i>	CROTON	3.6	4
3	<i>Hampeatrilobata</i>	MAJAHUA	3.4	4
3	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	6.5	3
3	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	8.1	3
3	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	4	5
3	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	6.5	5
3	<i>Hampeatrilobata</i>	MAJAHUA	7	7
3	<i>Diospyroscuneata</i>	SILIL	5.3	4
3	<i>Nectandracoriacea</i>	NECO	6.6	4

3	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	4	4
3	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	9.3	5
3	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	5.8	6
3	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	5.9	6
3	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	4	4
3	<i>Nectandracoriacea</i>	NECO	4.8	3
3	<i>Crotonniveus</i>	CROTON	6.1	5
3	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	6.5	4
5	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	5.1	4
5	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	4.9	4
5	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	5.1	4
5	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	6.8	5
5	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	5.5	5
5	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	3.5	4
5	<i>Coccolobaspicata</i>	BOB	3.3	4
5	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	6.4	4
5	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	5.9	6
5	<i>Nectandracoriacea</i>	NECO	4.8	4
5	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5.8	5
5	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.5	4
5	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	7	5
5	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	7.2	5
5	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.3	4
5	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	3.5	4
5	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	4.9	4
5	<i>Nectandracoriacea</i>	NECO	5.5	4
5	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	5.3	4
5	<i>Diospyrosuncuneata</i>	SILIL	4.9	4
5	<i>Hampeatrilobata</i>	MAJAHUA	5	5
5	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	8	5
7	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	6	5
7	<i>Ottoschulziapallida</i>	UVASCHE	6.9	6
7	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	8.5	7
7	<i>Nectandracoriacea</i>	NECO	4.9	6
7	<i>Guettardaelliptica</i>	TASTAB	7	6
7	<i>Randiaaculeata</i>	RANDIA	4	5
7	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	4.5	5
7	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	6.5	5
7	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	5.8	5
7	<i>Nectandracoriacea</i>	NECO	4	5
7	<i>Chrysophyllummexicanum</i>	CHIKE	5	4
7	<i>Nectandracoriacea</i>	NECO	4.5	4
7	<i>Neeapsychotrioides</i>	TATSI	4	4
7	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	8.5	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	7.1	5
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.6	5

9	<i>Guettardaelliptica</i>	TASTAB	3.3	4
9	<i>Guettardaelliptica</i>	TASTAB	3.9	4
9	<i>Diospyrosuncuneata</i>	SILIL	4.5	5
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5.7	3
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.4	3
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	6	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5	4
9	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	7.7	4
9	<i>Diospyrosuncuneata</i>	SILIL	5.5	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	6.3	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	7.1	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5.9	4
9	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	4.2	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.2	4
9	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	5.1	3
9	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	3.2	3
9	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	3.7	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5.1	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.7	4
9	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	3.4	4
9	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	8.5	6
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.4	4
9	<i>Coccolobaspicata</i>	BOB	3.8	3.5
9	<i>Diospyrosverae-crucis</i>	DIVE	4.6	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.5	4
9	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.5	4
9	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	4.3	4
9	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	3.6	3
9	<i>Vitexgaumeri</i>	YAAXNIK	8.5	4
9	<i>Dendropanaxarboreus</i>	SAKCHACA	3.8	3
9	<i>Guettardaelliptica</i>	TASTAB	4.6	3
11	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	7	5.5
11	<i>Metopiumbrownei</i>	CHECHEM	6.7	6
11	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	6.8	6
11	<i>Coccolobaspicata</i>	BOB	7.2	4
11	<i>Malpighia glabra</i>	WAYACTE	4.2	4



Registro forestal de los individuos para el cálculo de la diversidad en el sistema ambiental.

Estrato arbóreo

PARCELA	PROGRESIVO	ESPECIE	CLAVE / N.C.	DIÁMETRO	ALTURA (M)
10	1	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	15	8
10	2	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	18.8	8
10	3	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	19.7	9
10	4	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	17.9	9
10	5	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	20.8	9
10	6	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	14.7	9
10	7	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	15.2	9
10	8	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10	8
10	9	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	11	8
10	10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14	8
10	11	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	15.8	8
10	12	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	13.8	8
10	13	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	18	9
10	14	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	16.8	8
10	15	<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	13.2	8
10	16	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	11.5	8
10	17	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	12.5	8
10	18	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10	8
10	19	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	20.5	8
10	20	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	24.3	8
10	21	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	15.1	9
10	22	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	13.2	8
10	23	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	11.1	8
10	24	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	10	8
10	25	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	12.5	8
10	26	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	10.5	8
10	27	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	14.5	8.5
10	28	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	11.1	8
10	29	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	14.3	8.5
10	30	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14.7	8
10	31	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14.2	8
10	32	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	15.2	8
10	33	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	15.5	8
10	34	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	19	9
10	35	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	18.5	9

10	36	<i>Psycidia piscipula</i>	JABIN	15.8	9
12	1	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	12.2	7
12	2	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	10.3	7
12	3	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	10.5	7
12	4	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	10.5	7
12	5	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	12.2	6
12	6	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	12.5	6
12	7	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10.5	6
12	8	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10.2	6
12	9	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	13.5	6
12	10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	12	6
12	11	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	10.1	5
12	12	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	13.8	6
12	13	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	12.2	7
12	14	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	10.5	7
12	15	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14	7
12	16	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	20.9	7
12	17	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10.3	8
12	18	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	16	8
12	19	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	11.9	7
12	20	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	11	7
12	21	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10.2	7
12	22	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	11.2	8
12	23	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10.4	8.5
12	24	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10	7
12	25	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	10	7
12	26	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	11.8	7
12	27	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	11	6
12	28	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	11.1	6
13	1	<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	18.7	9
13	2	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	19.9	7
13	3	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	14.5	7
13	4	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	11.5	7
13	5	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	11.6	7
13	6	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	11.8	7
13	7	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	11.8	7
13	8	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	11.9	7
13	9	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	12.2	8
13	10	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	11	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	12	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	13	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	14	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	15	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	16	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	17	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	18	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	19	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	20	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	21	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	22	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	23	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	24	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	25	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	26	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	27	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6
13	28	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.3	6

13	12	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	12.2	8
13	13	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10.6	8
13	14	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	24.6	8
13	15	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	15.7	7
13	16	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	15.9	7
13	17	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	16.8	7
13	18	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	19.5	7
13	19	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	10.7	7
13	20	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	13.8	8
13	21	<i>Protium copal</i>	COPAL	11.5	7
13	22	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	26.5	9
13	23	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	31.5	8
13	24	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	10.1	7
13	25	<i>Gliricidia sepium</i>	SAKYAB	22.6	9
13	26	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	11.2	8
13	27	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	15	9
13	28	<i>Protium copal</i>	COPAL	14.5	8
13	29	<i>Diphysa yucatanensis</i>	DZUDZUK	10.5	8
13	30	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	15.1	8
13	31	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	18.5	8
13	32	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	11.5	8
13	33	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10	8
13	34	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14.2	8
13	35	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10	8
14	1	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	23.8	8
14	2	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	19.1	9
14	3	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14.4	7
14	4	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	10	7
14	5	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	21.6	9
14	6	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	21	8
14	7	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	15.5	8
14	8	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	11	7
14	9	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	10.5	7
14	10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	13.6	7
14	11	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	12.4	8
14	12	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	21.3	8
14	13	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	23.9	8
14	14	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	13.3	7
14	15	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	15.1	8
14	16	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	15.7	8

14	17	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10.2	8
14	18	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10	8
14	19	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10.5	8
14	20	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	10.6	8
14	21	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	11.4	7
14	22	<i>Sabal yapa</i>	GUANO	18	3
14	23	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	34.8	9
14	24	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	12.8	8
14	25	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	13	8
14	26	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	11.5	8
14	27	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	19.8	8
14	28	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	21.8	8
14	29	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	35	9
14	30	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	13	8
14	31	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	11.3	8
14	32	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	15.5	8
14	33	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	15.8	8
14	34	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	12.1	8
14	35	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	19.6	8
15	1	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	11.4	6.5
15	2	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	12.3	6
15	3	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	13.7	1.7
15	4	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	26.1	6
15	5	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	13	6
15	6	<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	14	7
15	7	<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	14	7
15	8	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	12.8	7
15	9	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	18.6	7
15	10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14	7
15	11	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	19	7
15	12	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	18.2	7
15	13	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	10.5	8
15	14	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	26.5	9
15	15	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	22.5	8
15	16	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	21.8	7
15	17	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	18.5	7
15	18	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14	7
15	19	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	14	8
15	20	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	13.7	8
15	21	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	15.2	8

15	22	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	12.5	8
15	23	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	15.8	9
15	24	<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	16	8
15	25	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	28.9	8
15	26	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	14.7	8
15	27	<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	13.5	8
15	28	<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	10.1	8
15	29	<i>Dendropanax arboreus</i>	SAKCHACA	10.5	8
16	1	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	17.5	8
16	2	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	14.2	8
16	3	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	11.5	8
16	4	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	12.5	8
16	5	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	13	8
16	6	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	13.6	8
16	7	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	13.6	8
16	8	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	20.3	9
16	9	<i>Gliricidia sepium</i>	SAKYAB	18.9	8
16	10	<i>Gliricidia sepium</i>	SAKYAB	15.6	8
16	11	<i>Gliricidia sepium</i>	SAKYAB	15.4	8
16	12	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	21.6	9
16	13	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	12.5	8
16	14	<i>Protium copal</i>	COPAL	12.7	8
16	15	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	17.3	8
16	16	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	12.5	8
16	17	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	14.1	8
16	18	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	17.2	9
16	19	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	11.9	8
16	20	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	12.2	8
16	21	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	11.9	8
16	22	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	13.8	1.7
16	23	<i>Psicidia piscipula</i>	JABIN	18.7	9
16	24	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	14.7	8
16	25	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	11.1	8
16	26	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	24.7	7
16	27	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	17.6	8
16	28	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	17.8	8
16	29	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	13.3	8
16	30	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	17.3	8
16	31	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	17.3	8

Estrato arbustivo

PARCELA	ESPECIE	CLAVE / N.C.	DIÁMETRO	ALTURA (M)
10	<i>Cupania dentata</i>	CUDE	6.5	5
10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	6	4
10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	5.8	4
10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	4.3	4
10	<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	4.3	3
10	<i>Coccoloba diversifolia</i>	SAKBOB	3.5	3
10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	4	3.5
10	<i>Cordia dodecandra</i>	SIRICOTE	5.1	4
10	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5	5
10	<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	4.3	4
10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	8.8	6
10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	4.9	6
10	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	4.4	6
10	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	CHIKE	4.2	3
10	<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	6.6	7
10	<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	8.4	7.5
10	<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	5.1	4
10	<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	3.5	4
10	<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	3.9	4
12	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	4.9	5
12	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	4	5
12	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	3.3	4
12	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	4.6	5
12	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.1	5
12	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	3.3	3
12	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	3.2	3
12	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	7.8	5
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3.3	4
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3.3	4
12	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	8.2	6
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4.5	5
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3.3	3
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4.5	3
12	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	4.2	3
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4.1	3
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3.8	3
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4.4	3

12	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	3.5	3
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3.1	3.5
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4.1	3.5
12	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	6.3	4
12	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	7.9	7
12	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	7.9	7
12	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	3	4
12	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3.2	4
13	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	8	7
13	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	5	7
13	<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	4.2	4
13	<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	3.7	4
13	<i>Zygia stevensonii</i>	KAKAOCHE	4.6	4
13	<i>Protium copal</i>	COPAL	3	4
13	<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	8	5
13	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	3.3	5.5
13	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	8.5	6
13	<i>Diospyros verae-crucis</i>	DIVE	3.3	4
13	<i>Ficus cotinifolia</i>	ALAMO	7.5	6
13	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITINCHE	6.9	7
13	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	5.2	6
13	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	3.2	4
13	<i>Protium copal</i>	COPAL	8	6
13	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	6	5
13	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4.3	4
13	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	5.4	4
14	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3.4	3
14	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	4.8	3
14	<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	6	4
14	<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	5.4	4
14	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	7.2	4
14	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	3.9	4
14	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4	3
15	<i>Eupatorium daleoides</i>	EUDA	4	4
15	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	3.5	4
15	<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	3	3
15	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	3.6	3
15	<i>Hampea trilobata</i>	MAJAHUA	4.3	3
15	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	3.1	3
15	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITINCHE	5.4	3

15	<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	6.5	3
15	<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	5	3
15	<i>Cascabela gaumeri</i>	AKITZ	5.7	3
15	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	3.5	4
15	<i>Ficus obtusifolia</i>	FIOB	5.2	4
15	<i>Coccoloba spicata</i>	BOB	5.6	4
15	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	5.4	4
15	<i>Ficus pertusa</i>	FIPE	6.7	5
15	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	6.5	6
15	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	6.5	6
16	<i>Diospyros cuneata</i>	SILIL	4.4	5
16	<i>Diospyros cuneata</i>	SILIL	6	5
16	<i>Diospyros cuneata</i>	SILIL	5	5
16	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITINCHE	4.4	5
16	<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	3.4	3
16	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITINCHE	5.6	4
16	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	TZALAM	6.8	5
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	5.3	4
16	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	4.9	4
16	<i>Metopium brownei</i>	CHECHEM	6	4
16	<i>Gymnopodium floribundum</i>	TSITSILCHE	4.9	4
16	<i>Gymnopodium floribundum</i>	TSITSILCHE	4.9	4
16	<i>Gymnopodium floribundum</i>	TSITSILCHE	6.4	4
16	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	KITINCHE	5.9	4
16	<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	4.2	5
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	3.9	4
16	<i>Piscidia piscipula</i>	JABIN	8.5	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	3.4	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	4.5	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	5	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	5	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	6.2	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	5.4	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	3.7	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	3	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	3.4	4
16	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	4	4
16	<i>Eugenia sp.</i>	EUGENIA	3.5	4



Regeneración

PARCELA	ESPECIE	CLAVE / N.C.	ALTURA (CM)
10	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	100
10	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	150
10	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	100
10	<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	40
10	<i>Brosimum alicastrum</i>	RAMON	50
12	<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	150
12	<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	100
12	<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	100
12	<i>Guettarda elliptica</i>	TASTAB	100
12	<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	150
13	<i>Nectandra coriacea</i>	NECO	150
13	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	150
13	<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	100
13	<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	100
13	<i>Protium copal</i>	COPAL	150
13	<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	50
14	<i>Coccoloba diversiflora</i>	SAKBOB	100
14	<i>Thrinax radiata</i>	CHIT	150
14	<i>Ottoschulzia pallida</i>	UVASCHE	150
14	<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	100
14	<i>Bursera simaruba</i>	CHACA	100
14	<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	160
15	<i>Psychotria nervosa</i>	CAFÉ	150
15	<i>Vitex gaumeri</i>	YAAXNIK	150
15	<i>Simaruba glauca</i>	NEGRITO	150
15	<i>Alseis yucatanensis</i>	ALSEIS	150
15	<i>Ottoschulzia pallida</i>	UVASCHE	150
16	<i>Manilkara zapota</i>	ZAPOTE	100
16	<i>Cnidocolus multilobus</i>	CHAYA DE MONTE	100
16	<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	100
16	<i>Malvaviscus arboreus</i>	TULIPAN	150

## Anexo VII: Registro del Técnico Forestal



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ENERGÍA

DELEGACIÓN FEDERAL EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO

5025

OFICIO N° 03/ARRM/1935/14  
MÉXICO, D.F. 23/A-1-0087/10/14

Procedencia: Quintana Roo, a 18 de noviembre de 2014.  
2014, Año de Océano Azul

C. MARCOS RUIZ HERNANDEZ  
DOMICILIO: CHICHEK ITZA 120,  
COLONIA SUPERMANZANA 39, C.P. 77800,  
MUNICIPIO DE BENTO JUÁREZ, QUINTANA ROO  
PRESENTE

En atención a su solicitud recibida con fecha 21 de octubre de 2014 mediante la cual solicita su inscripción en el Registro Forestal Nacional como Prestador de Servicios Técnicos Forestales Percepción Fielcro.

Con fundamento en los Artículos 26 y 32 Bis de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 19 fracción XXV, 36, 38 y 40 fracción XX del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 18 fracción VI, 51 fracción IV y 107 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, 18 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y en virtud de haber cumplido con los requisitos que señalan los artículos 76 fracción I y 78 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, y con lo dispuesto en el artículo 194-N de la Ley Federal de Comercio, se certifica:

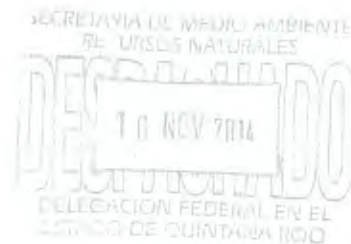
Que en el Registro Forestal Nacional con fecha 18 de noviembre de 2014 se realizó su inscripción inscrito en el Libro CRDO, Tomo 12, Volumen 3, Número 39, Año 14, como Prestador de Servicios Técnicos Forestales Percepción Fielcro, lo que le faculta para llevar a cabo las actividades que se enuncian en el artículo 108 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y en el 77 de su Reglamento.

Lo anterior para su observancia y cumplimiento de las disposiciones legales aplicables.

ATENTAMENTE

EL DELEGADO FEDERAL

LIC. RAÚL OMAR GONZÁLEZ DE CASTILLA



Por lo que respecto del permí, las copias de constitución de este fondo son remitidas vía electrónica.

Cc: Lic. Enrique Velasco Castellanos, Delegado Federal de la Procuraduría General de la Nación, Ciudad de México; Lic. Jorge Jaime, Subdelegado de Gestión para la Protección Ambiental y Recursos Naturales, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ciudad de México.

REGISTRADO



