MODIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO.

Etapa de PRONÓSTICO

H. AYUNTAMIENTO DEL MUNICIPIO DE BENITO JUAREZ

GOBIERNO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

SEMARNAT

2025

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO 1

Imagen Objetivo del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo 2

Ejes y Estrategias de la imagen objetivo 2

1).- El ordenamiento ecológico del crecimiento urbano y rural es prioritario para el desarrollo sustentable del municipio. 2

2). Protección del recurso agua. 2

3) Conservación de la biodiversidad 3

4) La diversificación de las actividades productivas. 4

Modelo Conceptual del Sistema Socio-Ambiental 13

Los bienes y servicios ambientales en el municipio de Benito Juárez 20

Metodología para la modelación de las Tendencias de Deterioro dentro del Municipio 30

Escenario Tendencial de los bienes y servicios ambientales, a partir de estimaciones derivadas del análisis histórico de variables socioambientales. 34

Actividades Sectoriales que fomentan la degradación y deterioro de los bienes y servicios ambientales, así como el cambio en los atributos ambientales que determinan la aptitud del territorio para el desarrollo de las actividades sectoriales 34

a) Desarrollo Urbano; 34

b) Desarrollo Rural; 35

c) Turismo Convencional; 36

d) Turismo Alternativo; 37

e) Minería e Industria Ligera 37

f) Actividad Agropecuaria. 38

g) Aprovechamiento Forestal Sustentable 39

h) Conservación de la Biodiversidad 39

i) Sector Público. 40

Escenario tendencial para el sector Desarrollo Urbano: 42

Dinámica Poblacional. 42

Demandas de Agua Potable y Tratamiento de Aguas Residuales y de Manejo y Disposición de Residuos Sólidos Urbanos 53

Agua Potable y Tratamiento de Aguas Residuales 53

Generación de Residuos Sólidos Urbanos 58

Escenario tendencial para el sector Turismo Convencional:..... 62

Evolución del sector Turismo Convencional..... 65

Tendencias de crecimiento del sector turístico..... 67

Potencial actual de cuartos hoteleros para el municipio de Benito Juárez, de acuerdo a sus instrumentos de planeación vigentes. 75

Escenario tendencial para el sector Desarrollo Rural..... 77

Escenario tendencial para el sector Industria y Aprovechamiento de materiales pétreos. 81

Escenario tendencial para el sector Agropecuario..... 84

Escenario tendencial para el sector Conservación de la biodiversidad. 85

Conclusión del Escenario Tendencial y la modificación de los recursos naturales (bienes y servicios ambientales) 88

La identificación de los principales Impactos Ambientales (acumulativos y sinérgicos) generados por las diversas actividades productivas y proyectos de desarrollo. 91

Descripción y análisis por Unidad Natural o Paisaje de los impactos acumulativos..... 99

Unidad Natural (Paisaje) I Barra Litoral. 99

Unidad Natural (Paisaje) II. Planicie Inundable. 100

Unidad Natural (Paisaje) III. Llanura Rocosa. 100

Consecuencias de los impactos acumulativos por las actividades productivas..... 102

CAMBIO CLIMÁTICO:..... 104

Los posibles efectos del cambio climático en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. 104

ESCENARIO CONTEXTUAL de los bienes y servicios ambientales, considerando los instrumentos de planeación vigentes en el municipio, así como el efecto que tendría la implementación de planes, programas, proyectos y acciones, tanto de los tres niveles de gobierno, como de los particulares (programa de desarrollo urbano, plan municipal de desarrollo, generación de energías limpias, tren maya, proyectos de gran visión de CFE, CAPA/CNA, SCT, SECTUR y otros relevantes), sobre las variables analizadas en el escenario tendencial..... 117

A.- Desarrollo Urbano y rural..... 127

B.- Turismo..... 130

C.- Desarrollo Rural..... 131

D.- Desarrollo Económico. 140

E.- Conservación del Medio Ambiente. 141

F.- Proyectos considerados en el Escenario Contextual..... 141

Escenario Contextual para el municipio de Benito Juárez (crecimiento poblacional al 2050)..... 155

Análisis e identificación de las zonas con potencial para el desarrollo del municipio..... 156

Factores a considerar para el crecimiento del municipio y que pueden modificar los escenarios planteados. 157

Escenario contextual para el sector Desarrollo Urbano. 161

Escenario contextual para el sector Turismo Convencional. 161

Escenario contextual para el sector: Desarrollo Rural. 175

Escenario contextual para el sector: Aprovechamiento de materiales pétreos: 178

Escenario contextual para el sector: Agropecuario 179

Escenario contextual para el sector: Conservación de la Biodiversidad 181

Análisis e identificación de las zonas con potencial para la Conservación 183

ESCENARIO ESTRATÉGICO para el Desarrollo Sustentable del Municipio de Benito Juárez 187

Objetivos del escenario estratégico en la modificación del POEL. 192

IV. LAS TENDENCIAS DE MODIFICACIÓN de los recursos naturales y de cambio de los atributos ambientales que determinan la aptitud del territorio para el desarrollo de las actividades sectoriales. 200

BIBLIOGRAFÍA: 209

ETAPA DE PRONÓSTICO

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

La etapa de pronóstico en el proceso de modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez (POEL BJ) atiende el objeto que indican los artículos 44 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE LGEEPA)[1] y el Artículo 34 del Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE LEEPAQROO). El primero indica que: *La etapa de pronóstico tendrá por objeto examinar la evolución de los conflictos ambientales, a partir de la previsión de las variables naturales, sociales y económicas*; y el segundo: *La etapa de Pronóstico tendrá por objeto examinar la evolución de las actividades productivas, a partir de la previsión de las variables naturales, sociales y económicas*.[2]

A partir de lo anterior se indican las tendencias del comportamiento de los procesos de cambio de los atributos ambientales y de aptitud territorial, fijando escenarios a corto, mediano y largo plazos; considerando: el análisis del estado de los bienes y servicios ambientales; los procesos de modificación en: la cobertura vegetal, de ecosistemas y de poblaciones de las especies sujetas a protección; los efectos del cambio climático; la incidencia de los instrumentos de planeación vigentes en el territorio municipal; las demandas de servicios de dotación de agua potable, manejo de aguas residuales manejo y disposición final de residuos sólidos domiciliarios y los impactos acumulativos identificados[3];.

Con base en lo anterior, esta etapa de Pronóstico en el proceso de modificación del POEL BJ tiene como objetivos principales:

- *Establecer la imagen objetivo para el área de Ordenamiento); y*
- *Examinar la evolución de los conflictos ambientales en función de los comportamientos de las variables naturales, sociales y económicas que pueden influir en el patrón de distribución de los usos del suelo en el área de ordenamiento, considerando tres diferentes escenarios (tendencial, contextual y estratégico).*

[1] DOF. 2003. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico. Publicado en el Diario Oficial de la Federación 08 de agosto de 2003 con última reforma publicada DOF el 31 de octubre de 2014.

[2] POE. 2016. Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo en Materia de Ordenamiento Ecológico. Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, el 21 de septiembre de 2016.

[3] Aspectos señalados en los artículos 44 del ROE LGEEPA y el 34 del ROE LEEPAQROO).

Imagen Objetivo del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo

La Imagen Objetivo del área de sujeta a ordenamiento ecológico del Municipio de Benito Juárez es:

> El municipio de Benito Juárez, Quintana Roo pretende impulsar el desarrollo económico local y regional a través de la diversificación de sus actividades económicas productivas, promoviendo actividades adicionales al turismo convencional e impulsando algunas actividades productivas actuales que han sido relegadas (como las agropecuarias y forestales); también se pretende promover actividades económicas que atraigan inversión y desarrollo (turismo alternativo y desarrollo rural sustentable) bajo el esquema del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales presentes, y que conlleve en un beneficio y mejora en la calidad de vida de sus habitantes, esto sin menoscabo al cuidado del medio ambiente y a la conservación de los recursos naturales y ecosistemas existentes en el territorio municipal.

Ejes y Estrategias de la imagen objetivo

La imagen objetivo del municipio de Benito Juárez se logra mediante la aplicación de cuatro ejes principales y 14 estrategias prioritarias:

1).- El ordenamiento ecológico del crecimiento urbano y el desarrollo rural es prioritario para el desarrollo sustentable del municipio.

De acuerdo con los postulados planteados en el diagnóstico se reconoce que las principales causas del deterioro ambiental en el municipio de Benito Juárez se relacionan con la proliferación de asentamientos humanos irregulares sin servicios básicos, que ponen en riesgo la contaminación del acuífero y la creciente expansión de la mancha urbana inducida por la especulación inmobiliaria, que genera cambios de uso del suelo dentro de los centros de población, afectando las áreas verdes y espacios públicos, así como la ocupación de sitios alejados de la ciudad en zonas agrícolas y terrenos forestales con cambios de uso del suelo sin control. En muchos casos motivados por la incompatibilidad entre los instrumentos de planeación vigentes.

En este municipio se debe regular la ocupación de la propiedad ejidal, disponiendo de manera legal y suficiente de suelo apto para satisfacer ordenada y anticipadamente las necesidades de vivienda y de bienes públicos urbanos, conforme a las proyecciones del crecimiento de la población y las tendencias de la migración, para abatir la incorporación de tierras al desarrollo urbano rompiendo el ciclo invasión-regulación e integrando mediante concertación, la dotación con tierras de origen ejidal y comunal, a cada centro de población de acuerdo con los planes de desarrollo.

Por medio de la compatibilidad entre los instrumentos de planeación y la aplicación coordinada de la normatividad ambiental, se logra establecer desarrollos urbanos y Rurales, integrales y sustentables para satisfacer de viviendas dignas a la población local; con una visión ambiental adaptada a las condiciones particulares de los ecosistemas costeros. A largo plazo, se considera satisfecha la necesidad de mantenimiento y modernización de la infraestructura urbana y el equipamiento suficiente para una ciudad en crecimiento.

2). Protección del recurso agua.

De acuerdo con los resultados de la etapa de Caracterización, se reconoce que el uso del agua subterránea en el municipio Benito Juárez, ha tenido un incremento acelerado en las últimas décadas. Por el crecimiento poblacional y las expectativas de desarrollo de la actividad turística, se

prevén aumentos importantes en la demanda de este preciado recurso. En la actualidad se considera que la disponibilidad del agua subterránea es suficiente para satisfacer la demanda proyectada (CONAGUA, 2012). Sin embargo, es indispensable contar con estudios científicos de CONAGUA como autoridad responsable en la materia que permitan estimar con mayor precisión los rangos permisibles de extracción y los riesgos de contaminación; mientras que los organismos operadores estatal (CAPA) y en el municipio (AGUAKAN) deben aplicar recursos para optimizar y mejorar los sistemas de conducción y distribución del agua potable, promover la aplicación de prácticas de uso y manejo del agua bajo esquemas de sustentabilidad y establecer suficientes redes de recolecta y tratamiento de las aguas residuales en función de los volúmenes previstos.

Las acciones de conservación del agua como recurso prioritario y vital para el desarrollo del municipio, se sustentan en la propuesta interinstitucional para la delimitación y decreto de las áreas de protección de las zonas de extracción, las áreas de amortiguamiento y de reserva del acuífero propuestas por CAPA y CONAGUA.

Mediante los acuerdos de coordinación entre los tres niveles de gobierno, la ejecución de los programas sectoriales y la aplicación de la normatividad se logra una propuesta integral de protección de los acuíferos del Norte de quintana Roo, los cuales descargan sus excedentes en playas limpias y arrecifes saludables. Se cuenta con un programa permanente de saneamiento de las lagunas costeras, así como la instalación y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales en todos los asentamientos humanos; se rehabilitan los caminos rurales; y se cuenta con pasos hidráulicos en los humedales.

3) Conservación de la biodiversidad

La riqueza biológica y la diversidad de ecosistemas terrestres del municipio Benito Juárez, constituyen la base de recursos para el desarrollo de las actividades productivas y al mismo tiempo son fuente de bienes y servicios ambientales de los que pueden gozar los usuarios de los recursos naturales, así como los habitantes y visitantes. En la actualidad en más del 65% del territorio municipal existen extensas áreas con vegetación natural en recuperación que proporcionan bienes y servicios ambientales, por lo que se considera como factible el desarrollo municipal, si se adoptan las medidas adecuadas de regulación de los usos del suelo y se respetan las intensidades de uso previstas.

En el escenario estratégico, se contempla que se mantiene la cobertura vegetal en las áreas naturales protegidas, se mantienen sin alteración los humedales alejados del desarrollo, en las selvas se cuenta con programas de manejo autorizados y las áreas forestales permanentes se mantienen con recursos forestales de calidad, por lo que los porcentajes de ocupación considerados para la conservación de la biodiversidad y los procesos ecológicos persisten en una superficie de cuando menos el 50% del territorio municipal.

Para salvaguardar la biodiversidad, se mantienen y fortalecen los programas de manejo de las áreas naturales protegidas de este municipio, se fomenta el manejo forestal sustentable y se determinan acciones coordinadas de protección y restauración en los humedales y zonas inundables, incluyendo manglares, tulares, sabanas y selvas bajas, donde se mantienen los servicios ambientales que ofrecen estos ecosistemas.

4) La diversificación de las actividades productivas.

La actividad turística de sol y playa que se caracteriza por la afluencia masiva de visitantes atraídos por grandes cadenas hoteleras, ha sido el motor de la economía regional. Sin embargo, la degradación de las playas más atractivas y costos reiterativos para su recuperación, así como las limitadas reservas de crecimiento en la franja costera, ponen de manifiesto una próxima saturación del turismo convencional en este destino y obligan a la diversificación de la actividad turística mediante la captación de nuevos nichos de mercado.

La disponibilidad de recursos naturales prioritarios para el desarrollo municipal como el agua de calidad para el consumo humano, los materiales pétreos para la industria de la construcción y los espacios para el establecimiento de las reservas territoriales urbanas son suficientes para satisfacer las demandas de vivienda con servicios públicos, previstas bajo un escenario regulado con fundamentos de sustentabilidad.

El fomento de acciones y la canalización de inversiones para el establecimiento y desarrollo de nuevas actividades productivas, industriales, comerciales y científico-tecnológicas que sean compatibles con el turismo y la conservación de los ecosistemas costeros son la mejor opción para diversificar las actividades productivas y generar estabilidad económica en el futuro de este municipio.

Las industrias de tecnologías avanzadas en las que el capital científico predomina sobre el capital físico, pueden ser determinantes para la economía de este municipio, si destinan una fuerte inversión en Investigación y Desarrollo y utilizan los insumos del conocimiento y la mano de obra calificada local. Estas empresas aprovechan la innovación tecnológica y organizacional para impulsar una elevada productividad en el sistema y se adecuan rápidamente a las demandas personalizadas, especializadas y masivas. Estas industrias generan nuevos bienes y servicios de elevados efectos multiplicadores en términos de producción y empleo, reivindican el rol de la base económica regional y local, resaltan el papel del aprendizaje, valorizan el capital humano, amplían la diversidad y calidad de los productos que entran al mercado, son agentes activos en los procesos de transferencia de tecnología, favorecen la continuidad de innovaciones y afianzan un clima cultural que rescata el rol de la ciencia y la tecnología.

El uso de biocombustibles y la promoción de energías renovables, así como la aplicación de la biotecnología en la solución de los problemas ambientales y de las tecnologías de la información: para la producción de software, informática, internet y telecomunicaciones; son solo algunas de las opciones productivas de bajo impacto ambiental y que al revalorar el capital humano pueden resultar atractivas en una economía municipal dependiente del turismo masivo.

A continuación se describen las 14 estrategias prioritarias:

a).- Regular los asentamientos humanos y contar con cobertura total para el tratamiento de sus aguas residuales. Es urgente contener la proliferación de los asentamientos irregulares dentro y en el exterior del Centro de Población de Cancún, a fin de recuperar las condiciones ambientales necesarias para la protección del acuífero que abastece la ciudad de Cancún, así como integrar a las comunidades asentadas en zonas de riesgo, dentro del esquema propuesto de desarrollo urbano en nuestro municipio, mediante la regularización de las propiedades y la dotación de servicios públicos. Por la vulnerabilidad del acuífero a la contaminación es necesario que todos los asentamientos humanos (urbanos y rurales) cuenten con cobertura total para el tratamiento de sus aguas residuales.

b).- Diversificar el turismo convencional y alternativo. La diversificación de la actividad turística es impostergable. En la imagen objetivo del municipio, se vislumbra que el turismo de sol y playa ocupa todas las playas atractivas dentro de la costa municipal. Ante esta situación de saturación de las reservas territoriales aptas para el turismo convencional, la diversificación del turismo es una estrategia prioritaria para sostener el desarrollo económico en la región, sobre todo por la presencia de arribazones estacionales de sargazo a las playas del estado. Mediante acuerdos de concertación entre los sectores involucrados, se logra que el turismo masivo se diversifique a través de inversiones concurrentes en el turismo de salud, de convenciones, de negocios y en diversas ramas de turismo alternativo. En la zona de los cenotes, áreas naturales protegidas y zonas con buen estado de conservación, se incrementa la inversión para el turismo alternativo con modalidades de ecoturismo de bajo impacto ambiental.

c).- Promover la apicultura, las actividades agroecológicas y agro-negocios sustentables.- En el escenario estratégico se impulsan las actividades agroecológicas, la apicultura y agronegocios sustentables. Se regulan los fraccionamientos rurales y se ofrece financiamiento para que todas las actividades agropecuarias (preferentemente orgánicas) dispongan de sistemas de tratamiento de sus residuos. Se promueven los agro-negocios, con el objetivo de dar valor agregado, se fomentan los cultivos orgánicos de mayor valor comercial y las modalidades agroforestales y silvopastoriles para generar en el medio rural nuevos empleos bien remunerados, premisas indispensables para el desarrollo de este sector.

d).- Promover mecanismos locales de pago por servicios ambientales.- La conservación de las selvas y los humedales es una tarea estratégica ya que estos ecosistemas además de mantener la biodiversidad generan importantes servicios ambientales como el suministro de agua que abastece a nuestra ciudad. Con la conservación de la biodiversidad se logra el mantenimiento de un paisaje natural atractivo esencial para el turista que visita esta región. En previsión y como medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, es necesario desarrollar mecanismos locales de compensación por los servicios ambientales. De manera complementaria, se consolida un mecanismo local de pago de servicios ambientales para el mantenimiento de las áreas forestales prioritarias para la recarga del acuífero con la participación concertada de asociaciones civiles organismos gubernamentales y la iniciativa privada.

e).- Mantener sin contaminación los acuíferos, cuerpos de agua y playas.- Se asignan recursos para la recuperación de los cuerpos de agua contaminados y se sancionan a los responsables de contaminación. Se establecen acuerdos de coordinación y mecanismos de participación ciudadana para garantizar la clausura de los sumideros de aguas residuales. De acuerdo con CAPA (2024) en la zona Norte de Quintana Roo, se contempla la mayor inversión para la optimización de la infraestructura municipal existente destinada al tratamiento de las aguas residuales municipales y una inversión mayor para la construcción de nueva infraestructura.

f).- Contener el crecimiento urbano y rural dentro de los límites previstos.- Se aplican las medidas de vigilancia y control para lograr que todos los fraccionamientos cumplan con la normatividad vigente. Se espera que a largo plazo el total de las áreas urbanas y los fraccionamientos rurales ocupen menos de una cuarta parte del territorio municipal.

g).- Prevenir y controlar los incendios forestales.- Las medidas de prevención de incendios son eficientes y el control de los conatos de incendios son efectivos. Se logra la recuperación de las áreas previamente afectadas donde se restablece una vegetación secundaria con dominancia arbórea.

h).- Contar con sitios adecuados para la correcta disposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU) así como aquellos de manejo especial (RME) que se generen en el municipio, impulsando su reducción y reciclaje.- Se cuenta con sitios adecuados para la correcta disposición final de los residuos generados en el municipio, previniendo y controlando problemas de contaminación a la atmósfera, suelo, subsuelo y manto freático. Los residuos sólidos urbanos (RSU) así como aquellos de manejo especial (RME) y el sargazo recolectado, se manejan de manera eficiente en sitios separados y se promueve la disminución, reutilización y reciclaje (economía circular) de los RSU y RME que se generan en el municipio.

i).- Restaurar las zonas con vegetación afectada de manera reincidente por incendios forestales, con énfasis en las zonas aguas arriba de los pozos de extracción de agua.- Se acuerda con la CONAFOR considerar a las zonas incendiadas como áreas susceptibles de pago por servicios ambientales, consistentes en su restauración (reforestación), con énfasis en las zonas de importancia para la conservación (polígonos de extracción del agua, zonas “aguas arriba” de los polígonos de extracción de agua, y zonas colindantes a Áreas Naturales Protegidas), además de mantener las áreas con mejor estado de conservación de la vegetación, dentro de los límites municipales.

j).- Regular los bancos de materiales pétreos y rehabilitar todos los bancos abandonados.- Se regulan todos los bancos de materiales pétreos, estableciendo franjas de cobertura arbórea y se recuperan los residuos del desmonte y despalme para emplearse en las actividades de rehabilitación de todos los bancos de materiales pétreos abandonados. En las zonas urbanas los bancos de materiales abandonados se rehabilitan como áreas de equipamiento público.

k).- Fomentar el manejo forestal sustentable en el territorio municipal.- Se fomenta el manejo forestal sustentable en una superficie mayor a una cuarta parte del territorio municipal y se encuentran en operación unidades certificadas para el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. Se ordenan las áreas forestales y se promueve el aprovechamiento forestal sustentable de recursos maderables y no maderables. Se promueven las Unidades de Manejo de Vida Silvestre (UMAs) en la modalidad de vida libre con especies nativas, donde se mantiene la cobertura vegetal. Las aportaciones al fondo forestal que por compensación de los cambios de uso del suelo que se autoricen en este municipio, se canalizan hacia las áreas que requieren acciones de restauración dentro del territorio municipal.

l).- Mejorar la productividad y el uso eficiente de los suelos.- Las actividades productivas se ubican en función de la aptitud y vocación natural de los suelos. Los proyectos y programas gubernamentales respetan los usos y criterios de regulación establecidos por los instrumentos de planeación. Se evita el desperdicio de los recursos naturales por lo que se utilizan y aprovechan de manera eficiente.

m).- Impulsar la generación de energías limpias.- El empleo de combustibles fósiles para la producción de energía deriva en una emisión de gases efecto invernadero (GEI) que contribuyen al cambio climático. Considerando los compromisos internacionales firmados y ratificados por nuestro País, es necesario impulsar la reestructuración del modelo de producción energética para incorporar las opciones de generación de energía mediante el aprovechamiento de agentes eólicos, hídrico o

energía solar. Esta actividad forma parte del sector estratégico para mantener la soberanía nacional, siendo indispensable ser considerado en la zona de aplicación del POEL.

n).- Elevar el nivel de protección de las zonas de extracción de agua y fortalecer la vigilancia en las zonas de amortiguamiento, aguas arriba de los pozos.- La protección de los acuíferos ante el riesgo de la presencia de asentamientos irregulares, y las consecuencias para los habitantes presentes y futuros del municipio, es una prioridad; razón por la cual se promueve el decreto de un área natural protegida estatal que abarque las zonas de extracción del agua, fomentando a su vez, la presencia de corredores biológicos que contribuyan con la permanencia y/o incremento de la biodiversidad en el municipio.



Figura 1.- Representación esquemática de la imagen objetivo del municipio de Benito Juárez, con sus ejes rectores y principales estrategias en el escenario estratégico.

Esta imagen objetivo deriva del análisis de los usos actuales, de la recopilación de opiniones y perspectivas de diferentes actores clave y tomadores de decisiones, tanto del municipio como del estado, contrastada con los mapas de aptitud realizados para las diferentes actividades sectoriales y los mapas de conflictos. Su horizonte se extiende a un lapso de 25 años.

Tabla 1.- Matriz de Ejes rectores y Estrategias para la construcción de la imagen objetivo del Municipio de Benito Juárez.

EJES RECTORES \ ESTRATEGIAS	a) Regular los asentamientos humanos	b) Diversificar el turismo convencional y alternativo	c) Promover alternativas agroecológicas y agro-negocios sustentables	d) Promover pago por servicios ambientales	e) Mantener libre de contaminación a los acuíferos, cuerpos de agua y playas	f) Contener el crecimiento urbano y Rural dentro de los límites previstos	g) Prevenir y controlar los incendios forestales	H Contar con sitios adecuados para la correcta disposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU) así como aquellos de manejo especial (RME)	i) Dotar de áreas verdes suficientes y accesibles en asentamientos humanos	j) Regular los bancos de materiales pétreos y rehabilitar todos los bancos abandonados	k) Fomentar el manejo forestal sustentable en el territorio municipal	l) Mejorar la productividad y el uso eficiente de los suelos	m) Impulsar la generación de energías limpias	n) Promover la protección de los acuíferos y la biodiversidad.
Conservación de la biodiversidad			X	X		X	X		X	X	X	X		X
Diversificación de las actividades productivas		X	X								X	X	X	
Ordenamiento ecológico del crecimiento urbano y Rural	X					X		X	X	X		X	X	
Protección del recurso agua	X			X	X	X	X	X		X	X	X		X

Estas estrategias además se relacionan con varios de los programas sectoriales identificados y considerados en la etapa de Diagnóstico, entre los que destacan:

- **Sitio(s) para la disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y Residuos de Manejo Especial (RME).-** Ante la realidad actual del municipio respecto de su número de habitantes, así como de las tendencias de crecimiento poblacional, y ante una contingencia ambiental que se presentó en el municipio por la saturación del sitio donde se disponían los RSU (la Parcela 196, en el vecino municipio de Isla Mujeres), las autoridades municipales promovieron la ubicación, construcción y operación de una celda emergente (con un tiempo de vida de aproximadamente 2 años que se cumplen en 2026) para disponer, de acuerdo a la Normatividad vigente, los RSU generados en los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres. Sin embargo, es necesario considerar un sitio adecuado para la disposición final de estos RSU a largo plazo (al menos 20 años), además de adecuar la normatividad para promover y ajustarse a las nuevas tecnologías que existan en su momento, para la disminución, reutilización y reciclaje (economía circular) de los RSU y RME que se generan en el municipio. Esto se relaciona con los ejes 1 y 2 (el ordenamiento ecológico del crecimiento urbano y rural y la protección del recurso agua,

respectivamente), ya que la existencia de esta infraestructura permitirá en el primer caso, dotar de un servicio fundamental para contribuir a un medio ambiente sano a los habitantes del municipio; mientras que en el segundo es indispensable mantener la calidad ambiental del acuífero de los efectos contaminantes derivados de una mala disposición de los RSU y/o RME (escurrimiento de lixiviados y percolación de sustancias contaminantes provenientes de residuos peligrosos). También se relaciona a las estrategias de prevenir la contaminación ya mencionada a los acuíferos, cuerpos de agua y playas, así como al promover un uso eficiente de los suelos, determinando las áreas con mayor aptitud para este tipo de infraestructura y dar certeza al desarrollo de actividades compatibles, evitando la presencia cercana de asentamientos a estas áreas de disposición final de RSU/RME.

- **Fomento del desarrollo agropecuario.-** Esta actividad ha decrecido significativamente en la última década, a pesar de existir grandes superficies de ejidos dentro del municipio de Benito Juárez (ejidos de Isla Mujeres y Alfredo V. Bonfil), y zonas agropecuarias del gobierno del estado. Esto se debió en gran parte a la falta de interés en esta actividad, compensando el posible beneficio económico por la venta irregular de lotes para viviendas a personas de escasos recursos. Sin embargo, existen nuevas condiciones de mercado para promover en la superficie con aptitud agropecuaria y rural del municipio una producción agrícola con mayor sentido comercial, destinada a sectores de la población que prefieren alimentos orgánicos. Lo anterior implica la producción de productos en sistemas confinados, que bajo un manejo adecuado puede diversificar la actividad de generación de productos hortícolas, frutales, cárnicos y miel; principalmente de aquellos que por su origen orgánico alcanzan valores mucho más elevados que aquellos producidos de manera convencional y que utilizan una gran cantidad de insumos agroquímicos. El fomento y promoción de los cultivos orgánicos y el establecimiento de apiarios en las áreas rurales del municipio contribuiría a ofrecer alternativas para evitar la presencia de superficies que en la actualidad sólo tienen como opción un uso rural no controlado para venta de lotes para vivienda (sin presencia de servicios básicos), y acarreando grandes problemas a las autoridades municipales y estatales en un posible esquema de regularización de estos asentamientos irregulares. Este programa sectorial se relaciona con el eje 4 (Diversificación de las actividades productivas), ya que el fomento de estas actividades proporciona la oportunidad de fomentar actividades económicas para las zonas rurales y ejidales del municipio, generando fuentes de empleo y que puede ser también una alternativa interesante que frene la venta de tierras con aptitud agropecuaria, evitando su conversión a uso urbano y/o rural. Este programa de fomento también se relaciona a las estrategias: c, e, g y l, al promover un mejor uso de las áreas agropecuarias, eficientizando su producción a través del apoyo económico, promoviendo a su vez la agricultura orgánica y desincentivando el uso de fertilizantes y/o pesticidas que pudieran contaminar al manto freático.
- **Protección de las zonas de agua**.- El recurso agua es un eje fundamental para el desarrollo del municipio, siendo permanente contar con la adecuada cantidad y calidad en el abasto. En la actualidad este vital recurso está sujeto a riesgos y presiones por el crecimiento desordenado de asentamientos humanos; existiendo evidencia documentada de riesgo de contaminación del manto freáticos del cual se abastecen los habitantes de los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres para sus actividades cotidianas, así como para la realización de diversas actividades productivas en la zona. La protección al acuífero se relaciona con el eje 2 (Protección del agua),

ya que se considera prioritario ordenar las actividades en la superficie municipal que pudieran amenazar al acuífero, con las repercusiones que esto ocasionaría sobre el resto de las actividades sectoriales, principalmente a las consecuencias hacia la población municipal por una posible contaminación de la principal fuente de abastecimiento de agua potable. Este programa también se relaciona a las estrategias: a, d, e, f, g, k y l, al promover un mejor uso de las áreas agropecuarias, eficientizando su producción; ya que, de llevarse a cabo las acciones para el cumplimiento de las estrategias, se disminuiría considerablemente el riesgo de afectación a los mantos freáticos, asegurando uno de los principales componentes de la sustentabilidad para el desarrollo presente y futuro del municipio.

- **Cárcel Pública Municipal (Centro Penitenciario)**.- Esta infraestructura de seguridad es una necesidad social, más que ambiental, pero de alguna manera se relaciona al eje 1, y lo más importante, es que mientras se realice con los controles adecuados de sus impactos, su presencia no afecta de manera significativa al ambiente del municipio.
- **Patio de maniobras del Tren Maya (Terminal multimodal)**.- Como complemento a la reciente presencia del Tren Maya, se requiere de integrar a la visión turística de esta infraestructura de transporte de personas la de carga, permitiendo la construcción de una zona industrial (grúas, carga y descarga de contenedores y bodegas) que satisfaga las necesidades de transporte de insumos que se generan desde el centro del país, para el municipio y la zona norte del estado; minimizando la necesidad de transporte terrestre con tráileres y camiones de gran tonelaje por las carreteras federales y estatales. Esta infraestructura se relaciona con el eje 4 y con las estrategias h y l.
- **Generación y distribución de energías limpias.-** Esta actividad de gran importancia para atender compromisos internacionales destinados a reducir los efectos de cambio climático y mantener la soberanía nacional en sectores estratégicos, permite contribuir a atender una creciente demanda de energía y con beneficios ambientales por disminuir la tendencia de generación de gases efecto invernadero (GEI); relacionándose con los ejes 1 y 4, y con las estrategias d y m.
- **Ordenamiento de asentamientos irregulares y atención al proceso de conurbación intermunicipal.-** Uno de los principales problemas en el municipio ha sido la proliferación de asentamientos irregulares dentro y fuera del Centro de Población Cancún, principalmente en zonas ejidales, donde la gente subsiste sin servicios básicos (agua, drenaje, recolecta de residuos sólidos urbanos), pero también sin calles pavimentadas, alumbrado público y equipamientos mínimos (escuelas y clínicas o centros de salud). Uno de los sitios donde existe la mayor concentración de población fuera del centro de población es la denominada “Colonia Chiapaneca” y “El Porvenir”, asentamientos reconocidos desde la última actualización del POEL, en el año 2014. Desde aquel entonces, la zona le fue asignada como una Unidad de Gestión Ambiental que quedó sujeta a un Programa de Desarrollo Urbano que nunca fue realizado; Sin embargo, la población en ese sitio continuó creciendo (y demandando servicios). Si esta zona se incorpora al Centro de Población para que en el futuro inmediato se considere dentro del PDU, se podrá contar con una base legal sólida para la inversión en la atención de la dotación de los servicios básicos que por una parte requiere la población en ese lugar. Con la acción anterior se estima que se regularizaría aproximadamente al 40 a 45 % de la población en condiciones de irregularidad y por otra, se iniciará la solución a los problemas ambientales aparejados a estos

asentamientos (contaminación de suelo y subsuelo, incendios forestales, afectación a la biodiversidad, afectación a los servicios ambientales, entre otros).

Respecto de la conurbación entre los municipios de Benito Juárez y Puerto Morelos, este es un proceso que también se inició desde hace varios años, y que requiere de una atención puntual. La presencia de hoteles, viviendas, negocios, bodegas, gasolineras, bloqueras y bancos de material pétreo conforman un corredor continuo en los 5.5 km que separan los centros de población de ambos municipios (por la carretera federal 307). Este crecimiento inercial requiere de un orden y dotación paulatina de servicios, para lograr un crecimiento ordenado y sustentable para esa zona, en la que, por la reciente presencia del Tren Maya, ha presentado un incremento en la presión de desarrollo urbano, turístico y comercial en esa franja. Lo anterior demanda considerar el efecto de inducción del desarrollo del Tren Maya a la vera de la vía de comunicación y asegurar la permanencia de zonas frágiles; lo anterior mediante una adecuada asignación de usos del suelo que resulten de un Plan Maestro de Desarrollo para la franja del tramo 5 que abarca desde la vía férrea hasta la carretera.

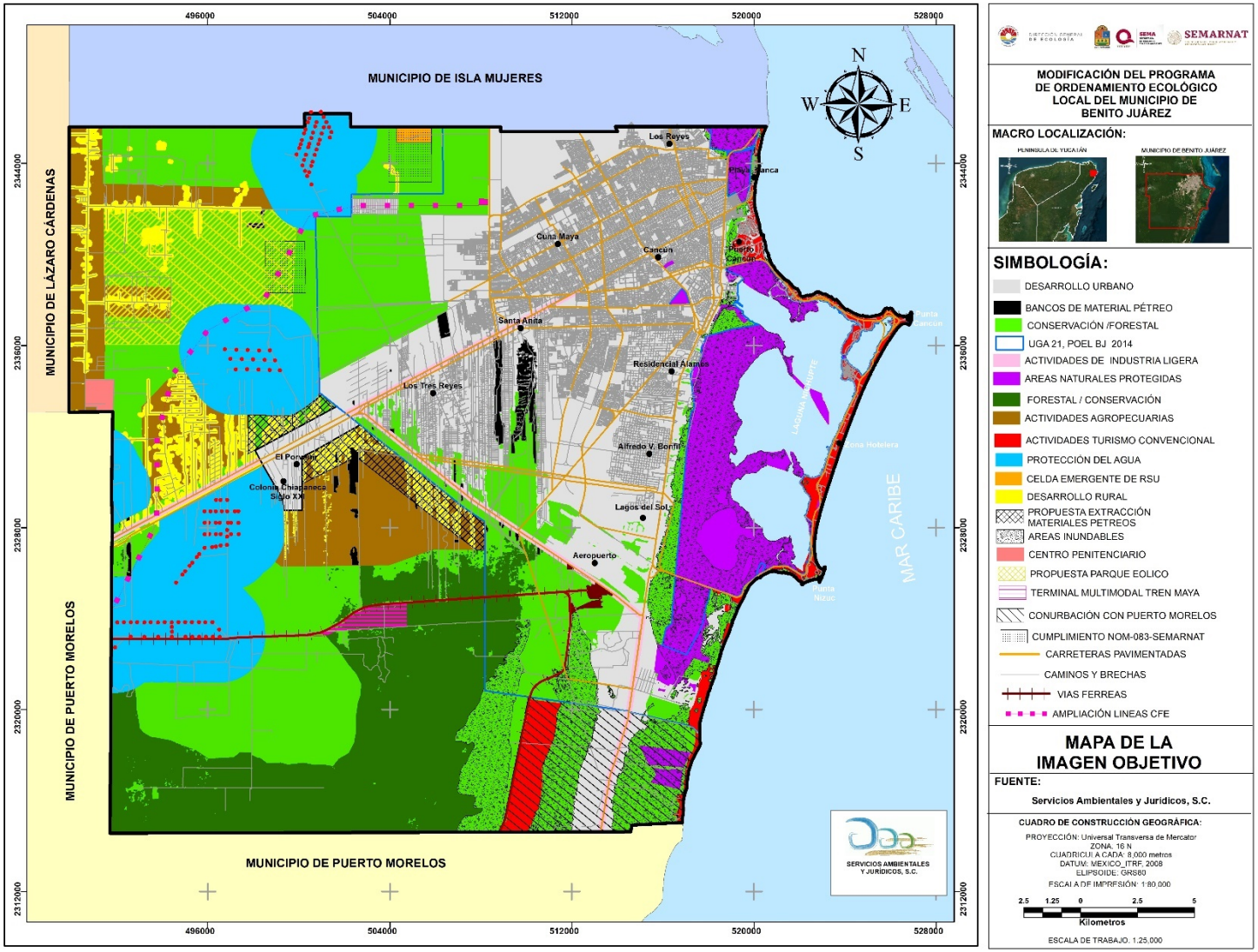


Figura 2.- Representación espacial de la imagen objetivo para el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

MODELO CONCEPTUAL DEL SISTEMA SOCIO-AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DEL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO.

La modificación del ordenamiento ecológico local del municipio de Benito Juárez es un proceso de planeación participativa que se promueve a través de la coordinación entre las dependencias y entidades de la administración pública federal, con el gobierno estatal y sus organismos dependientes y las autoridades municipales. Esta actualización (modificación) del programa de ordenamiento ecológico local se formula con la participación social corresponsable de los representantes de los grupos y sectores involucrados, mediante mecanismos transparentes de acceso, publicación y difusión de los métodos utilizados y de los resultados obtenidos.

La clasificación de la información ambiental, su análisis y la generación de resultados aplicables al territorio municipal, se fundamenta en la instrumentación de un marco lógico y sistemático de análisis que incluye el sistema ambiental, el territorio municipal y las unidades de gestión ambiental. Así mismo se fundamenta en un proceso de toma de decisiones para la gestión ambiental, basado en la aplicación de criterios de evaluación para la priorización de las actividades productivas promisorias y la regulación de los usos de suelo en función de la menor afectación potencial de los objetos y procesos de conservación prioritarios. Estos principios se consideran durante la toma de decisiones para la confrontación de los intereses sectoriales con la evolución de los atributos ambientales y la aptitud del territorio en la solución de los conflictos ambientales.

Como parte del proceso de modificación del programa de ordenamiento ecológico del municipio de Benito Juárez, ya se realizaron en etapas previas las siguientes acciones:

a. Se identifican las actividades sectoriales que inciden en el área de estudio y se analizan los problemas ambientales que generan, sobre todo con respecto a la oferta y demanda de recursos naturales; el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales, así como de la protección y conservación de los ecosistemas y de la biodiversidad;

b. Se analiza la aptitud del territorio y se definen las zonas donde se presentan conflictos ambientales que deben resolverse con la aplicación de las estrategias ecológicas. En esta etapa de pronóstico se describen las tendencias del deterioro de los recursos naturales y se hacen las proyecciones de variables clave que describen los escenarios tendencial, contextual y estratégico.

El modelo conceptual del sistema socio-ambiental aplicable a la modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Benito Juárez, que se representa de manera esquemática en la figura siguiente, se plantea bajo las premisas del desarrollo sustentable, con el enfoque de sistemas complejos para la gestión del territorio y el aprovechamiento de los recursos naturales y se fundamenta en el marco jurídico de la normatividad ambiental vigente.

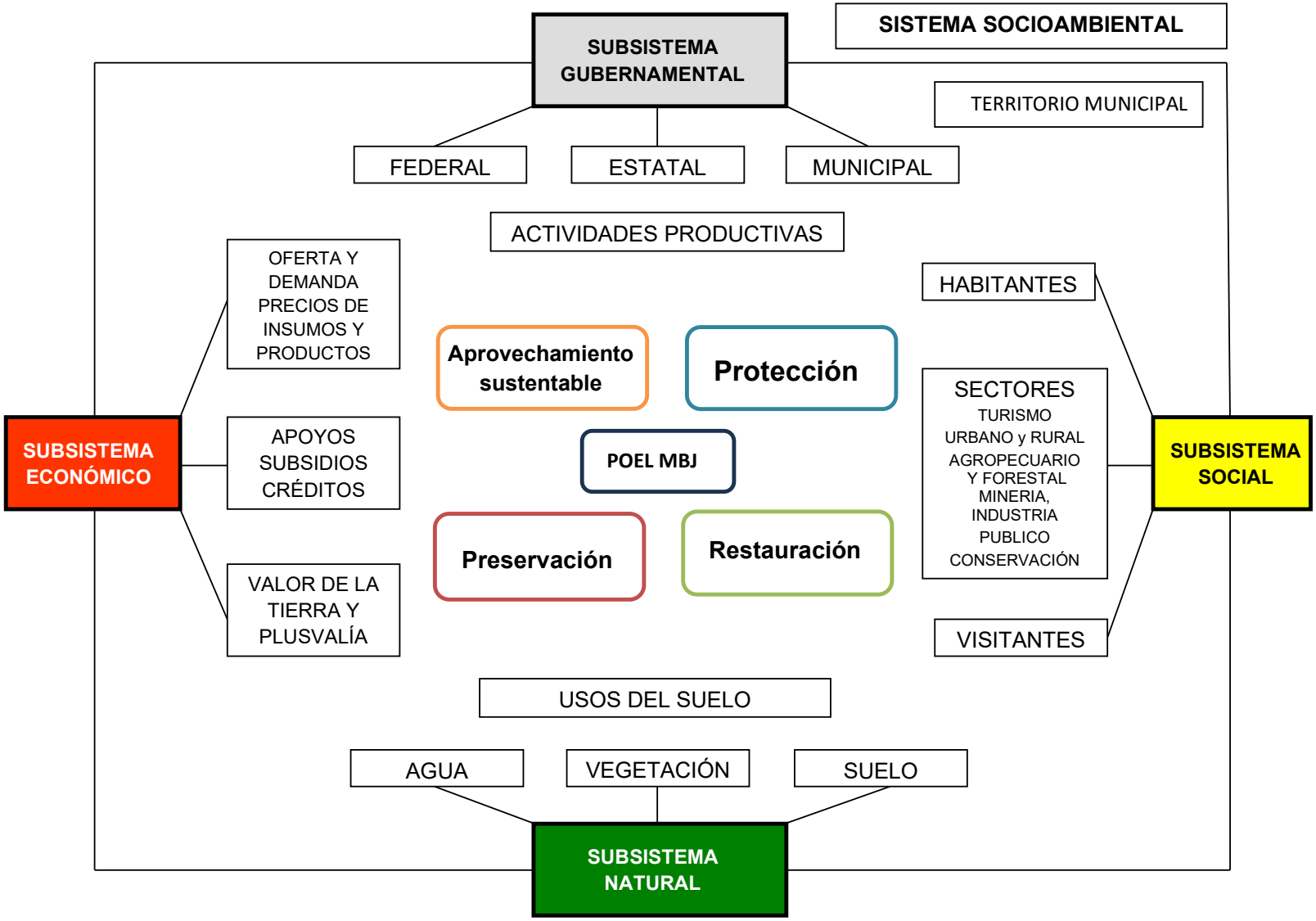


Figura 3. - Representación esquemática de las relaciones del sistema socioambiental para la modificación del POEL MBJ.

En la estructura de este sistema socioambiental se definen cuatro subsistemas con tres elementos clave del potencial productivo y determinantes en las posibles soluciones de los problemas y conflictos ambientales. En el subsistema natural se agrupan tres elementos clave: agua, vegetación y suelo, los cuales son determinantes para sustentar las actividades productivas. Se concibe al subsistema natural como sustento y amortiguador de las relaciones de los subsistemas social, económico y gubernamental; pero también es el subsistema forzado para su aprovechamiento por los otros subsistemas.

En cada subsistema se señalan y agrupan los elementos clave. En el subsistema social se incluyen a los grupos sectoriales, los habitantes o población local y los visitantes o turistas. En el subsistema gubernamental se agrupan las dependencias federales, estatales y municipales y los órganos desconcentrados responsables de la administración y gestión de los recursos naturales, la regulación de los usos del suelo y el fomento y promoción de las actividades productivas. En el subsistema económico se agrupan elementos clave determinantes del desarrollo o del deterioro de los recursos naturales como: los precios de mercado de los productos e insumos, los apoyos financieros, créditos y subsidios a proyectos que afectan los recursos naturales, así como el valor de la tierra y su plusvalía.

En este modelo se espera que con la aplicación de las políticas ambientales de: Aprovechamiento sustentable, Protección, Restauración y Preservación, se puedan satisfacer las necesidades sociales y los intereses sectoriales, a través de la regulación de los usos del suelo fuera de los centros de población y mediante criterios de regulación ecológica en los centros de población, pero sin poner en situación de riesgo y sin comprometer a futuro los recursos naturales y los procesos ecológicos prioritarios, manteniendo sin contaminación el acuífero, conservando la biodiversidad y la capacidad de recuperación de los ecosistemas.

El funcionamiento de este sistema socioambiental se realiza en tres niveles: en el nivel más general se definen las estrategias y lineamientos que rigen y dan dirección a las acciones que se pretenden ejecutar para el logro de los objetivos planteados. En el nivel intermedio, operativo o táctico se definen los programas y proyectos que son afines con las directrices planteadas. En el nivel más bajo de ejecución, con el monitoreo y la evaluación se definen los criterios e indicadores que corresponden a las variables clave que se utilizan en el proceso de análisis y formulación de las proyecciones y previsiones. Para el logro de los objetivos de este ordenamiento es particularmente indispensable que durante el funcionamiento del sistema socio-ambiental, se mantenga la alineación y reorganización de los intereses sectoriales mediante la aplicación de estrategias, programas y criterios que privilegien el uso común y el bienestar social por encima de los gustos y las preferencias personales.

En el proceso de gestión de los recursos naturales, para el control de las actividades productivas se priorizan en función de su contribución al desarrollo económico del municipio y por su contribución a la conservación de los recursos naturales y procesos ecológicos prioritarios.

Entre las actividades productivas que contribuyen más al desarrollo socioeconómico del municipio de Benito Juárez, destacan el turismo convencional y el desarrollo urbano. Se reconoce también que en este municipio existen condiciones propicias para que el desarrollo rural contribuya a la generación de empleos, bienes y servicios para la población local. Mientras que el aprovechamiento

de materiales pétreos, y la industria ligera son actividades económicas complementarias indispensables para el desarrollo municipal pero que pueden generar impactos ambientales irreversibles.

Entre las actividades humanas que contribuyen más para la conservación de los recursos naturales y el mantenimiento de los procesos eco-sistémicos en el municipio de Benito Juárez, destacan la protección del agua y la conservación de la biodiversidad. Se reconoce también que en este municipio existen condiciones propicias para que el desarrollo de actividades forestales y del turismo alternativo que pueden contribuir mediante su promoción en la generación de empleos, bienes y servicios para la población local, al mismo tiempo que se protegen las masas forestales y los cuerpos de agua.

Para una mejor comprensión del Modelo Conceptual del Sistema socioambiental definido para la modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Benito Juárez, éste se retoma agrupando las actividades sectoriales afines y con menores conflictos ambientales (dada la naturaleza de las actividades sectoriales) y se simplifica su interpretación.

La estructura del sistema socioambiental y los postulados que se describen a continuación sustentan los resultados de esta etapa de Pronóstico y se formulan como parte integral del proceso para la modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Benito Juárez.

Por medio de su ejecución se pretende maximizar los consensos y minimizar los conflictos entre los diferentes sectores sociales, bajo el esquema de un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, además de buscar la protección y preservación de los ecosistemas a largo plazo, la restauración de las áreas degradadas y la conservación de los principales atributos ambientales presentes en el territorio municipal mediante usos de bajo impacto ambiental, asegurando su persistencia a largo plazo.

En el escenario estratégico se contempla que las actividades sectoriales de Turismo convencional y Desarrollo urbano son las actividades promisorias y la que contribuyen más al crecimiento económico y demográfico en el municipio de Benito Juárez. Asimismo, se reconoce como indispensable que los sectores Público y Conservación que tienen la capacidad de regulación e incidencia en los demás sectores se fortalezcan para que mediante acciones de cooperación y coordinación interinstitucionales puedan enfrentar los actos ilícitos que amenazan los bienes y servicios ambientales prioritarios en nuestro municipio.

ETAPA DE PRONÓSTICO

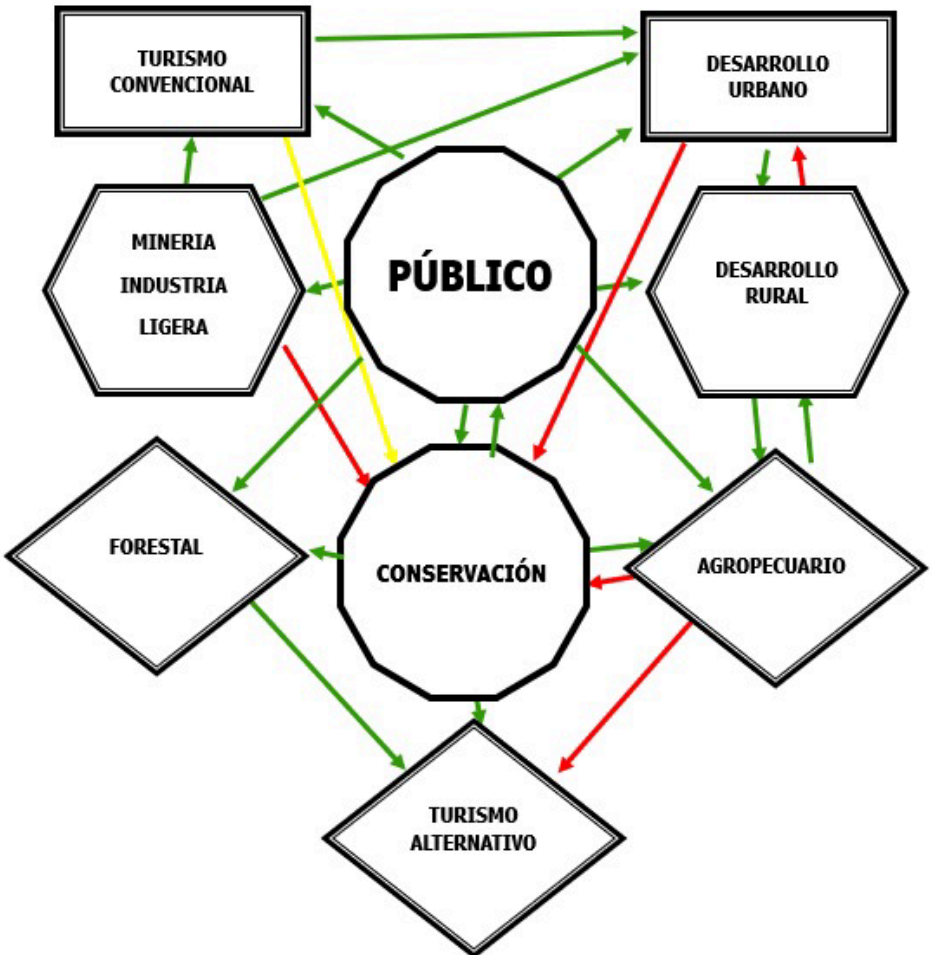
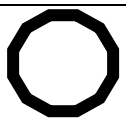
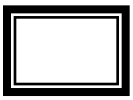


Figura 4.- Modelo conceptual del sistema socio-ambiental del municipio de Benito Juárez que muestra las interacciones deseables entre sectores para el logro de la imagen objetivo.

Tabla II.- Agrupación de los sectores según su interacción en el municipio de Benito Juárez.

	Sector con capacidad de regulación e incidencia en los demás sectores que requiere ser fortalecido mediante acciones de cooperación y coordinación interinstitucionales para enfrentar los actos ilícitos que amenazan los bienes y servicios ambientales prioritarios.
	Sector con actividad socioeconómica predominante en el Municipio, que debido a su potencial crecimiento genera cadenas de valor y presenta altas tasas de modificación de los ecosistemas y del uso de suelo.
	Sector con actividad socioeconómica importante en el Municipio, que requiere de regulación y control ya que genera altos impactos ambientales y presenta tasas medias de modificación de los ecosistemas y del uso de suelo.
	Sector con actividad socioeconómica de baja representación en el Municipio, que requieren de promoción y fomento y presentan tasas menores o nulas de modificación a los ecosistemas y de cambios de uso de suelo.

ETAPA DE PRONÓSTICO

El modelo conceptual para el municipio de Benito Juárez se construyó considerando los sectores identificados en las etapas de Caracterización y Diagnóstico, sus interacciones (positivas y/o negativas) y la compatibilidad o concurrencia espacial en función del tipo de recursos requeridos. En el marco conceptual se puntualizan todas las interacciones que existen entre los diferentes tipos de actividades que se realizan en el Municipio de Benito Juárez.

El desarrollo socioeconómico que ha tenido el municipio ha generado las tendencias por los sectores como el Urbano, Turismo, que son las causas principales en la modificación del paisaje y el deterioro ambiental del territorio municipal y entrando en conflicto con el sector Conservación, disminuyendo hábitats naturales e interrumpiendo corredores biológicos los cuales ponen en riesgo la biodiversidad local. En consecuencia, el Sector Publico implementa políticas públicas dirigidas a la conservación encaminadas a la recuperación y el uso sustentable de los recursos naturales de los ecosistemas.

Las actividades predominantes en cuanto a aprovechamiento de grandes superficies de suelo y por ende, a la modificación de los ecosistemas, están representadas por el Turismo Convencional, el Desarrollo Urbano y el Desarrollo Rural. Como se puede observar en el modelo conceptual del sistema socioambiental, la interacción positiva es fuerte entre el sector Turismo Convencional y el sector Urbano (desarrollo urbano), ya que la actividad turística al generar nuevos cuartos y nuevos sitios para desarrollar la actividad, se incrementa la necesidad de nuevos empleos, y estos a su vez, van a requerir viviendas, la cual debe cubrir esta demanda el sector urbano. Así mismo, el sector Minería e Industria Ligera está ligado con el crecimiento del turismo convencional como también del desarrollo urbano con una interacción positiva fuerte y positiva, respectivamente. El sector Urbano como el sector desarrollo rural, interactúan tanto de una manera positiva y de manera negativa: la primera es que las áreas urbanas se planifican para mantener un adecuado orden en su crecimiento y los provean de los servicios básicos a las viviendas, mitigando los impactos negativos sobre los recursos naturales y disminuyendo los riesgos de contaminación al suelo y al acuífero; y por otro, lado el desarrollo rural de asentamientos humanos irregulares ejerce una presión significativa sobre ecosistemas críticos como selvas y cuerpos de agua subterráneos, poniendo el riesgo la calidad del agua para consumo humano.

La actividad agropecuaria no es relevante en el municipio, sin embargo las existentes y las que se promuevan a través de las instancias públicas se deben de hacer con responsabilidad, ya que estas pueden ocasionar modificaciones al paisaje; es decir, se trasforma la superficie considerable de los ecosistemas para ser utilizados para su actividad, entrando en conflicto con el turismo alternativo de manera negativa, al alterar las condiciones originales del ecosistema y perder elementos atractivos para la actividad turística. Sin embargo, si su planificación se da de manera sustentable, puede generar beneficios económicos alternos a este segmento de la comunidad, como promover la actividad forestal no maderable con un aprovechamiento sustentable, estableciendo sus programas de manejo. De esta manera se mantiene la masa forestal, protegiendo los hábitats y especies clave para la conservación; ya que su interacción, como se indica el modelo, es positiva, así como el turismo alternativo con el sector conservación.

La Minería e Industria ligera, interactúan de manera positiva fuerte con el sector turismo convencional y con el sector urbano, debido a que más crecimiento de la infraestructura hotelera requiere de más material para la construcción, generando importantes empleos y en consecuencia beneficios económicos para la comunidad; pero entra en conflicto con el sector conservación,

interactuando de manera negativa fuerte, ocasionando aumento en el deterioro ambiental de los ecosistemas, poniendo en riesgo la estabilidad del suelo, la destrucción de hábitats y modificación del paisaje de manera irreversible.

Dentro de los sectores que se representan actividades con una tasa moderada de cambio de uso de suelo y de afectación a los ecosistemas son: la actividad agropecuaria y el turismo alternativo y el forestal. Estos sectores actualmente presentan una tasa moderada de afectación a los ecosistemas, ya que, con excepción del turismo alternativo, estas actividades se realizan principalmente en ecosistemas alterados, en una proporción de ocupación del territorio muy baja, y en sitios con presencia cercana de infraestructura vial (caminos y carreteras).

Cabe señalar, que las actividades de conservación que contempla el recurso agua y biodiversidad, aprovechamiento forestal sustentable y extracción del agua; las cuales se ven mayormente influenciadas por todos los sectores anteriormente mencionados, y en las que estas mismas actividades propician escasas modificaciones a los ecosistemas y/o cambios de usos de suelo agresivos.

El SECTOR PÚBLICO debe de implementar las políticas públicas en lo referente a:

- **Políticas de Aprovechamiento Sustentable:** Uso sostenible de los recursos naturales por parte de los sectores económico, social y privado para evitar su degradación. (Programas de manejo)
- **Políticas de Restauración:** Recuperación de áreas degradadas mediante reforestación, rehabilitación de suelos y restauración de cuerpos de agua, liderada por los sectores público. (Proyectos de reforestación con especies nativas financiados por el gobierno y ejecutados por comunidades.).
- **Políticas de Preservación:** Conservación de áreas críticas para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos mediante zonas protegidas o reservas ecológicas. (Creación de reservas privadas o áreas naturales protegidas gestionadas por ONG o entidades privadas).
- **Políticas de Protección:** Regulación estricta contra actividades ilegales (deforestación, minería ilegal, caza furtiva) mediante inspección, vigilancia y sanciones lideradas por las instancias de gobierno competentes). Implementar programas de monitoreo ambiental con apoyo de tecnología como drones e imágenes satelitales de forma continua.

Con esto, lograr la restauración efectiva de mejorar los servicios ecosistémicos los que beneficia a la comunidad y las actividades económicas. Además de evitar la sobreexplotación de recursos naturales que genera degradación y conflictos sociales.

https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe18/tema/cap2.html

Los bienes y servicios ambientales en el municipio de Benito Juárez.

Los **servicios** ecosistémicos o **ambientales** son aquellos que la naturaleza o los procesos ecológicos proveen a los seres vivos y al planeta. Los bienes ambientales son recursos naturales que se pueden usar o consumir directamente, mientras que los servicios ambientales son las funciones de los ecosistemas que benefician a las personas

Existen cuatro tipos diferentes de servicios ecosistémicos: de provisión, regulación, de soporte y culturales; todos ellos son fundamentales para la salud y el bienestar de los seres humanos.

Para el municipio de Benito Juárez se identificaron 6 bienes naturales y en los que se llevan a cabo los procesos naturales y que proporcionan diversos servicios ambientales que benefician a los habitantes / sectores del municipio:

Tabla.- Bienes y Servicios Ambientales para el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

Bienes Naturales	Servicios Ambientales
Agua	Fuente de abastecimiento
	Reserva estratégica futura
	Ecoturismo
Vegetación	Absorción CO_2 / Emisión O_2
	Recarga del acuífero
	Biodiversidad
	Regulación del clima
	Fuente de recursos maderables y no maderables
Suelo Kárstico	Recarga del acuífero
	Suelo
	Materiales de Construcción
Biodiversidad	Ecoturismo
	Banco de germoplasma
	Alimento y medicinas
Humedales	Reproducción y alevinaje de especies marinas
	Bomba de nutrientes
	Formadores de tierra firme
	Biodiversidad
	Ecoturismo
Playas y Dunas Costeras	Anidación de tortugas marinas
	Estabilidad de línea de costa
	Turismo

Agua:

Los ecosistemas naturales, tanto acuáticos como terrestres, proveen multitud de bienes y servicios ambientales indispensables para la vida diaria y el desarrollo de las sociedades. Estos bienes y

servicios son resultado de la biodiversidad y de los procesos ecológicos que se llevan a cabo de manera natural y mantienen en funcionamiento a los ecosistemas. El agua dulce para el consumo humano es uno de los servicios ambientales más importantes que los ecosistemas acuáticos continentales proveen. Además son la base para varias actividades productivas que se realizan en el municipio, por lo que es muy importante conservarla tanto en cantidad como en calidad.

Aunque aparentemente existe suficiente cantidad de agua disponible para el aprovechamiento presente y futuro, se requiere de incrementar las medidas de control en cuanto a su calidad (evitar riesgos de contaminación), ya que las aguas pluviales se infiltran a través de la roca y se almacenan formando un acuífero dinámico en toda la zona norte de estado de Quintana Roo, y en donde el agua fluye a través de canales de disolución con flujos diferenciados hacia el mar. Esta situación indica una vulnerabilidad muy alta de este bien ambiental, debido a que la porosidad del material calizo permite la rápida infiltración de los contaminantes que se depositan o derraman aguas arriba.

Por lo anterior, la proliferación de asentamientos irregulares y de bancos de materiales pétreos incrementan el riesgo de contaminación del acuífero, comprometiendo su calidad para las proyecciones realizadas.

El acuífero representa una fuente muy importante de abastecimiento que asegura la disponibilidad para las actividades que se realizan en el municipio, pero también es importante por los servicios ambientales presentes en procesos naturales (descarga natural comprometida), balance con la cuña salina, salud de humedales, de cenotes, de playas y de arrecifes, entre otros. También constituye una reserva estratégica, ya que derivado de las consecuencias del Cambio Climático (incremento medio en la temperatura ambiental, sequías, cambios en los patrones de lluvia estacionales, entre otros) el acuífero sería considerado como un recurso estratégico, pero que también sería sometido a presiones de extracción por todos los sectores involucrados (principalmente por el uso agropecuario y urbano). Y finalmente, aun cuando existen varios cenotes dentro de la ciudad de Cancún, pocos están habilitados o cuentan con atributos para ser aprovechados para fines ecoturísticos, pero varios han presentado problemas de contaminación, que las autoridades ambientales han estado solventando para devolver la salud a estos cuerpos de agua, que finalmente drenan hasta el mar.

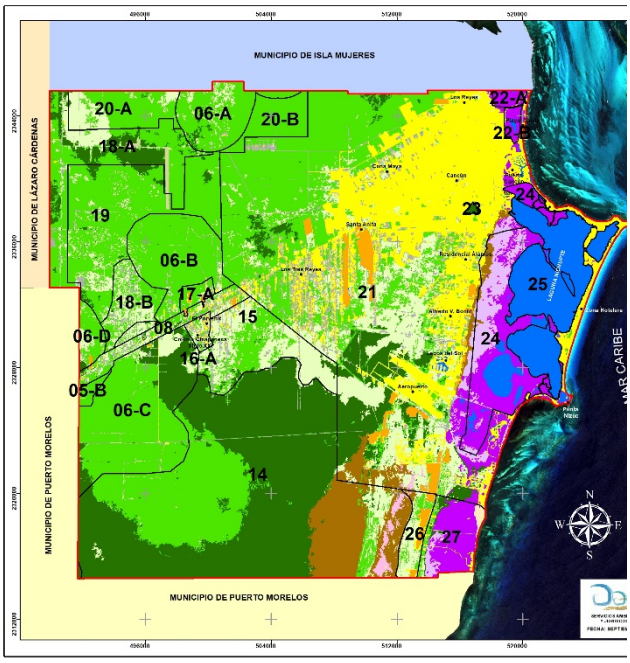
Vegetación.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las etapas de Caracterización y Diagnóstico, los principales tipos de vegetación en el municipio son: Selvas (media y baja en diversos estados de conservación), ocupando un 67.8% de la superficie municipal, seguido de humedales (manglares y tulares) con 6.9% de la superficie; vegetación de duna costera, con apenas 0.1 % del municipio; y los agro-ecosistemas, con 0.05 % del total municipal. Y las áreas carentes de vegetación (urbanas, caminos y carreteras, bancos de material, asentamientos) ocupan el 25.1 % de la superficie del municipio. Y aunque el cambio de uso de suelo es dominado por el desarrollo urbano (después de más de 50 años del nacimiento de Cancún), la actividad que más fomenta el cambio de uso de suelo es la de los asentamientos fuera del centro de población, no tanto por la superficie que en sí ocupa cada vivienda, sino por los métodos de apertura de brechas y por el uso del fuego como herramienta para eliminar la cobertura vegetal, lo que ocasiona incendios forestales que se salen de control y consumen cientos de hectáreas. De acuerdo a los datos de la etapa de Diagnóstico, entre los años 1989 y 2010 se

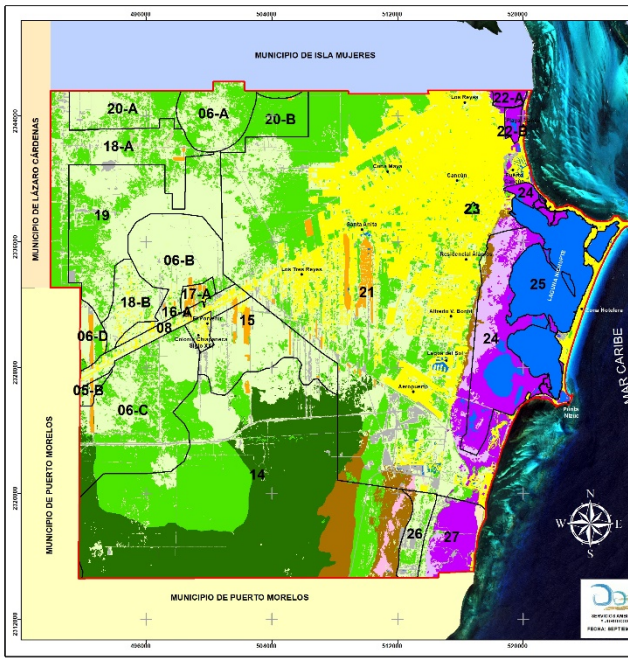
incendiaron 54,760.64 hectáreas; y del 2011 al 2021, en total se registraron 15,767.85 hectáreas, siendo el 2011 cuando se registró la mayor superficie afectada (54.5%).

Los incendios forestales en función de su intensidad y extensión provocan cambios en la estructura y composición de especies que se restablecen y forman parches irregulares de vegetación secundaria, como se observa en las siguientes imágenes:

Mapa de vegetación POEL 2011



Mapa de vegetación POEL 2023



La degradación en las condiciones de la vegetación (como bien ambiental) son evidentes y traen consecuencias importantes respecto de los servicios ambientales que ofrece. Respecto de los servicios ambientales que representa la vegetación, ésta es considerada como pulmones de la atmósfera al absorber CO_2 (Captura de carbono) y emitir O_2, por lo que al perderse la cobertura vegetal, se disminuye la capacidad para absorber uno de los gases más importantes y que incide directamente en el efecto de invernadero. La vegetación también ayuda a la regulación del clima, a través de la absorción de la luz (y energía) solar, generando microclimas debajo del dosel de la vegetación, que mantiene temperaturas más frescas, reteniendo más humedad y disminuyendo el efecto de albedo (regreso de la radiación solar a capas superiores de la atmósfera). Y por lo mismo, evita la dispersión de nubes y fomenta la condensación y precipitación de lluvia en zonas con mayor cobertura vegetal, por lo que también fomenta la recarga del acuífero.

Vegetación bien conservada también fomenta la presencia de mayor biodiversidad (plantas y animales), además de fortalecer la estructura ecosistémica, desde el subsuelo hasta la tierra y atmósfera. Y en los ecosistemas mejor conservados y estructurados, se pueden encontrar mayor cantidad de especies protegidas y especies que también sirven como alimento y/o medicinas, sobre todo para las comunidades y asentamientos humanos rurales campesinos. Y finalmente, la vegetación presente también es una alternativa económica a través del aprovechamiento

sustentable de recursos maderables y no maderables, que pueden ser una alternativa interesante, sobre todo a los propietarios de la tierra que se encuentran muy alejados de caminos y vialidades.

Suelo kárstico:

El suelo kárstico es un paisaje que se forma por la disolución de rocas solubles como el yeso, calizas, dolomías o sal, creando paisajes con cuevas, dolinas, sumideros, conductos subterráneos y cenotes; y drenan hacia el mar. Sobre este tipo de suelo se yergue el desarrollo de gran parte de la Península de Yucatán. Este tipo de suelo, al formar oquedades por la dilución de la piedra, es poco confiable para el crecimiento vertical de las ciudades, ya que puede asentarse por derrumbe de la oquedad y el peso de la edificación, con la posibilidad de generar problemas estructurales.

Pero ante la falta de materiales de aluvión propios de ríos y cauces, y que son ampliamente utilizados para la construcción en el centro del país, este suelo es usado ampliamente como material de relleno (nivelación) y construcción. Por lo anterior, la afectación que genera el uso industrial de este suelo kárstico mediante la apertura de bancos de extracción de materiales pétreos, tanto del material denominado sascab, como de roca caliza para convertirla en polvo y grava, es una de las actividades que genera impactos permanentes al promover el retiro de vegetación, suelo fértil y de gruesas capas de este sustrato. Y esto incrementa el riesgo de contaminación del acuífero.

Aún cuando las tasas de crecimiento poblacional van disminuyendo, y que se han reducido las reservas turísticas del municipio, ralentizando también la construcción de más cuartos hoteleros, la demanda de material pétreo continúa; tal es el caso de 2 proyectos gubernamentales de gran envergadura, como son el Tren Maya y el Puente Nichupté, que demandan cantidades considerables de material pétreo. Y para cubrir esta demanda, es que se abrieron bancos de material (muchos de ellos carentes de toda aprobación y/o autorización por parte de los tres órdenes de gobierno, que al agotarse la demanda y/o superficie a explotar, resultaron abandonados sin ejecutarse los correspondientes programas de restauración ambiental, convirtiéndose en pasivos ambientales que se deben atender, ya que muchos de estos bancos se ubican incluso dentro de la zona urbana de Cancún, o en sus áreas de tendencia de expansión.

La degradación del suelo kárstico como un bien ambiental repercute, entre otras cosas, en la recarga del acuífero, no solo por el retiro de la vegetación y suelo, sino además por el incremento en el riesgo de contaminación del agua. Las capas de suelo kárstico forman un filtro que limpia de sólidos y partículas el agua de lluvia y la falta de vegetación incrementa la velocidad de flujo del agua y fomenta la erosión, lo que disminuye el tiempo de permanencia para una infiltración adecuada.

La pérdida de suelo como bien ambiental repercute también en la parte urbana, pues al encontrarse bancos de material explotados por debajo del nivel de calle (y de los servicios subterráneos como el sistema de drenaje municipal), generaría problemas para la dotación de este servicio, además de que al volverse zonas bajas, son identificadas como zonas de riesgo donde no se debe permitir la construcción de vivienda, por lo que amplias zonas (dentro y fuera de la ciudad) sólo podrían servir de equipamientos urbanos específicos para actividades recreativas una vez se realice la adecuada rehabilitación.

Finalmente, este material kárstico es un bien no renovable. Las tendencias de cualquier tipo de desarrollo (habitacional, hotelero, infraestructura, vías de comunicación) requerirán por fuerza de cantidades importantes de material para la construcción, y éste solo podrá provenir de estos bancos de material (son "un mal necesario"). Por lo anterior, el reto de la planeación es el definir dónde, cuántos y hasta cuánto puede permitirse de explotar, tomando en cuenta la gran dificultad de su "restauración a sus condiciones originales", ya que esto demanda material de relleno para reponer el volumen extraído~~)~~ para luego conformar la capa fértil, reforestar y aplicar las medidas de manejo adecuada hasta lograr la comunidad vegetal de selva original.

Biodiversidad.

La biodiversidad o diversidad biológica corresponde al conjunto de organismos y es un concepto que incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la riqueza de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas.

La biodiversidad en el municipio se basa en estimaciones a partir de colectas y observaciones realizadas, pero no se cuenta con estudios sistemáticos específicos sobre la cantidad de especies que la conforman, ni sobre el estado de conservación que presentan, que permitan identificar con mayor precisión a las especies presentes y su importancia individual y grupal. Esta falta de información evita que se generen políticas públicas para el aprovechamiento de este bien.

Como servicios ambientales, existen varios recursos naturales que son importantes atractivos turísticos (tortugas, iguanas, delfines, orquídeas), pero son ejemplos muy escasos y éstos no han sido incorporados en políticas públicas que puedan realmente incorporar los beneficios que conlleva una amplia biodiversidad. En zonas no muy lejanas a las principales vialidades, sobre todo en zonas cercanas a humedales, existe una gran diversidad de fauna que puede ser objeto de aprovechamiento mediante esquemas ecoturísticos, ya sea como avistamiento de aves o fauna, identificación de huellas o en Unidades de Manejo Ambiental, donde se pueda convivir con ciertas especies.

Otro servicio ambiental de la biodiversidad puede ser su germoplasma, entendido como *el material genético de un individuo que puede transmitirse sexual o somáticamente de una generación a otra*; particularmente con las especies en extinción, donde la preservación de información genética es relevante para varias especies cuyo número de individuos ha descendido drásticamente, y mantener una buena biodiversidad implica el que existan individuos sanos genéticamente (tanto de flora como de fauna).

Finalmente, la biodiversidad también puede presentar el servicio ambiental como alimentos y/o medicinas; aun cuando todavía existen conocimientos tradiciones locales de la flora y fauna en integrantes de la cultura maya, en muchos casos no se han realizado estudios formales de cuántas plantas y/o animales puedan derivar para usos farmacéuticos o alimenticios, por mencionar los más conocidos. De la misma manera se puede promover el establecimiento de Unidades de Manejo Ambiental (UMAs) para la degustación de ciertas especies exóticas criadas en cautiverio, o la

convivencia de ciertos ejemplares y su liberación al medio natural de otros. Algunos de ellos incluso pueden presentar un cierto potencial cinegético, como venados o jabalíes.

Humedales.

En el municipio de Benito Juárez, estos bienes ambientales existen como humedales salinos (manglares) y humedales dulceacuícolas (selvas bajas inundables y tulares). Los manglares se ubican próximos a la línea de costa y están estrictamente protegidos en la normatividad vigente (Normas Oficiales Mexicanas y Ley General de Vida Silvestre), además de los localizados en las superficies de decretos de Áreas Naturales Protegidas y sus planes de manejo. Aun así, se encuentran sujetos a una gran presión de los desarrollos colindantes, justamente por su cercana presencia al mar, lo que impulsa el desarrollo urbano y turístico, por el paisaje que generan estos 2 ambientes. El ecosistema de manglar representa apenas el 6.6 % de la superficie municipal (6,192.77 ha), pero presenta funciones importantísimas por los servicios ambientales que provee, y que serán comentados más adelante.

Por otra parte, existen también selvas bajas inundables y tulares (más alejados de la costa), que son sistemas dulceacuícolas que también se caracterizan por su alta biodiversidad, al ser abrevaderos naturales dentro de la selva, incluso de especies mayores. Su cobertura es aún más baja, alcanzando apenas el 3.0 % de la superficie municipal (2,821.65 ha).

Entre los servicios ambientales que proveen los humedales, se puede mencionar para los manglares, la reproducción y alevinaje de especies marinas, ya que las lagunas costeras con manglares son los sitios de reproducción y refugio de especies marinas que entran a desovar, y los alevines crecen y salen al mar cuando ya son juveniles. Entre las especies que crecen en estas zonas se cuentan varias especies de peces y crustáceos comerciales. También son caracterizados por ser eficientes bombas de nutrientes, ya que las raíces de los manglares son largas (para soportar el árbol sobre sustratos de lodos muy finos), y al enterrarse hondo, absorben nutrientes (para nutrir tronco, ramas y hojas del manglar) que era difícil el volver a incorporarlos a la columna de agua.

Las raíces de los manglares y/o los tallos de los tulares también brindan el servicio ambiental de formadores de sustrato, ya que retienen los sedimentos que escurren o se mueven con las corrientes, y los inmovilizan bajo sus raíces o tallos, fomentando la creación de sustratos más firmes y que, bajo ciertas circunstancias (incluyendo procesos geomorfológicos y sucesionales de vegetación), pueden convertirse en tierra firme.

Otro de los servicios ambientales que provee es justamente el de una alta biodiversidad, dada la convivencia estacional de especies marinas y salobres, además de la riqueza de nutrientes que fomenta cadenas tróficas complejas, con una gran cantidad de organismos; desde especies planctónicas hasta especies de pesca comercial, aves, reptiles y hasta mamíferos marinos (manatí), lo que a su vez, abre la puerta a actividades ecoturísticas (paseos por embarcación, pesca deportiva, natación, avistamiento de aves u otros organismos, entre otros).

Playas y dunas costeras:

Las playas y dunas costeras son también bienes ambientales muy importantes en el territorio municipal. Una de las principales razones por las que Cancún fue escogido hace 55 años como destino turístico fue por sus amplias, extensas e increíbles playas de arena blanca y las tonalidades azul turquesa de su mar. Son por mucho el principal atractivo turístico que convirtió a Cancún el principal destino turístico de México y entre los más conocidos a nivel mundial. Pero fue justamente el desconocimiento de la importancia ecológica y geomorfológica de estas formaciones naturales por las que se eliminó la vegetación de duna costera que daba estabilidad a las playas, acelerando el proceso de erosión de las mismas (aunadas a los visibles efectos del cambio climático), y que con la incidencia de tormentas y huracanes cada vez más intensos, ha fomentado la pérdida de las mismas. A pesar del conocimiento adquirido, la presión continúa porque todavía se retira la vegetación y se construye sobre la duna instalaciones hoteleras de elevada altura que reducen espacios donde fluye el viento, generando vórtices en las bases (plantas bajas) que erosionan importantes cantidades de arena que se fugan hacia el Blvd Kukulkan y hacia la Laguna Nichupté.

Entre los principales servicios ambientales para la biodiversidad que provee, está el de la anidación de las tortugas marinas. Ya se ha comentado que a las playas del municipio arriban 4 diferentes especies de tortugas marinas (*Chelonia mydas, Caretta caretta, Eretmochelys imbricata* y *Dermochelys coriacea*), mismas que mediante actividades de educación ambiental realizadas en los últimos 15 años se han vuelto un atractivo muy importante para los turistas y donde se han desarrollado, a través de acuerdos de coordinación importantes programas para su protección, conservación y liberación de crías, en los que participa activamente la población y los turistas en cuya estancia, les toca presenciar este proceso natural.

También la duna costera, a través de su vegetación nativa, proporciona el servicio ambiental de estabilización de la línea de costa. Justo la presencia de vegetación permite la retención y sedimentación de los granos de arena que son acarreados por el viento, incrementando las dimensiones de las dunas y dándole más estabilidad a la playa, sobre todo durante la ocurrencia de fenómenos meteorológicos con vientos y oleajes intensos.

Finalmente, esta presencia de duna y playa, como se comentó al principio, da sustento a una gran actividad turística que fomenta la llegada de casi 7 millones de turistas al año (tan solo en este municipio), y en la que se ha demostrado puede ser compatible la actividad turística y la protección a la tortuga marina. Sin embargo, requiere de la implementación de políticas públicas para su mantenimiento y conservación a corto, mediano y largo plazo.

Ocupación actual de los sectores / actividades en el municipio de Benito Juárez.

Para poder realizar una comparación adecuada en los escenarios tendencial, contextual y estratégico, se partió de realizar un mapa donde se reflejen las actividades actuales, y una tabla de las superficies que ocupa cada actividad, señalando que varias de las actividades pueden traslaparse u ocupar el mismo espacio. Tal es el caso de la industria ligera y aprovechamiento de material pétreo, que se ubican dentro y fuera de la UGA urbana. Situación similar se presenta con las actividades descritas como Desarrollo Rural y Actividad Agropecuaria, donde existen viviendas fuera del centro de

población y en la que la mayoría de ellas, por la lejanía del centro de población) se realizan actividades de agricultura de traspatio.

También en actividades / sectores como Conservación y la Protección del agua, son compatibles; pero se separan porque en el caso del agua, el POEL vigente ya consideraba sus polígonos con política ambiental de "Protección".

Y bajo la misma lógica se realizaron los mapas de los escenarios descritos en el documento.

La tabla con las superficies de los Usos (sectores / actividad sectorial) se presenta a continuación:

Tabla IV.-Ocupación actual del suelo en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

SECTOR / ACTIVIDAD SECTORIAL	USO ACTUAL (%)	SUPERFICIE (Has)
Aprovechamiento Forestal	0.00	0.00
Conservación	80.18	74,570.22
Protección del Agua	10.77	10,016.84
Turismo Alternativo	9.27	8,623.14
Agropecuario	0.08	74.88
Industria ligera y Aprovechamiento de Material Pétreo	2.12	1,975.74
Desarrollo Rural	1.38	1,285.84
Turismo Convencional	1.35	1,254.06
Desarrollo Urbano	14.91	13,870.54
Sector Público	0.25	233.97

Estos sectores / actividades fueron identificadas de la imagen satelital con la que se elaboró el mapa de vegetación y usos de suelo de la etapa de Caracterización, con la escala de 1:50,000.

Se deben resaltar algunos aspectos que dan origen a esta tabla:

- **Aprovechamiento forestal:** actualmente no hay actividad forestal, aunque el potencial es alto (ya se reflejará en el escenario contextual).
- **Conservación:** La superficie y porcentaje aparentemente es bastante alto. Esta superficie corresponde a donde existe vegetación, independientemente de su estado de conservación, incluyendo áreas naturales protegidas, áreas urbanas, áreas con vegetación dentro de los asentamientos irregulares (estas últimas independientemente de la presión por su desarrollo o cambio de uso de suelo). También incluye los polígonos de protección del agua y la Laguna Nichupté.
- **Protección del agua:** Parte de la configuración actual de las UGAs del POEL vigente, ajustadas a la condición real de los cambios de uso de suelo y actividades antropogénicas y desuso de algunos pozos sobre el eje carretero.

- **Turismo alternativo:** Actualmente se llevan a cabo pocas actividades, pero se están considerando las ANPs, Laguna Nichupté y parques temáticos.
- **Agropecuario:** Corresponde a la realidad (muy pocas parcelas identificadas en la imagen que realicen esta actividad).
- **Industria ligera y aprovechamiento de material pétreo:** Están identificadas las franjas carreteras y avenidas principales de la ciudad (López Portillo y Blvd. Colosio) donde se ubican estas actividades, incluyendo las que se ubican dentro de la UGA 21 (zona urbana).
- **Desarrollo rural:** Considera las viviendas actuales fuera del centro de población (asentamientos humanos) y se están considerando tan solo las viviendas construidas y las calles principales. Muchas calles secundarias están trazadas y lotificadas, pero aún no existen viviendas, pero la presión es alta.
- **Turismo convencional:** Actualmente acotado a su presencia actual.
- **Desarrollo Urbano:** Igualmente acotado a la imagen satelital, clasificada como “sin vegetación” de acuerdo a INEGI-
- **Sector público:** Acotado a la relativamente reciente presencia del Tren Maya (terraplenes, vías y estaciones existentes)

Como ya se describió, así se elaboró la tabla, razón por la cual la superficie total es mayor a la superficie del municipio.

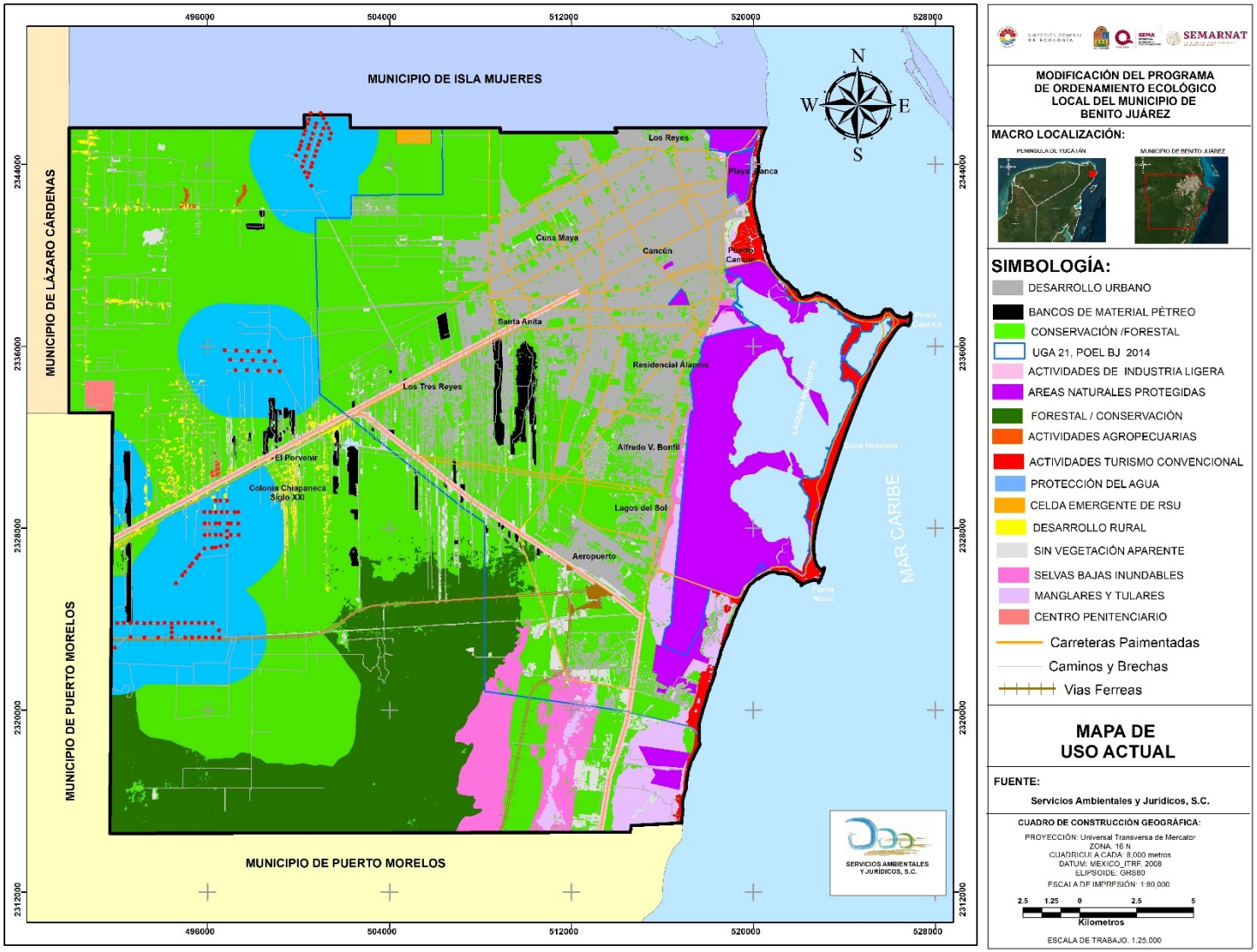


Figura 5.- Mapa de usos y actividades actuales en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

Metodología para la modelación de las Tendencias de Deterioro dentro del Municipio.

En lo referente a las tendencias de deterioro de los recursos naturales dentro del municipio se considera que para la creación o modelación una opción viable son los modelos de simulación cualitativa o no numéricos. Por medio de estos modelos es posible representar las funciones de respuesta de las relaciones entre variables bajo reglas de inferencia estrictas, sin requerir datos numéricos. Para la Estructuración y desarrollo de esta modelación de las tendencias de deterioro de los recursos naturales dentro del Municipio es que fue seleccionado el método de KSIM propuesto por el Dr. Julius Kane en 1972 dado que es una técnica de simulación dinámica particularmente útil para implementar en el Pronóstico (Bojórquez-Tapia et al., 1997). La ventaja de este método reside en su capacidad para combinar datos cuantitativos y cualitativos dentro de un esquema analítico ordenado y coherente.

Descripción del Algoritmo de KSIM

El método de KSIM se basa en los siguientes postulados:

1. Todas las variables están acotadas en el intervalo de valores [0,1], con lo que se representa el hecho de que ningún fenómeno puede crecer o decrecer indefinidamente.

2. La respuesta de una variable tiende a cero cuando su valor se aproxima al límite inferior o superior. Esto confiere un comportamiento sigmoideo a la respuesta de una variable a su entorno.

3. El valor de una variable aumenta o disminuye dependiendo si el efecto neto de las otras variables sobre ella es positivo o negativo.

4. El efecto de una variable aumenta proporcionalmente al incremento de su valor y viceversa.

5) Las relaciones entre variables pueden describirse mediante matrices de interacción.

En esencia el modelo de Kane es un cociente en el cual el numerador corresponde a la sumatoria de las interaccione negativas (i.e., el aumento de xj significa la disminución de xi) y el denominador corresponde a la sumatoria de las positivas (i.e., el aumento de xj significa la disminución de xi).

ALGORITMO DE KANE, 1972

$$\Phi_{ii} = \frac{1 + \frac{\Delta t}{2}\sum_{j=1}^{N}\left[\left|\alpha_{ij}\right| - (\alpha_{ij})\right]x_j}{1 + \frac{\Delta t}{2}\sum_{j=1}^{N}\left[\left|\alpha_{ij}\right| + (\alpha_{ij})\right]x_j}$$

$$\Phi_{it} = \frac{1 + \Delta t\left|\text{suma de impactos negativos en } x_i\right|}{1 + \Delta t\left|\text{suma de impactos positivos en } _i\right|}$$

Consideraciones para el Método de KSIM

1. Conforme al postulado, αij y βij corresponden a valores en sendas matrices de interacción.
2. En estas matrices, en cada celda se indica la intensidad y tipo de interacción entre pares de variables.
3. Típicamente la intensidad se mide con una escala cardinal asociada a variables lingüísticas (por ejemplo: 0 = Nula; 1 = Muy Baja; 3 = Baja; 5 = Moderada; 7 = Alta; y 9 = Muy Alta) y con el signo si la interacción es positiva o negativa.
4. Por lo común, αij y βij se mantienen constantes en todo el tiempo de simulación, aunque también pueden hacerse variar mediante el uso de ecuaciones en las celdas correspondientes.

En la tabla V se muestra la matriz KSIM con los valores de interacción que el grupo de expertos del equipo de consultores determino como adecuados para el caso del deterioro de los bienes y recursos naturales en base a las diferentes actividades productivas que se llevan a cabo dentro del Municipio.

Tabla V.- Matriz Alfa del KSIM sobre la interacción de Sectores con relación al deterioro Ambiental para el Municipio de Benito Juárez. (C.- Conservación; DU.- Desarrollo Urbano; DR.- Desarrollo Rural; TC.- Turismo Convencional; TA.- Turismo Alternativo; AMP.- Aprovechamiento Materiales Pétreos; AG.- Agropecuario; F.- Forestal; P.- Público).

SECTORES	C	DU	DR	TC	TA	AMP	AG	F	P
Conservación	1.0	0.3	0.1	0.3	0.3	0.1	0.3	3.0	1.0
Desarrollo Urbano	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.0	1.0
Desarrollo Rural	9.0	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0	0.2	5.0	1.0
Turismo Convencional	3.0	1	1.0	1.0	1.0	0.2	1.0	1.0	1.0
Turismo Alternativo	3.0	1.0	0.3	1.0	1.0	0.1	3.0	5.0	1.0
Aprovechamiento Mat. Pétreo	9.0	1.0	1.0	5.0	9.0	1.0	9.0	9.0	1.0
Agropecuario	3.0	0.2	5.0	1.0	0.3	0.1	1.0	7.0	1.0
Forestal	0.3333	0.1	0.2	1.0	0.2	0.1	0.1	1.0	1.0
Público	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	32.3	**6.7**	**10.6**	**12.3**	**16.9**	**4.6**	**20.7**	**39.0**	**9.0**

Una vez determinados los valores de la matriz KSIM se procedió a correr el modelo correspondiente para lo cual se alimentó este con los resultados del análisis jerárquico hecho mediante la técnica AHP para la construcción del modelo conceptual, los cuales nos muestran la incidencia que tienen actualmente, en el deterioro ambiental del sistema, cada uno de los 9 sectores identificados. Así en la siguiente tabla se muestran los valores iniciales de incidencia de cada sector en el deterioro ambiental y el resultado de la modelación KSIM para cada año y durante un periodo de 25 años.

ETAPA DE PRONÓSTICO

Tabla VI.- Comportamiento futuro ante un Escenario Tendencial de la Incidencia de los Sectores Productivos en el Deterioro Ambiental del Sistema Socio- Ambiental del Municipio de Benito Juárez (C.- Conservación; DU.- Desarrollo Urbano; DR.- Desarrollo Rural; TC.- Turismo Convencional; TA.- Turismo Alternativo; AMP.- Aprovechamiento Materiales Pétreos; AG.- Agropecuario; F.- Forestal; P.- Público).

t	C	DU	DR	TC	TA	AMP	AG	F	P
0	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.00	0.01
1	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.00	0.01
2	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.04	0.01	0.00	0.01
3	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.04	0.01	0.00	0.01
4	0.01	0.03	0.03	0.02	0.01	0.05	0.02	0.00	0.01
5	0.01	0.03	0.03	0.02	0.01	0.06	0.02	0.00	0.01
6	0.02	0.04	0.03	0.02	0.01	0.07	0.02	0.00	0.01
7	0.02	0.04	0.04	0.02	0.01	0.08	0.02	0.00	0.01
8	0.02	0.05	0.04	0.02	0.02	0.09	0.02	0.00	0.01
9	0.03	0.06	0.05	0.02	0.02	0.11	0.03	0.00	0.01
10	0.03	0.07	0.06	0.02	0.02	0.14	0.03	0.00	0.02
11	0.04	0.08	0.07	0.03	0.02	0.17	0.04	0.00	0.02
12	0.05	0.10	0.08	0.03	0.03	0.21	0.04	0.00	0.02
13	0.05	0.12	0.10	0.04	0.03	0.27	0.05	0.01	0.02
14	0.06	0.15	0.13	0.04	0.04	0.34	0.07	0.01	0.02
15	0.08	0.18	0.16	0.05	0.05	0.43	0.09	0.01	0.03
16	0.09	0.24	0.21	0.07	0.06	0.53	0.11	0.01	0.04
17	0.11	0.31	0.28	0.09	0.08	0.66	0.16	0.01	0.05
18	0.13	0.41	0.38	0.12	0.11	0.79	0.22	0.01	0.06
19	0.16	0.54	0.50	0.16	0.16	0.90	0.32	0.01	0.09
20	0.19	0.69	0.64	0.23	0.24	0.98	0.45	0.01	0.14
21	0.24	0.85	0.79	0.33	0.35	1.00	0.63	0.02	0.22
22	0.30	0.97	0.91	0.48	0.53	1.00	0.81	0.03	0.35
23	0.37	1.00	0.98	0.65	0.72	1.00	0.93	0.04	0.52
24	0.45	1.00	1.00	0.81	0.89	1.00	0.98	0.06	0.71
25	0.55	1.00	1.00	0.92	0.97	1.00	0.99	0.09	0.86

Como puede verse el resultado muestra que son tres sectores los que con mayor rapidez incrementarán su incidencia en el deterioro ambiental del sistema. En la figura 6 pueden verse estos datos en una gráfica a fin de apreciar más fácilmente cual es el comportamiento, según la modelación KSIM, de cada sector a través del tiempo en cuanto al deterioro causado al sistema socio ambiental del Municipio. Se aprecia que los sectores que más rápido originan deterioro ambiental son en-orden progresivo: el Aprovechamiento de Materiales Pétreos, en segundo lugar, el Desarrollo Urbano y en tercero en orden de importancia el Desarrollo Rural; mientras que el resto de los sectores muestra menor dinamismo. Bajo este panorama, es sobre estos sectores en los que se debe de poner más atención para evitar el crecimiento desordenado por parte de las autoridades de los tres órdenes de gobierno, a partir del cumplimiento en sus esferas de atribuciones de la correcta aplicación de estrategias y criterios de regulación ecológica que se establezcan en la etapa del Modelo.

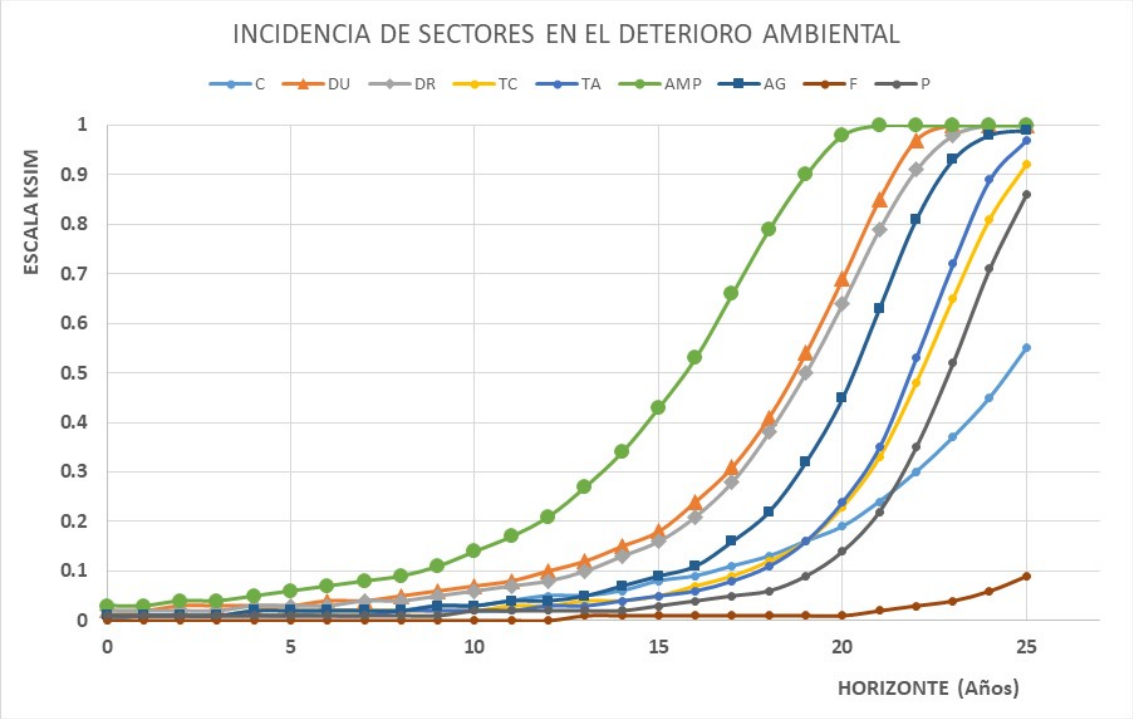


Figura 6.- En el Grafico se puede observar el Escenario tendencial del deterioro Ambiental (C.- Conservación; DU.- Desarrollo Urbano; DR.- Desarrollo Rural; TC.- Turismo Convencional; TA.- Turismo Alternativo; AMP.- Aprovechamiento Materiales Pétreos; AG.- Agropecuario; F.- Forestal; P.- Público).

ESCENARIO TENDENCIAL DE LOS BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES, A PARTIR DE ESTIMACIONES DERIVADAS DEL ANÁLISIS HISTÓRICO DE VARIABLES SOCIOAMBIENTALES.

Actividades Sectoriales que fomentan la degradación y deterioro de los bienes y servicios ambientales, así como el cambio en los atributos ambientales que determinan la aptitud del territorio para el desarrollo de las actividades sectoriales.

Dentro de las principales actividades sectoriales que se llevan a cabo dentro del municipio, existen aquellas que generan procesos significativos de degradación y/o deterioro de los bienes y servicios ambientales, así como cambios de Uso de Suelo, y que afectan directamente la disponibilidad y calidad de los ecosistemas (principalmente en cuanto a la cobertura y estado de la vegetación presente) y de los atributos ambientales que son utilizados por otros sectores en sus actividades productivas. Tal es el caso de las actividades y/o sectores que se describen a continuación:

a) Desarrollo Urbano;

El desarrollo urbano es una de las actividades que tienen múltiples efectos en los ecosistemas y paisajes naturales, al reemplazar componentes y procesos por estructuras y dinámicas que no obedecen a una lógica de autorregulación que es la propia del medio natural. Este desarrollo urbano muestra diversos niveles de complejidad de acuerdo con la composición y dimensión de los asentamientos humanos, los cuales son su elemento funcional. Los asentamientos humanos desde su nivel elemental ya incluyen como elementos estructurales una traza conformada por espacios por donde transitan bienes y personas; así como las unidades en donde se ubican viviendas, comercios y servicios administrativo-gubernamentales diversos. Bajo esta perspectiva, el desarrollo urbano implica el crecimiento planeado y ordenado para el correcto funcionamiento del asentamiento humano de que se trata.

En el municipio de Benito Juárez ya se ha mencionado que a partir de su fraccionamiento en el año de 2016 para la creación del Municipio de Puerto Morelos, sólo mantuvo como único asentamiento urbano al Centro de Población Cancún. La pérdida de otros asentamientos urbanos y rurales implicó un cambio sustancial en su estructura administrativo - territorial, dando lugar a una concentración de la población en el centro urbano. Considerando que Cancún es el polo de desarrollo más importante en la estructura de ciudades en el norte de Quintana Roo, la dinámica de ocupación es incesante y con ello se presentan procesos de pérdida de superficie de sus ecosistemas y componentes (suelo, vegetación y fauna), que entre otros efectos negativos inciden directamente en uno que es vital para los habitantes y actividades económicas: el recurso agua. Esta afectación deriva principalmente por cambios en las dinámicas de infiltración y calidad del agua que recarga el acuífero, con ingreso de contaminantes principalmente orgánicos provenientes de aguas residuales y residuos sólidos urbanos. Esta situación se presenta a pesar de la presencia y dotación de servicios públicos que realizan los organismos operadores (abastecimiento de agua, recolección y tratamiento de aguas residuales y recoja y disposición final de residuos sólidos), lo que debería minimizar y controlar los posibles impactos ambientales al manto freático y las reservas de agua del municipio.

Los bienes y servicios ambientales que se ven afectados de forma directa en este escenario tendencial por las actividades del desarrollo urbano son:

1. Agua:
   - Cantidad: Incremento en la demanda de agua potable;
   - Calidad: Riesgo por contaminación del acuífero por falta de drenaje;
2. Vegetación:
   - Afectación por desmontes (urbanización).
   - Afectación por retiro (construcción de viviendas).
   - Afectación por cambios de uso de suelo permanente.
3. Biodiversidad:
   - Afectación por desmontes y cambios de uso de suelo permanente.
   - Afectación por ahuyentamiento y reubicación de fauna.
4. Suelo kárstico:
   - Demanda de material pétreo para el relleno/ nivelación/ construcción de la infraestructura y equipamiento urbano;
   - Afectación al suelo, por retiro de material sin posibilidades de recuperación.

Y de manera indirecta, el crecimiento poblacional genera más aguas residuales (riesgo de contaminación al acuífero); más residuos sólidos urbanos (RSU), que generan problemas potenciales de contaminación de suelo, subsuelo y manto freático (suelos kársticos y agua), además de atraer fauna nociva que puede desplazar especies locales (biodiversidad).

b) Desarrollo Rural;

El desarrollo rural se refiere a las actividades que se realizan en asentamientos humanos fuera de los límites del centro de población, las cuales sin una planeación previa modifican y transforman el medio natural para atender las necesidades de sus habitantes, con un enfoque de tipo agropecuario de subsistencia. En las últimas dos décadas se ha acrecentado la presencia de asentamientos humanos irregulares de tipo inmobiliario destinados a la vivienda, que se localizan en zonas marginales en el interior de los centros de población o en su exterior, los cuales no se encuentran en condiciones de conectarse a las redes de servicios públicos municipales (electricidad, agua potable y redes sanitarias). Ante la imposibilidad de atenderlos se presentan situaciones de contaminación al suelo, atmósfera y subsuelo, poniendo en riesgo la salud de los habitantes. Los asentamientos humanos que no tienen acceso a la dotación de servicios públicos por no estar en condiciones de urbanización constituyen uno de los principales retos socio ambientales a solucionar para lograr el bienestar humano de sus habitantes por contar con un medio ambiente sano.

Los bienes y servicios ambientales que se ven afectados en este escenario tendencial por las actividades del desarrollo rural son:

1. Agua:
   - Calidad: Riesgo por contaminación del acuífero por falta de drenaje;
   - Explotación no controlada del acuífero: ya que al no haber suministro municipal, cada vivienda excava su pozo y extrae agua sin ningún tipo de autorización / control.
   - Calidad: Riesgo de contaminación por generación de residuos sólidos urbanos.

2. Vegetación:
    - Afectación por tala (desmontes y apertura de caminos).
    - Afectación (degradación) por incendios forestales.
    - Afectación por aprovechamiento ilegal de especies forestales.
    - Afectación por cambios de uso de suelo no autorizados.
3. Biodiversidad:
    - Afectación por desmontes, incendios y cambios de uso de suelo.
    - Afectación por ahuyentamiento y muerte de especies de fauna.
    - Afectación por cacería furtiva

c) Turismo Convencional;

El turismo convencional fue el detonante del desarrollo económico y del crecimiento poblacional en el estado de Quintana Roo, principalmente en la zona Norte, lo cual incluye necesariamente a Cancún. Sin embargo, con la justificante de este desarrollo se permitió un crecimiento que modificó sustancialmente algunos de los principales ecosistemas de la costa, destacando el manglar y la duna costera, lo que a largo plazo repercutió en algunos procesos naturales, como la erosión de playas (por el retiro de la vegetación de duna) y la afectación a los arrecifes coralinos (por rellenos sistemáticos de zonas de mangle, además del cierre de bocas de desfogue del manglar y que aportaban nutrientes a los arrecifes costeros). Cabe resaltar que en los diferentes escenarios de este sector, se debe considerar forzosamente que la “reserva turística” que representa la línea de costa, prácticamente se encuentra agotada, por lo que el crecimiento turístico (cuartos hoteleros) se ha desacelerado, y forzosamente se tendrán que considerar alternativas que no necesariamente sean exclusivas de Sol y Playa, pero que las complementen.

Los bienes y servicios ambientales que se ven afectados en este escenario tendencial por las actividades del turismo convencional son:

1. Agua:
    - Cantidad: se requerirá de grandes volúmenes de agua para satisfacer la demanda turística;
    - Calidad: Se generarán grandes volúmenes de aguas residuales que requerirán ser tratadas adecuadamente.
2. Playa y duna costera:
    - Afectación (estructura de la duna) por la construcción de infraestructura hotelera.
    - Afectación (retiro de vegetación de duna), incrementando el riesgo de erosión.
3. Biodiversidad:
    - Posible afectación a especies de fauna (protegidas por la Normatividad).

Y de manera indirecta, el crecimiento en el número de turistas genera más residuos sólidos urbanos (RSU), que generan problemas potenciales de contaminación de suelo, subsuelo y manto freático (suelos kársticos y agua), además de atraer fauna nociva que puede desplazar especies locales (biodiversidad).

d) Turismo Alternativo;

Aunque esta actividad sugiere una leve transformación del suelo, requiere que los atributos naturales se encuentren en el mejor estado posible para su promoción como atractivo turístico. Adicionalmente, esta actividad aún se lleva de manera muy esporádica dentro del municipio y no ha podido consolidarse de manera formal. Considerando la desaceleración del turismo tradicional en el municipio por el agotamiento de su reserva territorial, se crean condiciones para explorar este tipo de actividades que son más amigables con el entorno natural por depender de él.

Los bienes y servicios ambientales que se ven afectados en este escenario tendencial por las actividades del turismo alternativo son:

1. Agua:
   - Cantidad: se demandará de agua para satisfacer la demanda turística generada;
   - Calidad: Se generarán ciertos volúmenes de aguas residuales que requerirán ser tratadas adecuadamente.
2. Playa y duna costera:
   - Afectación (estructura de la duna) por la construcción de infraestructura hotelera.
   - Afectación (retiro de vegetación de duna), incrementando el riesgo de erosión.
3. Biodiversidad:
   - Posible afectación a especies de fauna (protegidas por la Normatividad).
4. Humedales:
   - Afectación a humedales por la habilitación de infraestructura para esta actividad.

Y de manera indirecta, el crecimiento en el número de turistas genera más residuos sólidos urbanos (RSU), que generan problemas potenciales de contaminación de suelo, subsuelo y manto freático (suelos kársticos y agua), además de atraer fauna nociva que puede desplazar especies locales (biodiversidad).

e) Minería (extracción de material pétreo) e Industria Ligera

Esta actividad es de las más agresivas al medio ambiente y resulta necesaria al aportar el material requerido para la construcción de la zona urbana, la zona turística, y de calles, caminos y carreteras en todo el municipio; pero es lesiva porque retira la vegetación presente, ahuyenta a la fauna, retira el suelo fértil y modifica las características físicas del suelo, además de que reduce la capa de suelo que funciona como filtro de contaminantes entre la superficie y el manto freático, incrementando los riesgos para su contaminación. Respecto de la industria ligera, esta actividad es aún incipiente en el municipio, pero el simple desarrollo de su infraestructura modifica las características del suelo. Sin embargo, en este rubro se encuentra también el tratamiento y disposición de los residuos sólidos urbanos (separación y reciclaje), lo que implica que el mal manejo de éstos (por su volumen y composición con abundante materia orgánica), genere ciertos contaminantes que afecten el suelo y el manto freático de manera importante.

Los bienes y servicios ambientales que se ven afectados en este escenario tendencial por las actividades de la Extracción de materiales pétreos y la industria ligera son:

1. Agua:
   - Calidad: Al disminuir el espesor del suelo (durante su explotación), se disminuye la capacidad de filtro de contaminantes desde la superficie del mismo.
   - Calidad: Al acercarse / aflorar el manto freático, se incrementa el riesgo de contaminación por la maquinaria que requiera de reparaciones mecánicas
2. Suelo kárstico:
   - Afectación por el retiro de capas de suelo, mismos que no pueden recuperarse, limitando la capacidad futura de restauración del sitio.
3. Vegetación:
   - Afectación a la flora y fauna por el retiro permanente de la vegetación y tierra vegetal.
4. Biodiversidad:
   - Afectación a la flora y fauna por la destrucción del ecosistema, por el retiro vegetación, capa de tierra fértil y desplazamiento permanente de la fauna.

Y de manera indirecta, esta actividad genera residuos sólidos urbanos, de manejo especial y/o peligrosos, de los cuales es difícil saber si la totalidad son dispuestos de manera correcta, con problemas potenciales de contaminación de suelo, subsuelo y manto freático (suelos kársticos y agua), además de atraer fauna nociva que puede desplazar especies locales (biodiversidad).

f) Actividad Agropecuaria.

Esta actividad ha quedado en “desuso” desde la última modificación del POEL (2014), pero se considera dentro de los diferentes escenarios porque existen parcelasejidales y grandes extensiones de suelo que pudieran desarrollar esta actividad, si es debidamente enfocada e impulsada bajo un esquema socioeconómico / ambiental que permita visualizar el beneficio de los poseedores de la tierra en una ciudad con alta demanda de productos agropecuarios.

Se resalta que esta actividad agropecuaria modifica en menor grado el suelo, porque aunque requiere forzosamente del retiro de la vegetación original de selva (muchas veces mediante el uso del fuego), mantiene en gran parte las condiciones físicas del suelo; sin embargo, el uso no controlado de fertilizantes y/o pesticidas químicos, o el escaso control de las heces de los animales, aunado a la necesidad de riego de estas zonas (lo que incrementa la infiltración de agua y estos productos químicos hacia el subsuelo y manto freático), incrementan el riesgo de contaminación del acuífero, ya sea para el consumo humano y/o del que fluye hasta la zona costera donde se encuentran los manglares y arrecifes coralinos. Y aunque derivado de las etapas anteriores se observó que existen otras actividades sectoriales que inciden en el territorio municipal, este tipo de actividad afecta en menor grado a los ecosistemas y suelos presentes en el municipio, por lo que no son consideradas lesivas.

Los bienes y servicios ambientales que se verían afectados en este escenario tendencial por la actividad agropecuaria son:

1. Agua:
   - Cantidad: se demandará de bastante agua para asegurar buenas cosechas;

- Calidad: El uso de fertilizantes y pesticidas químicos puede poner en riesgo la calidad del agua subterránea.

2. Vegetación:
   - Afectación por la apertura de nuevos caminos para llegar a las parcelas
   - Afectación (retiro) para la preparación de la tierra para siembra.
   - Afectación por posibles incendios forestales, de acuerdo al método tradicional de preparar la tierra (roza, tumba y quema).
3. Biodiversidad:
   - Afectación por retiro de flora y desplazamiento de fauna.

Y de manera indirecta, y por las características de la capa de tierra fértil, se puede acelerar el agotamiento de los suelos fértiles.

g) Aprovechamiento Forestal Sustentable

Al igual que la actividad agropecuaria, el aprovechamiento forestal prácticamente ya no se practica como labor sectorial, aun cuando existen áreas con alto potencial para el desarrollo de esta actividad, como son los ecosistemas de selva con escasas afectaciones ambientales y que contengan elementos maderables y no maderables, realizando aprovechamientos bajo un programa de manejo autorizado, por lo que esta actividad puede mantener grandes superficies con escasos impactos ambientales.

Dado que esta actividad no aparece en el escenario tendencial, no habría afectaciones a los bienes y servicios ambientales por esta actividad.

h) Conservación de la Biodiversidad

La realizan principalmente las autoridades ambientales (a través de los decretos de áreas naturales protegidas), aunque también existen ONGs y varios actores sociales que apoyan y fomentan la conservación de los recursos naturales, a través de mantener en buen estado de conservación y con poco aprovechamiento a los principales ecosistemas del municipio, y entre los que destacan la zona costera, los manglares y zonas inundables, y ciertas áreas con vegetación original. Los particulares participan a través de la asignación de superficies como Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) y es una alternativa que merece ser fomentada entre los propietarios de extensas superficies asociadas a instalaciones hoteleras de la franja costera al sur del municipio que albergan manglares.

Para esta actividad, en teoría no se verían afectados los bienes y servicios ambientales, aun cuando para las actividades de Conservación se requiere de acciones de supervisión y vigilancia (como en las áreas naturales protegidas), misma que puede realizarse de varias maneras. Sin embargo, si éstas se realizan desde recorridos terrestres, se requiere de la presencia de caminos y brechas para acceder a las zonas que se están conservando.

1. Vegetación:

- Posible afectación por la realización de caminos/ brechas de vigilancia.

i) Sector Público.

Esta participación es entendida como la construcción de infraestructura gubernamental (caminos, carreteras, puentes, vías férreas) y equipamientos (sitios de disposición final de residuos sólidos, plantas potabilizadoras, plantas de tratamiento de aguas residuales, escuelas, hospitales); pero también elabora planes y programas de gobierno, tendientes a mejorar la calidad de vida y ambiente de los habitantes del municipio.

De acuerdo al escenario tendencial, no hay proyectos por parte del sector público que puedan incidir en el territorio municipal que puedan afectar los bienes y servicios ambientales identificados.

A continuación se presenta el mapa de degradación ambiental que resume el deterioro de los bienes y servicios ambientales y los atributos ambientales que determinan la aptitud del territorio para el desarrollo de las actividades sectoriales.

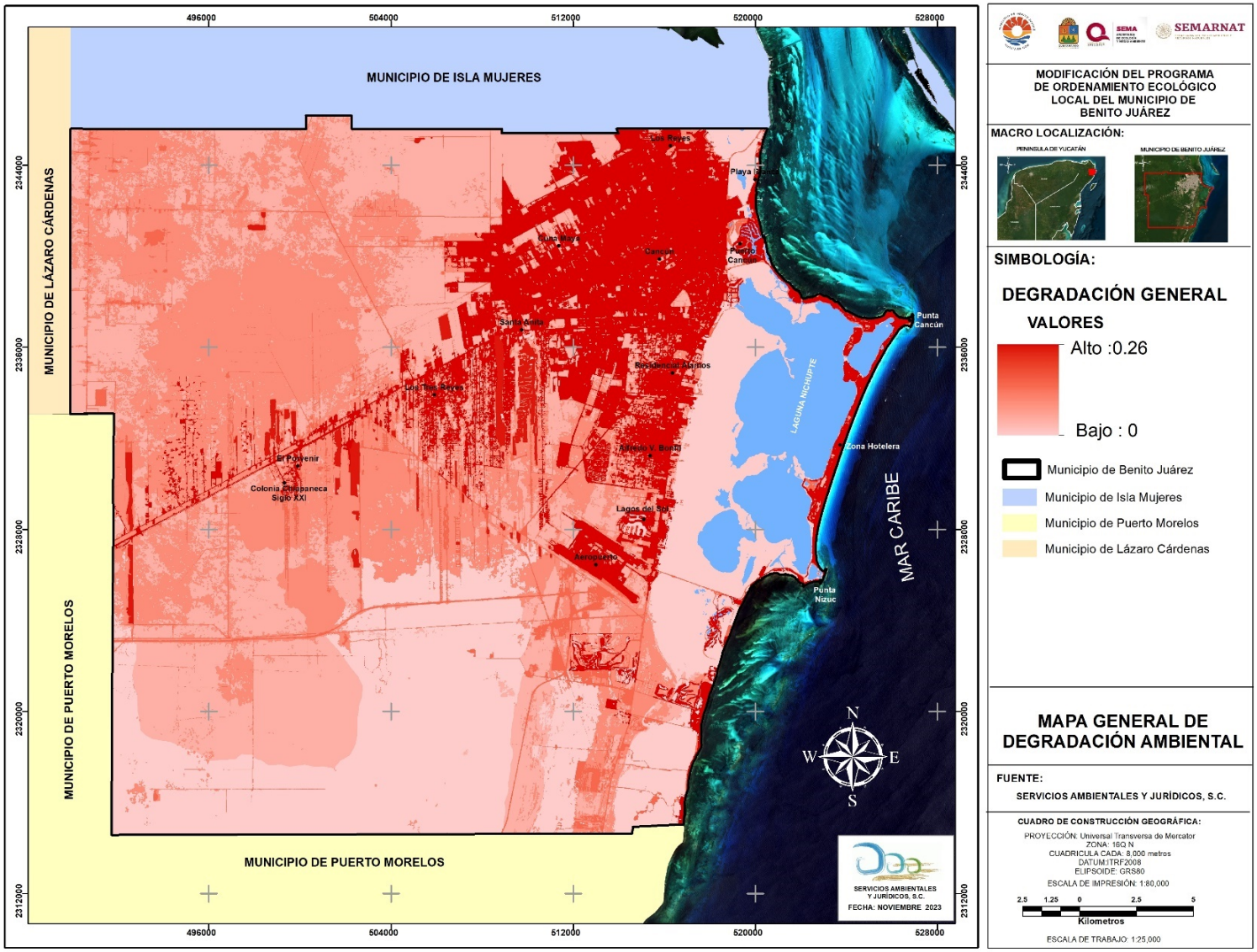
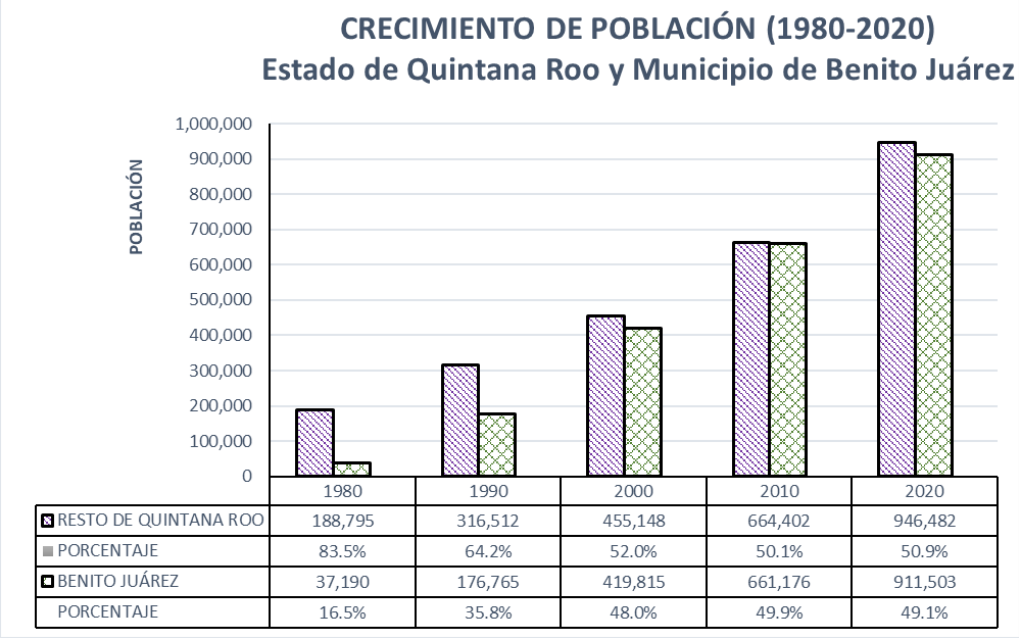


Figura 7.- Mapa de Actividades Sectoriales responsables de degradación y deterioro de los bienes y servicios ambientales en el municipio de Benito Juárez.

ESCENARIO TENDENCIAL PARA EL SECTOR DESARROLLO URBANO.

Dinámica Poblacional.

El crecimiento de la población en el Municipio de Benito Juárez ha mostrado una tendencia ascendente, que en el lapso de las últimas 4 décadas lo ha colocado como el más poblado del Estado de Quintana Roo con el 49.1 % de habitantes del total de la entidad[4]. La gráfica del crecimiento indica como paulatinamente cobra relevancia demográfica el Municipio de Benito Juárez y que en 2010 significa casi la mitad de la población estatal para en 2020 disminuir 0.8 de punto porcentual debido a que ya no se contabilizan los habitantes de Puerto Morelos, Colonia Joaquín Zetina Gasca, Central Vallarta, Leona Vicario y localidades rurales menores del ahora Municipio de Puerto Morelos (Figura 8).



	1980	1990	2000	2010	2020
RESTO DE QUINTANA ROO	188,795	316,512	455,148	664,402	946,482
PORCENTAJE	83.5%	64.2%	52.0%	50.1%	50.9%
BENITO JUÁREZ	37,190	176,765	419,815	661,176	911,503
PORCENTAJE	16.5%	35.8%	48.0%	49.9%	49.1%

Figura 8.- Participación porcentual de la población en el Municipio de Benito Juárez con respecto al Estado de Quintana Roo en el lapso de 1980 a 2020.

Fuente: INEGI. Censos de población y vivienda desde 1980 hasta 2020.

[4] Información obtenida de los Censos Generales de Población y Vivienda de 1980, 1990, 2000, 2010 y 2020. INEGI.

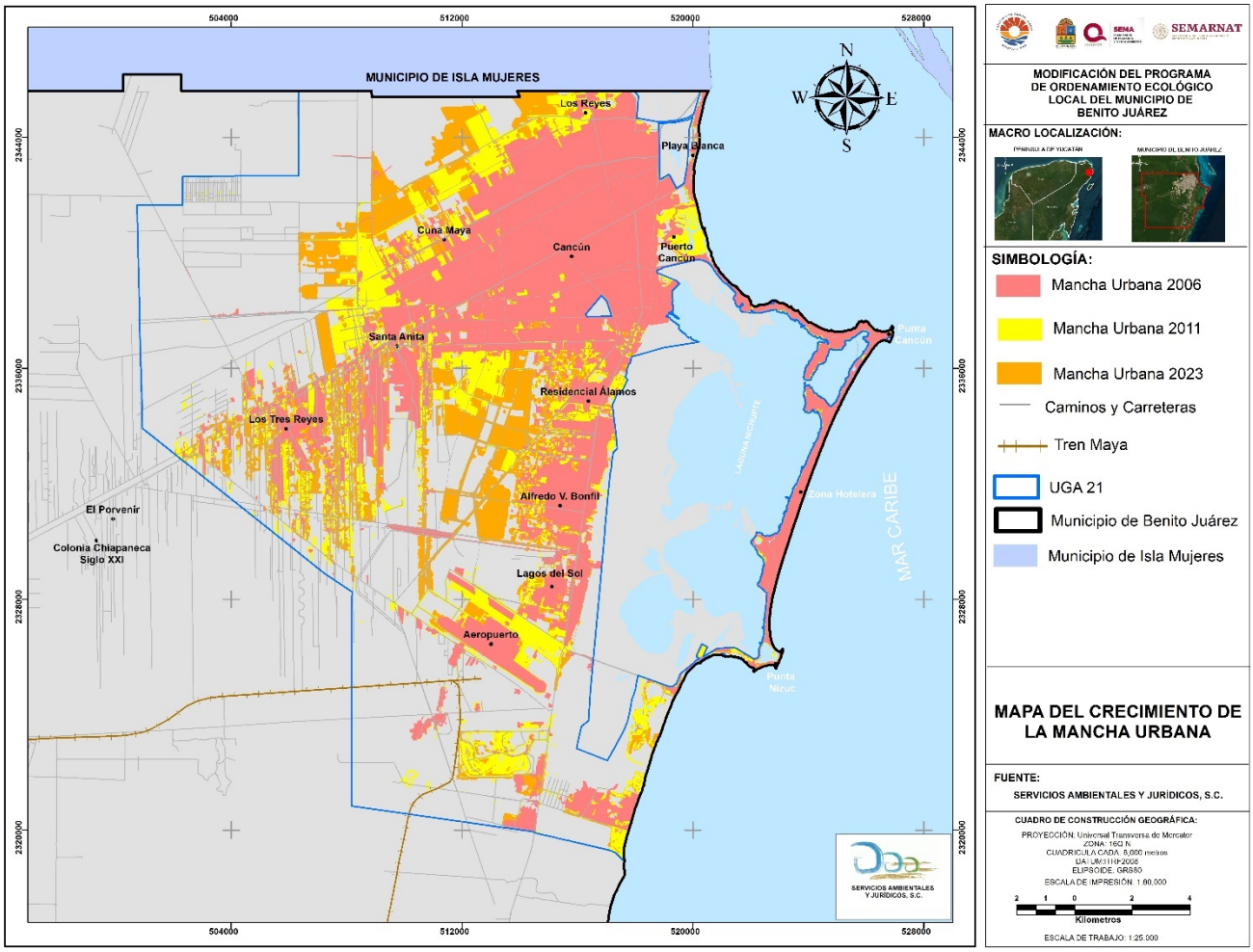


Figura 9.- Tendencias de crecimiento de la mancha urbana de Cancún (2006/201172023).

Tabla VII.-Crecimiento histórico de la mancha urbana de la ciudad de Cancún (incluye asentamientos irregulares dentro de la UGA 21.

MANCHA URBANA CANCUN	Hectáreas	Porcentaje (%)
2006	7,727.05	8.31 %
2011	12,173.15	13.09 %
2023	13,870.54	14.91%

El crecimiento poblacional del Municipio de Benito Juárez muestra un comportamiento tendiente a un valor constante en su Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) para el mismo lapso, lo que indica un crecimiento sostenido (Figura 5).

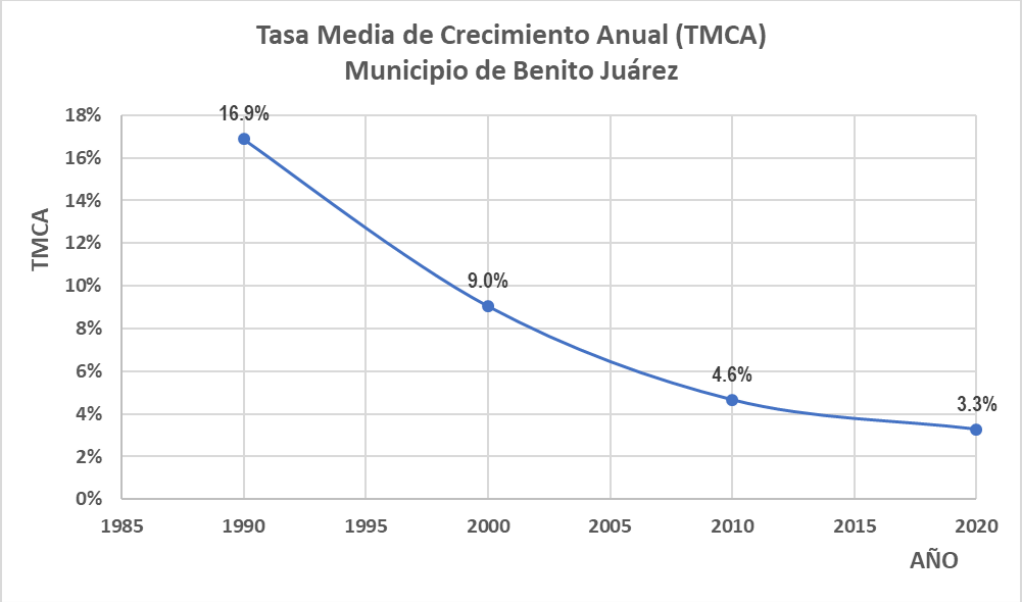


Figura 10.- Comportamiento de la Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) en el Municipio de Benito Juárez para el lapso de 1980 a 2020.

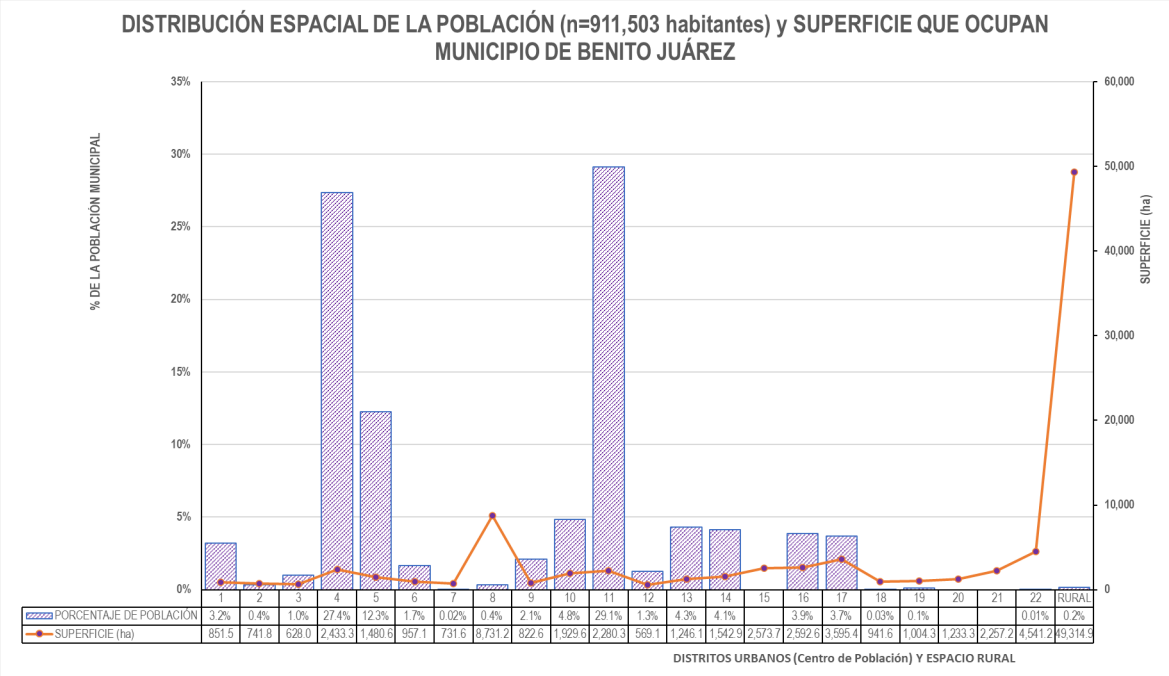
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI. Censos de población y vivienda desde 1980 hasta 2020.

La mayor parte de la población se encuentra en la ciudad de Cancún en donde algunos Distritos Urbanos tienen las mayores concentraciones; mientras que otros cumplen otras funciones. Los datos censales de 2020 obtenidos de manzanas que forman parte de los Distritos Urbanos y de las AGEB rurales permiten contar con un panorama de la distribución de la población en la estructura territorial del Municipio de Benito Juárez.

La información obtenida de Áreas Geoestadísticas Básica (AGEB) en el ámbito rural y los habitantes por manzanas que forman parte de los Distritos Urbanos de la Ciudad de Cancún que se indican en el PDU 2022[5], permite mostrar la distribución de la población en el Municipio de Benito Juárez (Figura 11).

[5] POE. 2022. Municipio de Benito Juárez. Acuerdo 21-24/197, por el que se aprueba el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 16 de septiembre de 2022.

ETAPA DE PRONÓSTICO



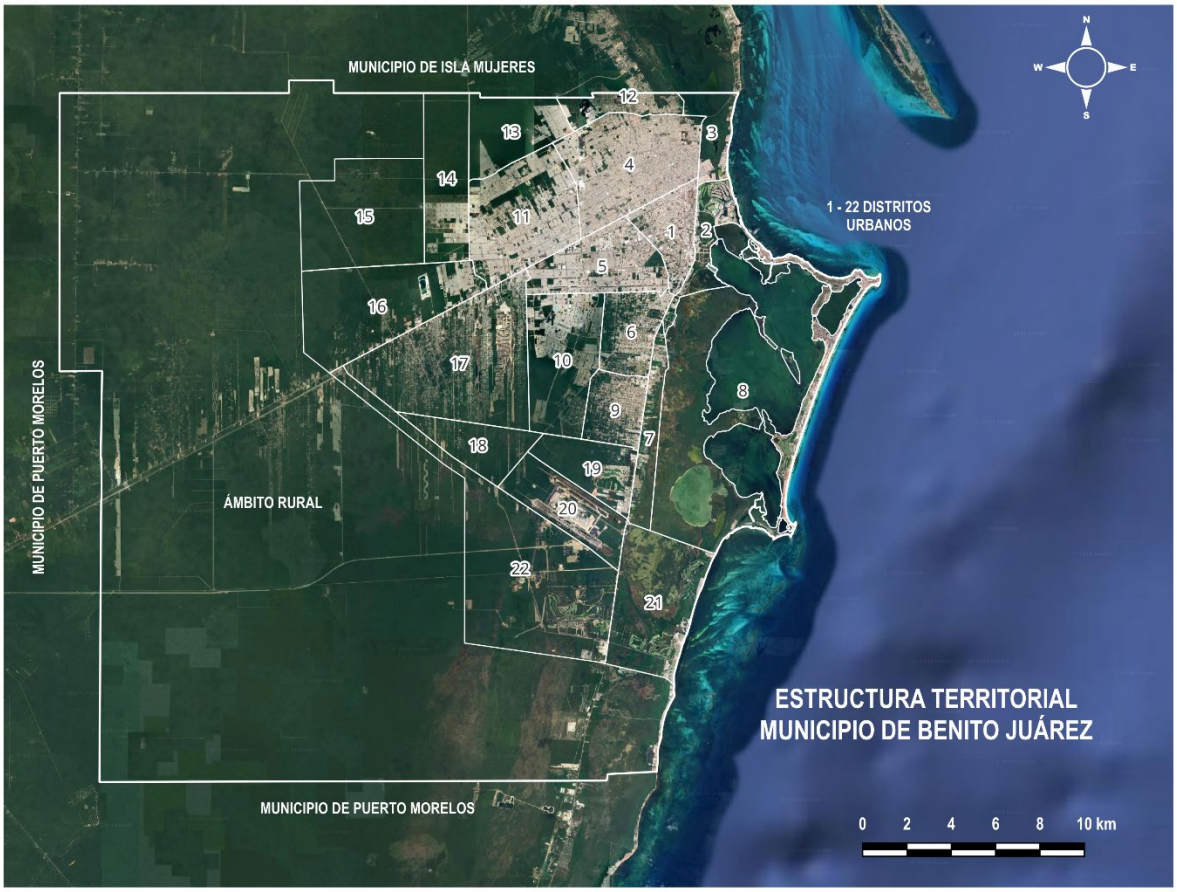


Figura 11.- Distribución de la población y estructura territorial en el Municipio de Benito Juárez.

Fuente: Elaboración propia con base en PDU 2022 e INEGI.

La información anterior permite identificar los siguientes aspectos significativos:

- El Centro de Población Cancún ocupa una superficie estimada en 436.85 km^2 que corresponde al 47% del territorio municipal, en donde se registra el 99.8% de la población municipal.
- La población en Cancún se concentra en los Distritos Urbanos 4, 5 y 11, en donde habitan 627,014 habitantes que representan el 68.8% de la población del municipio.
- Los Distritos Urbanos que le siguen con menor número de personas son el 1, 9, 10, 13, 14, 16 y 17 que albergan a 238,758 habitantes que representan el 26.2% de la población del municipio.
- Los Distritos Urbanos con la menor población son el 2, 3, 6, 7, 8, 12 y 19 con 43,839 habitantes que representan el 4.8% de la población del municipio.
- Los Distritos Urbanos carentes de población son el 15, 20 y 21; donde el primero constituye una zona de reserva urbana, el segundo está ocupado por las instalaciones del aeropuerto de Cancún y el último tiene una vocación turística hotelera.
- Los habitantes rurales que habitan fuera del centro de población ascienden a 1,482 personas, que representan apenas el 0.2% de la población el municipio.
- De los Distritos Urbanos, el que cuenta con la mayor superficie corresponde al número 8 que equivale al 9.4% de la superficie territorial del municipio y 20% del Centro de Población.
- El resto de los Distritos Urbanos, excepto el 17 y 22 que representan el 8.2% y 10.4%de la superficie del centro de población, respectivamente, oscila entre 1.3% y 5.9% de la superficie territorial con un promedio de 3.2%.
- El exterior del Centro de Población ocupa una superficie estimada en 493.15 km^2, que equivale a de 53% del territorio municipal, donde se registra una población de 1,482 habitantes que significan el 0.2% de la población municipal.

La distribución de la población en la estructura territorial del Municipio de Benito Juárez responde a una organización espacial, cuyos Distritos Urbanos reflejan la siguiente estructura del uso del suelo.

- Los Distritos Urbanos 1, 4, 5 y 11 son eminentemente de carácter habitacional, donde existe una consolidación poblacional y de uso del suelo, existiendo escasos vacíos urbanos.
- Los Distritos Urbanos 2, 3, 8 y 21, cuentan con amplias superficies decretadas como ANP de carácter federal (Reserva de la biósfera Caribe Mexicano y Manglares de Nichupté) y el espejo de agua del Sistema Lagunar Nichupté en el Distrito 8; localizados en la zona costera, es donde se concentra la oferta turística de hospedaje de Cancún y desarrollos habitacionales de elevada plusvalía.
- Los Distritos Urbanos 6, 10, 12, 13, 14 y 19 son de carácter habitacional, donde existe un proceso de poblamiento inducido por diversos promotores de vivienda y con una superficie significativa de sin ocupar.

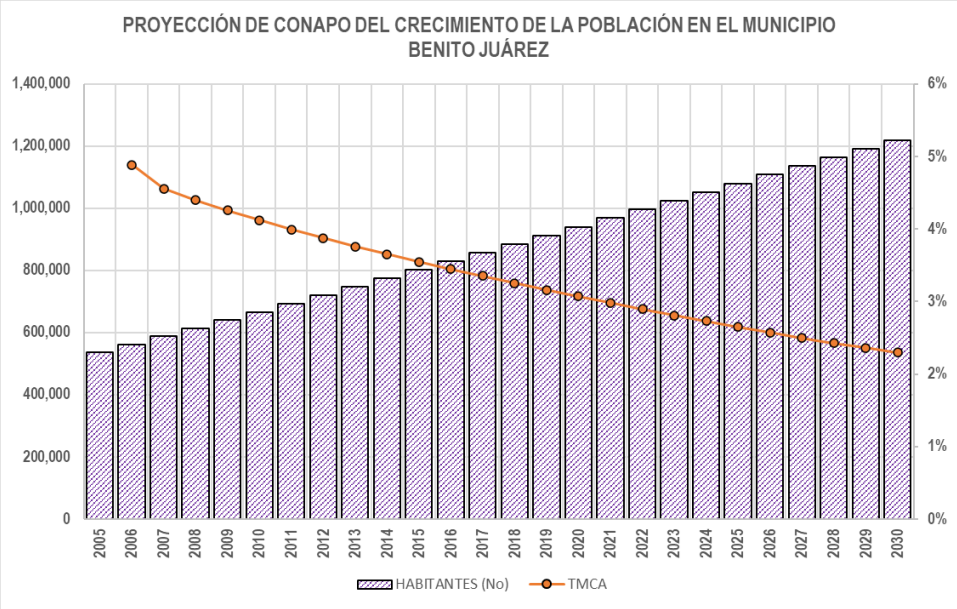
- El Distrito Urbano 7 está ocupado por unidades públicas y privadas de los sectores comercial, educativo y servicios.
- El Distrito Urbano 9 corresponde al asentamiento urbano del Ejido Alfredo V. Bonfil que es predominantemente habitacional y cuenta con una franja de establecimientos comerciales en la vera del Boulevard Luis D. Colosio.
- Los Distritos Urbanos 15, 16 y 22 son Reservas Territoriales con escasa ocupación de diversos usos del suelo. En el Distrito Urbano 22 se encuentra la Estación Cancún del Tren Maya.
- Los Distritos Urbanos 17 y 18 comprenden la principal superficie de diversos tipos de asentamientos humanos irregulares, en donde la ocupación se realiza sin orden alguno.
- El Distrito Urbano 20 corresponde a la superficie del aeropuerto internacional de Cancún.
- En el exterior del Centro de Población, el 43.5 % de los habitantes se localiza en los asentamientos humanos denominados Colonia Chiapaneca y El Porvenir que tienen un carácter habitacional; mientras que el resto de 5,390 personas se encuentra disperso en 120 localidades asociadas a instalaciones de industria ligera que se ubican a la vera de la autopista que conduce a Valladolid en el vecino Estado de Yucatán y en ranchos a los costados del camino que conduce a Francisco May en el vecino Municipio de Isla Mujeres.

La información presentada en los párrafos anteriores relativa a la estructura territorial del Municipio de Benito Juárez y habitantes que sustenta, muestra con claridad que el Centro de Población concentra a la población municipal y las actividades económicas; mientras que en la zona rural existe un escaso proceso de poblamiento y actividades productivas que no se corresponden con el deterioro de origen antrópico que se observa en los ecosistemas de selva.

Considerando la importancia de Cancún en la estructura de ciudades como el principal centro de desarrollo en el norte de Quintana Roo, es necesario estimar el crecimiento poblacional que es el principal elemento de modificación del medio natural; considerando la información censal disponible y los modelos aceptados de proyección de población.

El primer modelo de proyección de población corresponde a las estimaciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO), que para el lapso de 2005 a 2030 indica un crecimiento desde 535,728 habitantes hasta 1,217, 876 habitantes, respectivamente. Al comparar las proyecciones con los datos censales de 2010 y 2020 se obtiene que CONAPO sobrestima en 0.7% y 3.1% la población en dichos años, lo cual corresponde a márgenes de error aceptables.

ETAPA DE PRONÓSTICO



AÑO	HABITANTES (N°)	TMCA	INEGI	CONAPO
2005	535,728			554,197
2006	561,893	4.9%		574,654
2007	587,483	4.6%		594,190
2008	613,337	4.4%		614,438
2009	639,452	4.3%		635,064
2010	665,810	4.1%	661,176	654,121
2011	692,413	4.0%		673,541
2012	719,256	3.9%		692,021
2013	746,304	3.8%		710,064
2014	773,557	3.7%		727,634
2015	800,995	3.5%		750,201
2016	828,599	3.4%		786,717
2017	856,363	3.4%		825,086

AÑO	HABITANTES (N°)	TMCA	INEGI	CONAPO
2018	884,236	3.3%		864,013
2019	912,179	3.2%		903,142
2020	940,176	3.1%	911,503	931,682
2021	968,206	3.0%		950,387
2022	996,241	2.9%		969,685
2023	1,024,237	2.8%		989,563
2024	1,052,194	2.7%		1'008,615
2025	1,080,057	2.6%		1'026,725
2026	1,107,836	2.6%		1'043,877
2027	1,135,517	2.5%		1'060,031
2028	1,163,088	2.4%		1'075,210
2029	1,190,543	2.4%		1'089,394
2030	1,217,876	2.3%		1'102,561

Figura 12.- Gráfica y tabla de la proyección de crecimiento de la población de INEGI y CONAPO para el Municipio de Benito Juárez.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de CONAPO e INEGI.

A partir de los datos censales y la proyección de CONAPO se obtuvieron las regresiones correspondientes donde se obtiene que en ambos casos el tipo de crecimiento es aritmético, destacando que la R^2 de los datos censales para el lapso de 1990 a 2020 es de 1, que indica una elevada correspondencia de los datos de población con respecto al tiempo.

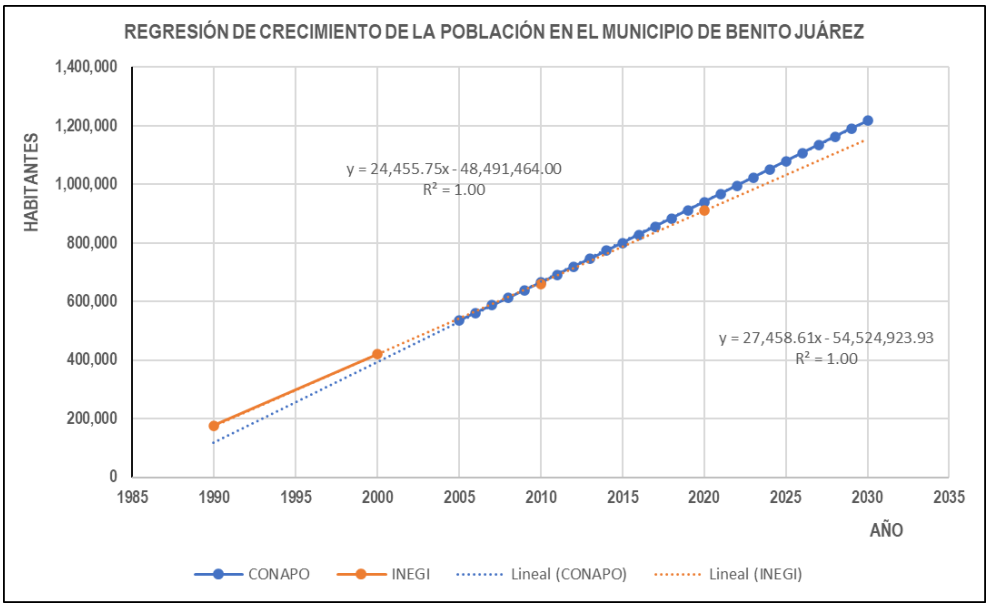


Figura 13.- Análisis de regresión para la proyección de crecimiento de la población en el Municipio de Benito Juárez con base en resultados de CONAPO y datos censales de INEGI.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de CONAPO e INEGI.

La estimación de proyección de crecimiento de la población en el lapso de 2020 a 2050 se realizó considerando la fórmula obtenida de la regresión de los datos censales y de los dos métodos siguientes de amplio uso: proyección de población por incremento en lapsos y proyección de población con una tasa de crecimiento constante. Las fórmulas aplicadas son las siguientes:

Proyección de población por incremento en lapsos:

Pb = Pf + ((Pf-Pi) / (Af-Ai))*(Ab-Af)), donde:

Pb= **Población estimada**

Pf= Población final

Pi= Población inicial

Af= Año final

Ai= Año inicial

Ab= Año de interés

Proyección de población con una tasa de crecimiento constante, donde considerando los últimos datos censales se obtiene la tasa de constante (i) que se utiliza en la proyección. La fórmula para obtener el valor de **i** es la siguiente:

i = $(P_{obf}/P_{ob0})^{1/t} - 1$; donde:

i= Tasa de crecimiento

P_{obf}= Población último censo

P_{ob0}= Población previa último censo

t= Diferencia de los años censales considerados

Obtenido el valor de i se utiliza la siguiente fórmula:

$Pob=P_{ob0}^{(1+i*t)}$; donde:

P_{ob}= Población año de interés

P_{ob0}= Población año censal base

i= Tasa de crecimiento

t= Diferencia del año de interés del año censal base

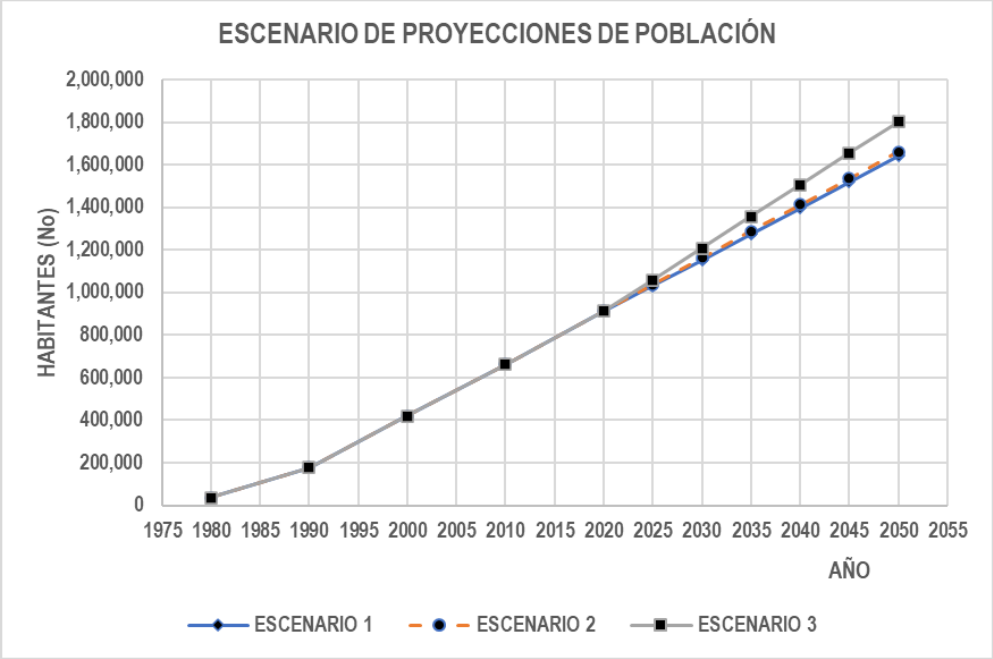
A partir de aplicar los métodos anteriores se obtienen tres escenarios de proyección de la población para el horizonte del año 2050, cuyos aspectos relevantes son los siguientes (Figura 9):

- El escenario 1 que corresponde al de utilizar la fórmula de regresión, arroja una población de 1,642,824 habitantes en el Municipio de Benito Juárez para el año de 2050, lo que equivale a un incremento de 80.2% con respecto a la población de 2020.
- El escenario 2 que corresponde al de incremento por lapsos, arroja una población de 1,662,484 habitantes en el Municipio de Benito Juárez para el año de 2050, lo que equivale a un incremento de 82.4% con respecto a la población de 2020.
- El escenario 3 que corresponde al de utilizar la fórmula de crecimiento utilizando una tasa de crecimiento constante, arroja una población de 1,803,732 habitantes en el Municipio de Benito Juárez para el año de 2050, lo que equivale a un incremento de 97.9% con respecto a la población de 2020.

Estas estimaciones obedecen a las condiciones de crecimiento observadas en el lapso utilizado para realizar las estimaciones de cada método, por lo que sólo deben ser consideradas como un referente de planeación; que deberán ser adecuadas cuando en su momento se cuente con información demográfica oficial que se genere.

Es importante señalar que estas proyecciones difieren respecto de las estimaciones realizadas por el CONAPO, sobre todo porque la presencia de proyectos estratégicos (como el Tren Maya, el proyecto del corredor turístico Cancún – Isla Blanca) o la consideración de la conurbación con el vecino municipio de Puerto Morelos), generarán otro impulso al desarrollo del municipio, volviendo a atraer nuevamente a inmigrantes de otros estado / países, que pudieran modificar las tasas de crecimiento medio anual calculados a partir de los datos estadísticos del INEGI.

ETAPA DE PRONÓSTICO



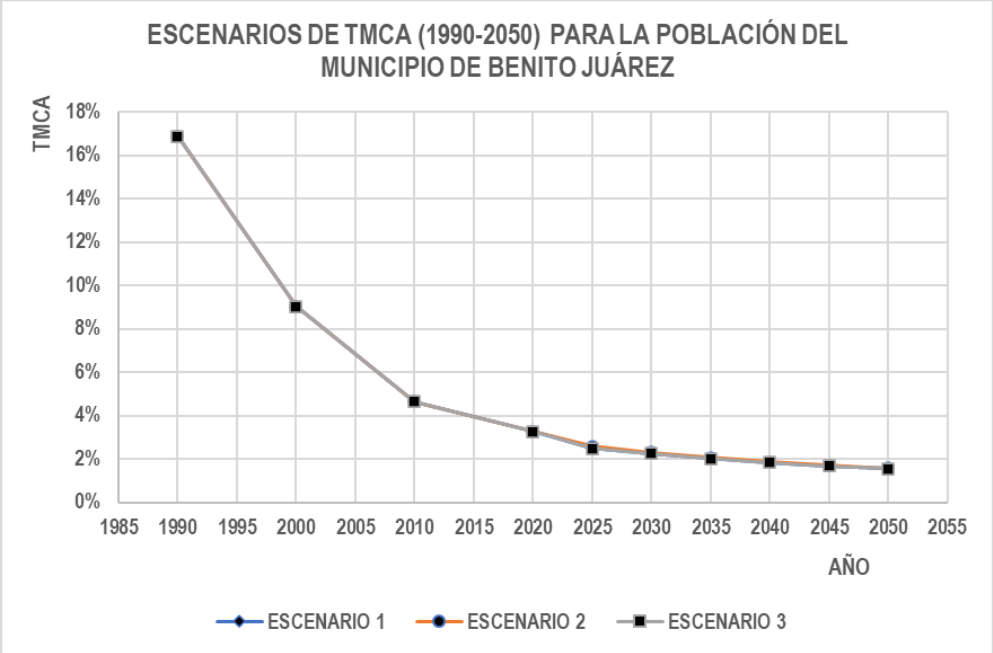
AÑO	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
1980	37,190	37,190	37,190
1990	176,765	176,765	176,765
2000	419,815	419,815	419,815
2010	661,176	661,176	661,176
2020	911,503	911,503	911,503
2025	*1,031,430*	*1,036,667*	*1,060,208*
2030	*1,153,709*	*1,161,830*	*1,208,913*
2035	*1,275,987*	*1,286,994*	*1,357,617*
2040	*1,398,266*	*1,412,157*	*1,506,322*
2045	*1,520,545*	*1,537,321*	*1,655,027*
2050	*1,642,824*	*1,662,484*	*1,803,732*

Figura 14.- Gráfica y tabla de los escenarios de crecimiento de la población en el Municipio de Benito Juárez para el horizonte del año 2050.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI (1980-2020).

Al realizar los cálculos para obtener las TMCA correspondientes a los escenarios señalados, se observa que muestran una tendencia negativa hacia una asíntota de 1.6%; significando la consolidación de un patrón de crecimiento continuo de una población cada vez mayor (Figura 10).

ETAPA DE PRONÓSTICO



AÑO	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2	ESCENARIO 3
1980	- -	- -	- -
1990	16.9%	16.9%	16.9%
2000	9.0%	9.0%	9.0%
2010	4.6%	4.6%	4.6%
2020	3.3%	3.3%	3.3%
2025	2.5%	2.6%	2.5%
2030	2.3%	2.3%	2.3%
2035	2.0%	2.1%	2.3%
2040	1.8%	1.9%	2.1%
2045	1.7%	1.7%	1.9%
2050	1.6%	1.6%	1.8%

Figura 15.- Gráfica y tabla de los escenarios de TMCA en el Municipio de Benito Juárez para el horizonte del año 2050.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de INEGI (1980-2020).

Las estimaciones obtenidas se toman como la base para realizar los cálculos de demanda de abasto de agua, tratamiento de aguas residuales y generación de residuos sólidos urbanos.

ETAPA DE PRONÓSTICO

Demandas de Agua Potable y Tratamiento de Aguas Residuales y de Manejo y Disposición de Residuos Sólidos Urbanos

Agua Potable y Tratamiento de Aguas Residuales

Los parámetros de dotación de 220 l/día/habitantes de agua potable y de manejo y tratamiento de aguas residuales de 180 l/día/habitantes son la base para estimar sus requerimientos en litros/segundo para el horizonte del año 2050 en los diferentes escenarios considerados (Tabla II).

Tabla VIII.- Estimación en litros por segundo (lps)(m³/día) de requerimientos de agua potable y de tratamiento de aguas residuales en el Municipio de Benito Juárez para el horizonte al 2050.

PARÁMETRO	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ESCENARIO 1							
Población	**911,503**	**1,031,430**	**1,153,709**	**1,275,987**	**1,398,266**	**1,520,545**	**1,642,824**
Requerimiento agua potable en lps considerando una dotación de 220 l/habitante/día	200,531 m³/día	226,915 m³/día	253,816 m³/día	280,718 m³/día	307,618 m³/día	334,520 m³/día	361,422 m³/día
Requerimiento de tratamiento de aguas residuales en lps considerando una descarga de 180 l/habitante/día	164,071 m³/día	185,658 m³/día	207,668 m³/día	229,678 m³/día	251,752 m³/día	273,699 m³/día	295,709 m³/día
ESCENARIO 2							
Población	**911,503**	**1,036,667**	**1,161,830**	**1,286,994**	**1,412,157**	**1,537,321**	**1,662,484**
Requerimiento agua potable en lps considerando una dotación de 220 l/habitante/día	200,531 m³/día	228,067 m³/día	255,603 m³/día	283,139 m³/día	310,675 m³/día	338,211 m³/día	365,747 m³/día
Requerimiento de tratamiento de aguas residuales en lps considerando una descarga de 180 l/habitante/día	164,071 m³/día	186,600 m³/día	209,130 m³/día	231,659 m³/día	245,189 m³/día	276,718 m³/día	299,248 m³/día
ESCENARIO 3							
Población	**911,503**	**1,060,208**	**1,208,913**	**1,357,617**	**1,506,322**	**1,655,027**	**1,803,732**
Requerimiento agua potable en lps considerando una dotación de 220 l/habitante/día	200,531 m³/día	233,246 m³/día	265,961 m³/día	298,676 m³/día	331,391 m³/día	364,106 m³/día	396,822 m³/día
Requerimiento de tratamiento de aguas residuales en lps considerando una descarga de 180 l/habitante/día	164,071 m³/día	190,838 m³/día	217,605 m³/día	244,371 m³/día	271,138 m³/día	279,905 m³/día	324,672 m³/día

Fuente: Elaboración propia con base en datos de proyecciones de población.

A partir de que la capacidad instalada de extracción en 2015 era de 2,937 lps con una producción efectiva de 2,356.6 lps, se requiere ampliar para el horizonte de 2050 entre 42.4% a 56.4% dicha capacidad solamente para los habitantes estimados. En el caso del tratamiento de aguas residuales la condición es crítica, ya que la capacidad instalada de tratamiento de aguas residuales es de 877 lps, con una capacidad efectiva de 800 lps; lo que implica que existe un déficit importante y que para 2050 se requiere ampliar la capacidad entre 290.3% a 328.5%.

Considerando que el manejo y disposición inadecuada de aguas residuales en la zona urbana constituye el principal elemento de contaminación al acuífero del subsuelo, la falta de infraestructura existente genera impactos acumulativos y sinérgicos en cuerpos de agua dulce, salobre y salina que albergan varios ecosistemas, sustentan diversas actividades económicas y constituye un riesgo para la salud de los habitantes. Esta condición ya es evidente en cenotes urbanos de Cancún, donde una investigación indica la presencia de coliformes totales y fecales que provienen del ingreso de aguas residuales al subsuelo; observándose que en la temporada de lluvias se incrementa significativamente la concentración de dichas bacterias[6].

La amplitud de la contaminación a partir de la interpolación de datos de la contaminación promedio de coliformes fecales y totales, tanto en la temporada de secas como de lluvias, se elaboró una representación de Diagrama de Voronoi para obtener las regiones que expresan la condición de contaminación en el subsuelo a partir de los datos obtenidos en 10 cenotes (Figura 16).

El resultado obtenido indica que en todos los cenotes existe evidencia de contaminación y las regiones muestran que las mayores concentraciones se corresponden con las zonas de mayor cantidad de pobladores en Cancún y con un valor medio en la zona de asentamientos irregulares ubicadas al poniente del centro de población que forma parte de la región del Cenote 10. Si bien la información del organismo operador indica que existe cobertura de drenaje sanitario en dichas zonas, los datos disponibles indican que existen ingreso al subsuelo de aguas residuales que contaminan el acuífero. La investigación realizada señala que no existe información sobre la fuente de contaminación que se observa en los cenotes estudiados, pero se infiere que son por viviendas que por diversas razones no están conectadas al drenaje sanitario.

[6] Borbolla-Vázquez, J., P. Ugalde-Silva, J. León-Borges y J. A. Díaz-Hernández. 2020. Total and faecal coliforms presence in cenotes of Cancun; Quintana Roo, Mexico. BioRisk 15: 31–43.

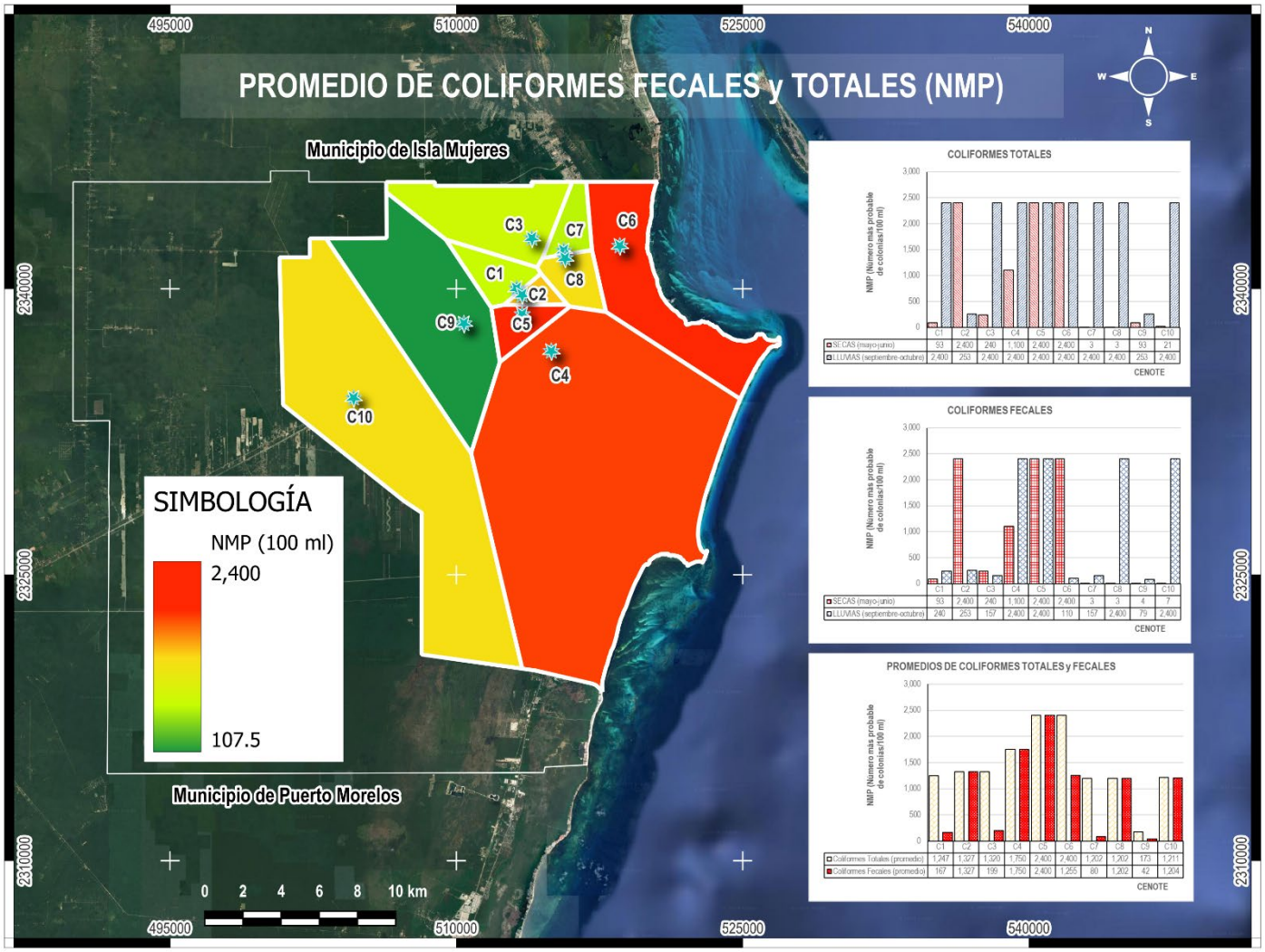


Figura 16.- Condición de la contaminación en cenotes del Cancún por coliformes fecales y coliformes totales (NMP).

Fuente: Elaboración propia con base en Borbolla-Vázquez, *et al*. 2020.

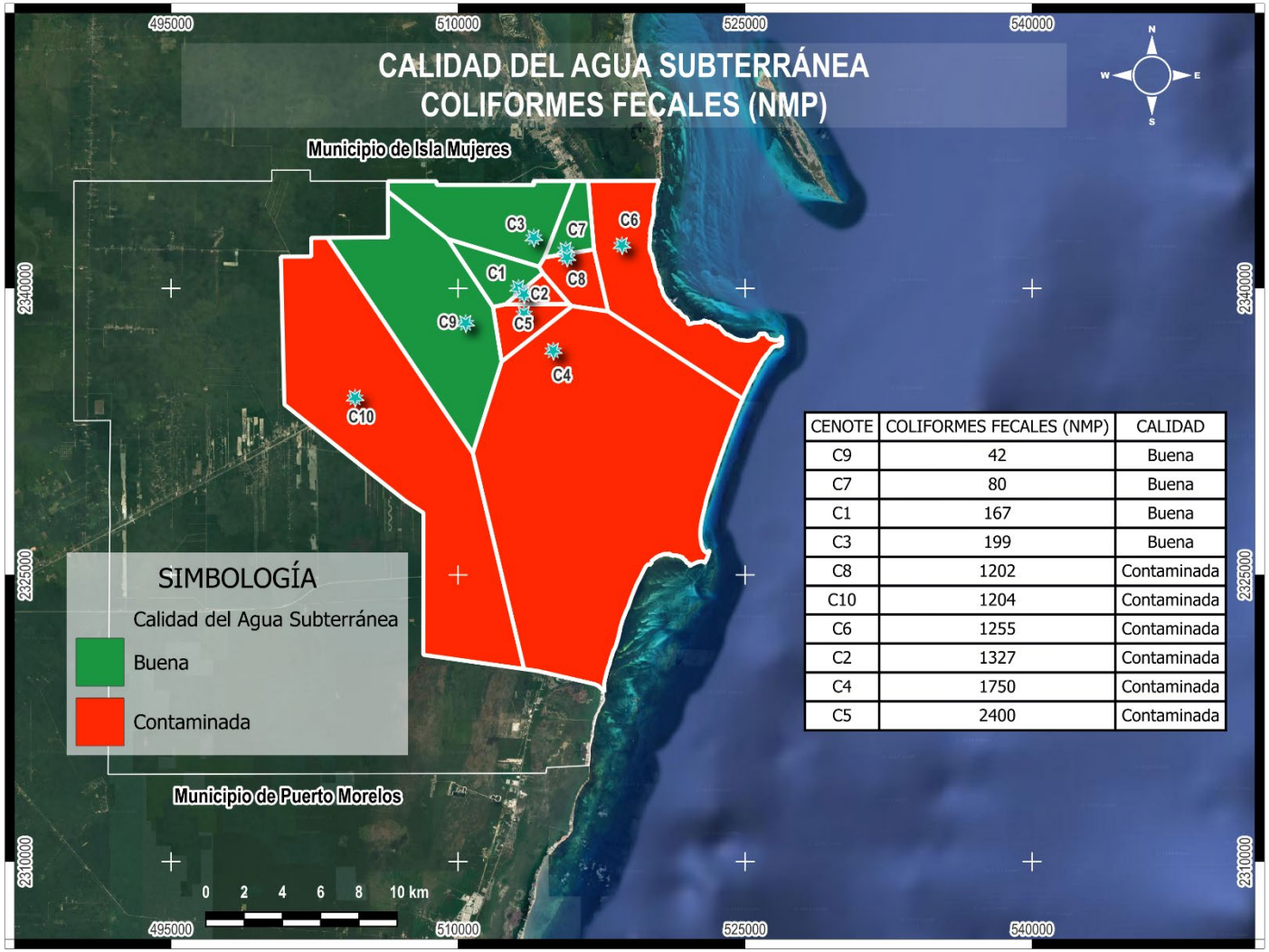
Considerando la escala de la CONAGUA para determinar la calidad del agua subterránea a partir de los coliformes fecales (Tabla IX), se elaboró el diagrama de la calidad del agua interpolado a partir de la información de Borbolla-Vázquez et al. (2020) (Figura 17).

Tabla IX.- Escala de valoración de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) de la calidad de aguas subterránea para el parámetro de coliformes totales.

CALIDAD DEL AGUA	COLIFORMES FECALES_(NMP)	DESCRIPCION
Excelente	> 1.1	Agua potable. Agua no contaminada o condición normal. No hay evidencia de alteración en los valores de la calidad bacteriológica para el cuerpo de agua subterráneo
Buena calidad	1.1 ≥ 200	Aguas para uso recreativo con contacto primario, así como para otros usos. Indicios de alteración de la calidad bacteriológica
Aceptable	200 ≥ 1,000	Aguas con calidad admisible como fuente de abastecimiento de agua potable y para riego agrícola. Muestra bajos niveles de alteración como resultado de la actividad humana
Contaminada	1,000 ≥ 10,000	Aguas con contaminación bacteriológica. Indica alteración substancial con respecto a la condición normal
Fuertemente contaminada	> 10,000	Aguas con fuerte contaminación bacteriológica. Alteración severa

Fuente: CONAGUA. 2022. Calidad del agua en México. Calidad del agua subterránea año 2022. https://www.gob.mx/conagua/articulos/calidad-del-agua.

La interpolación obtenida indica que existen dos tipos de calidad del agua: Buena y Contaminada. La calidad de agua clasificada como *Buena* se observa al norte del centro de población; que está circundada por la zona donde se infiere que está Contaminada. La zona Contaminada por coliformes fecales se relaciona con los sitios más poblados; excepto en la porción poniente donde existe una baja densidad de población, pero que resulta ser la zona de asentamientos irregulares que ante la carencia de servicios públicos no cuentan con drenaje sanitario y abasto de agua potable. Esto resulta crítico, porque los ocupantes construyen pozos para extraer agua del subsuelo a fin de ocuparla en sus actividades diarias; representando un riesgo elevado de daño a su salud.



CENOTE	COLIFORMES FECALES (NMP)	CALIDAD
C9	42	Buena
C7	80	Buena
C1	167	Buena
C3	199	Buena
C8	1202	Contaminada
C10	1204	Contaminada
C6	1255	Contaminada
C2	1327	Contaminada
C4	1750	Contaminada
C5	2400	Contaminada

Figura 17.- Calidad del agua subterránea por coliformes fecales (NMP) en el centro de población de Cancún.

Fuente: Elaboración propia con base en Borbolla-Vázquez, *et al*. 2020.

La contaminación subterránea por coliformes fecales y coliformes totales descansa en datos obtenidos en los meses de mayo a junio (estación de secas) y de septiembre a octubre (estación de lluvias) del año de 2018, por lo que la interpretación realizada en todo caso aplica para dicho lapso; ya que no se cuenta con información posterior que permita determinar si las condiciones persisten o se han modificado. Sin embargo, los datos obtenidos y su interpretación son un antecedente fundamental y sustentan la necesidad de implementar un sistema permanente de monitoreo de calidad de agua en cenotes urbanos que permita determinar la intensidad y extensión de la contaminación subterránea y estar en condiciones de establecer las medidas correctivas pertinentes.

Lo indicado anteriormente es indispensable, ya que la expansión de los asentamientos humanos en dirección a las zonas de extracción de agua potable, suponen un el riesgo de afectación en su calidad del agua. Ante esta tendencia es necesario implementar medidas efectivas para evitar la ocupación humana, principalmente en los sitios donde se ubican las baterías de pozos y su radio de protección. Entre las medidas a tener en cuenta está la de creación de un ANP con carácter de reserva geohidrológica a fin de asegurar la calidad ambiental del sitio; incluyendo dentro de sus acciones la de reubicación de los habitantes que existan en la superficie considerada.

Generación de Residuos Sólidos Urbanos

La generación de residuos sólidos urbanos (RSU) es uno de los principales retos a afrontar en todos los asentamientos humanos del país, siendo obligatorio su adecuado manejo y disposición final. En el Municipio de Benito Juárez se han construido diversos sitios de disposición final (Rellenos Sanitarios) y el más reciente se ubica en una celda emergente debido a la declaratoria de contingencia por la saturación en el mes de diciembre de 2023 del sitio habilitado para la disposición final que estuvo en operación casi 20 años.

La estimación de generación por habitante de residuos sólidos es de 1 kg/habitante/día[7] con la siguiente composición[8]: 54.2 % por residuos orgánicos, 10.9% plástico, 7.7% papel, 6.4% pañales, 5.8% textiles, 4.2% vidrio, 4.1% cartón, 2% metales, 1.4% aluminio y otros 3.3%. Esta composición indica que la mayor parte de RSU se pueden reciclar o realizar un proceso secundario de degradación orgánica para generación de biogás o material utilizado en mezclas de suelo con fines de empleo en actividades diversas. Sin embargo, excepto metales como el aluminio y en algunos casos cartón y plásticos que se separan con fines de comercialización, el resto se disponen en los rellenos sanitarios; lo que constituye un desperdicio de recursos que además contribuye a disminuir la vida útil del sitio de disposición final.

De acuerdo a las proyecciones de crecimiento de la población en el Municipio de Benito Juárez, se estima un incremento desde 332,699 ton/año hasta 658,362 ton/año en el horizonte hasta el año 2050 dependiendo del escenario considerado (Tabla X).

[7] Este valor incluye tanto el de la población residente (0.750 kg) como la de los visitantes (0.250 kg).

[8] Robertos Ay, F.A., W.E. Brinckmann, W. E. y M.T. Ayllón Trujillo. 2010. Disposición final de residuos sólidos en los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres en Quintana Roo. Ingeniería. 14 (3): 197-207 pp.

Tabla X. Generación (ton/año) de residuos sólidos urbanos (RSU) totales y por composición, de acuerdo a las proyecciones de crecimiento de la población en el lapso 2020-2050, en el Municipio de Benito Juárez.

ESCENARIOS	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
ESCENARIO 1							
Población	**911,503**	**1,031,430**	**1,153,709**	**1,275,987**	**1,398,266**	**1,520,545**	**1,642,824**
Generación anual de RSU (ton)	332,699	376,472	421,104	465,735	510,367	554,999	599,631
Materia orgánica (54.2%)	180,323	204,048	228,238	252,429	276,619	300,809	325,000
Papel y cartón (11.8%)	39,258	44,424	49,690	54,957	60,223	65,490	70,756
Plástico (10.9%)	36,264	41,035	45,900	50,765	55,630	60,495	65,360
Pañales (6.4%)	21,293	24,094	26,951	29,807	32,663	35,520	38,376
Textiles (5.8%)	19,297	21,835	24,424	27,013	29,601	32,190	34,779
Vidrio (4.2%)	13,973	15,812	17,686	19,561	21,435	23,310	25,184
Metales excepto aluminio (2 %)	6,654	7,529	8,422	9,315	10,207	11,100	11,993
Aluminio (1.4%)	4,658	5,271	5,895	6,520	7,145	7,770	8,395
Otros (3.3%)	10,979	12,424	13,896	15,369	16,842	18,315	19,788
ESCENARIO 2							
Población	**911,503**	**1,036,667**	**1,161,830**	**1,286,994**	**1,412,157**	**1,537,321**	**1,662,484**
Generación anual de RSU (ton)	332,699	378,383	424,068	469,753	515,437	561,122	606,807
Materia orgánica (54.2%)	180,323	205,084	229,845	254,606	279,367	304,128	328,889
Papel y cartón (11.8%)	39,258	44,649	50,040	55,431	60,822	66,212	71,603
Plástico (10.9%)	36,264	41,244	46,223	51,203	56,183	61,162	66,142
Pañales (6.4%)	21,293	24,217	27,140	30,064	32,988	35,912	38,836
Textiles (5.8%)	19,297	21,946	24,596	27,246	29,895	32,545	35,195
Vidrio (4.2%)	13,973	15,892	17,811	19,730	21,648	23,567	25,486
Metales excepto aluminio (2 %)	6,654	7,568	8,481	9,395	10,309	11,222	12,136
Aluminio (1.4%)	4,658	5,297	5,937	6,577	7,216	7,856	8,495
Otros (3.3%)	10,979	12,487	13,994	15,502	17,009	18,517	20,025
ESCENARIO 3							
Población	**911,503**	**1,060,208**	**1,208,913**	**1,357,617**	**1,506,322**	**1,655,027**	**1,803,732**
Generación anual de RSU (ton)	332,699	386,976	441,253	495,530	549,808	604,085	658,362
Materia orgánica (54.2%)	180,323	209,741	239,159	268,577	297,996	327,414	356,832
Papel y cartón (11.8%)	39,258	45,663	52,068	58,473	64,877	71,282	77,687
Plástico (10.9%)	36,264	42,180	48,097	54,013	59,929	65,845	71,761

ETAPA DE PRONÓSTICO

ESCENARIOS	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Pañales (6.4%)	21,293	24,766	28,240	31,714	35,188	38,661	42,135
Textiles (5.8%)	19,297	22,445	25,593	28,741	31,889	35,037	38,185
Vidrio (4.2%)	13,973	16,253	18,533	20,812	23,092	25,372	27,651
Metales excepto aluminio (2 %)	6,654	7,740	8,825	9,911	10,996	12,082	13,167
Aluminio (1.4%)	4,658	5,418	6,178	6,937	7,697	8,457	9,217
Otros (3.3%)	10,979	12,770	14,561	16,353	18,144	19,935	21,726

Fuente: Elaboración propia con base en Roberto Ay, *et al*. 2010.

La generación de RSU es una condición inherente a los asentamientos humanos, donde se observa que conforme existe un proceso de incremento de la población en centros de población existe un incremento de generación *per cápita* de RSU y cambios en su composición estrechamente relacionados con modificaciones en los hábitos de consumo; existiendo la tendencia a un decremento en la participación porcentual de los residuos orgánicos, un aumento en la de empaques diversos y de los inorgánicos. Entre los residuos inorgánicos que muestran un incremento están los pañales y otros productos desechables de higiene personal que tienen materiales sintéticos no biodegradables que llegan a degradarse hasta 500 años[9].

Asimismo, a partir de 2011 existe una acumulación extraordinaria de sargazo[10] que el viento y corrientes hacen recalar en la playa, lo que ha constituido una problemática que abarca aspectos de deterioro de la calidad de atractivo turístico de la playa, de reducción de la calidad del agua marina que afecta significativamente a la biota y causan malestar a los turistas por la descomposición orgánica que abate las concentraciones de O_2, incremento de emanaciones de olores fétidos, liberación de componentes tóxicos como arsénico y metales pesados; así como un desembolso económico no contemplado a las arcas de particulares y de los tres órdenes de gobierno[11].

Tomando en cuenta que la atención a la problemática que genera el recale de sargazo es de tipo multifactorial, la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo (SEMA), con la participación de especialistas, organizaciones sociales y autoridades de los tres órdenes de gobierno, ha elaborado una Estrategia de Manejo Integral del Sargazo (EIMAS) que: *pretende establecer un manejo integral que sirva de base a protocolos y toma de decisiones, una sinergia*

[9] Velasco Pérez, M., P.X. Sotelo Navarro, A Vázquez Morillas, R.M. Espinosa Valdemar y J.P. Hermoso López Araiza. 2021. Waste management and environmental impact of absorbent hygiene products: A review. Waste Management & Research. 39(6):767-783.

[10] El sargazo que recala en las playas son masas flotantes de macroalgas pardas, conformadas principalmente por las especies *Sargassum fluitans* y *S. natans*.

[11] Rodríguez-Martínez, R.E. y B. van Tussenbroek. 2023. Algas abundantes con abundantes impactos negativos para el ecosistema. Publicado en la Jornada Ecológica el 19 de abril de 2023. https://www.jornada.com.mx/2023/03/19/ecologica263.pdf.

pública/privada para atender el problema del sargazo, implementar y mejorar las prácticas en beneficio del medio ambiente, de la salud humana y del turismo, e impulsar el desarrollo productivo, la inversión y prioritariamente el aprovechamiento de las algas[12].

La estrategia incluye diversas acciones y actividades de manejo, que en lo referente a la disposición final en la parte operativa contempla tres destinos: Disposición como recurso para elaboración de productos diversos; Disposición como biorresiduo utilizable en la generación de biogás y composta; y Disposición como residuo contaminante. Estos tipos de disposición implican manejos diferenciados y el que tiene una mayor similitud al de manejo de RSU corresponde al de sargazo como residuo contaminante que requiere de un sitio de disposición final que evite el ingreso en el subsuelo de arsénico, cadmio, plomo, mercurio y otros elementos tóxicos. El riesgo que existe por un manejo y disposición inadecuada del sargazo es que los productos tóxicos pueden incorporarse por diversas vías a las cadenas tróficas de especies de ecosistemas lagunares y marinos; con una bioacumulación que genera impactos negativos en las poblaciones naturales y en los seres humanos puede tener efectos de salud importantes por el consumo de organismos o sus partes altamente contaminados.

Este escenario tendencial de residuos indica que el aumento de la población implica un incremento de los RSU, con un posible cambio en su composición por el incremento porcentual de productos inorgánicos que tienen lapsos extensos de descomposición o degradación; originando que se amplíe el tiempo de rehabilitación del sitio para ser destinado a otro fin. Asimismo, de mantenerse la tendencia en el manejo y disposición de RSU cada vez se requerirán superficies para tal fin; con una previsible reducción de sitios factibles de ser utilizados.

Ante tales perspectivas resulta imprescindible replantear el marco legal que legisle y regule desde la generación doméstica, incluyendo la reducción y reciclaje (también doméstica), con estímulos por cumplimiento. También se debe generar un cambio en los hábitos de manejo y disposición de los RSU y el sargazo, considerando la posibilidad de evitar que todos sean dispuestos revueltos en un mismo lugar y que se realice un manejo y disposición diferenciados de acuerdo a su composición a fin de lograr un manejo desde las mismas fuentes de generación. Esto implica una mayor participación de los generadores de RSU, desde los propios habitantes hasta instalaciones comerciales o de servicios, para ampliar las posibilidades de su reducción, reciclamiento y reutilización.

Finalmente, se debe considerar a futuro un sitio para la correcta disposición del sargazo (que incluya un área de secado o “deshidratación” (para la disminución en su volumen, y modificar su proceso de descomposición natural), y su posterior disposición como residuo de manejo especial, de acuerdo a la normatividad local.

[12] Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo. Estrategia de Manejo Integral del Sargazo (EIMAS). https://sargazo2023.semaqroo.gob.mx/manejo-integral/.

ETAPA DE PRONÓSTICO

Escenario tendencial para el sector Turismo Convencional:

El turismo que predomina en el estado es el de Sol y Playa y fue desde los inicios de Cancún, el principal motor de la economía y del crecimiento poblacional.

El Turismo Convencional (Sol y Playa) fue el motor del desarrollo no sólo del municipio, sino de todo el estado, el cual ha originado en el estado de Quintana Roo tuviera la tasa de crecimiento poblacional más alta del país (entre finales de los 80's y principios de los 90's) y que Cancún tuviera una de las tasas de crecimiento más altas de todo el mundo (casi un 18% anual).

El crecimiento en el número de cuartos hoteleros fue muy intenso en los primeros años del desarrollo de Cancún, debido a la intensa promoción como Centro Integralmente Planeado (CIP), a las facilidades otorgadas por los 3 órdenes de gobierno y a la deficiente normatividad ambiental existente en su momento.

Uno de los factores que ralentizó la velocidad en el desarrollo de cuartos hoteleros fue el huracán Gilberto (1988), situación que volvió a repetirse tras el paso del huracán Wilma (2005). A este último fenómeno tropical también se le puede sumar la pérdida casi total de las playas del destino, lo que puso a Cancún en una situación crítica sin precedentes, al mermar uno de sus principales atractivos naturales.

Tabla XI.- Crecimiento en número de cuartos por año en la zona hotelera de Cancún.

AÑO	CUARTOS	AÑO	CUARTOS	AÑO	CUARTOS
1975	1,322	1986	7,028	1997	21,683
1976	2,023	1987	8,910	1998	23,581
1977	2,494	1988	11,891	1999	24,610
1978	2,763	1989	15,310	2000	25,434
1979	2,923	1990	17,470	2001	26,194
1980	3,930	1991	17,971	2002	25,829
1981	5,225	1992	18,003	2003	26,404
1982	5,258	1993	18,540	2004	27,522
1983	5,709	1994	18,859	2011	28,225
1984	6,106	1995	20,278	2023	45,575
1985	6,591	1996	21,097		

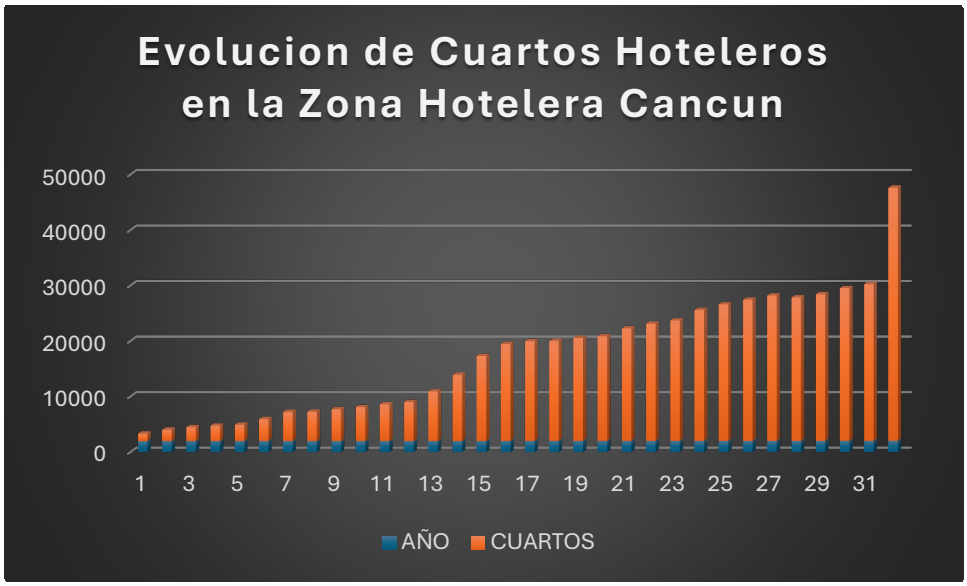


Figura 18.- Crecimiento de cuartos hoteleros en la Z H de Cancún periodo de 1975 a 2023.

Fuente: Censo Generales de Población y Vivienda 2010, SEDETUR. DATOS 2011 y proyección a partir de estos datos

No obstante, como motor de la economía y generación de empleos, el Turismo Convencional siempre tuvo desde sus inicios una fuerte relación con los procesos migratorios y de crecimiento poblacional de Cancún y de todo el municipio, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla XII.- Crecimiento poblacional de Cancún respecto del número de cuartos hoteleros construidos.

Años	Población de Cancún	Cuartos de Hotel construidos
1980	37,190	3,930
1990	176,765	17,470
1995	311,696	20,278
2000	419,815	25,434
2005	572,973	27,522
2011	651,629	28,225
2023	911,503	45,575

Fuente: Datos tomados de INEGI. Censo Generales de Población y Vivienda 2010 y 2020.

FONATUR. DATOS 2011 y SEDETUR, 2024.

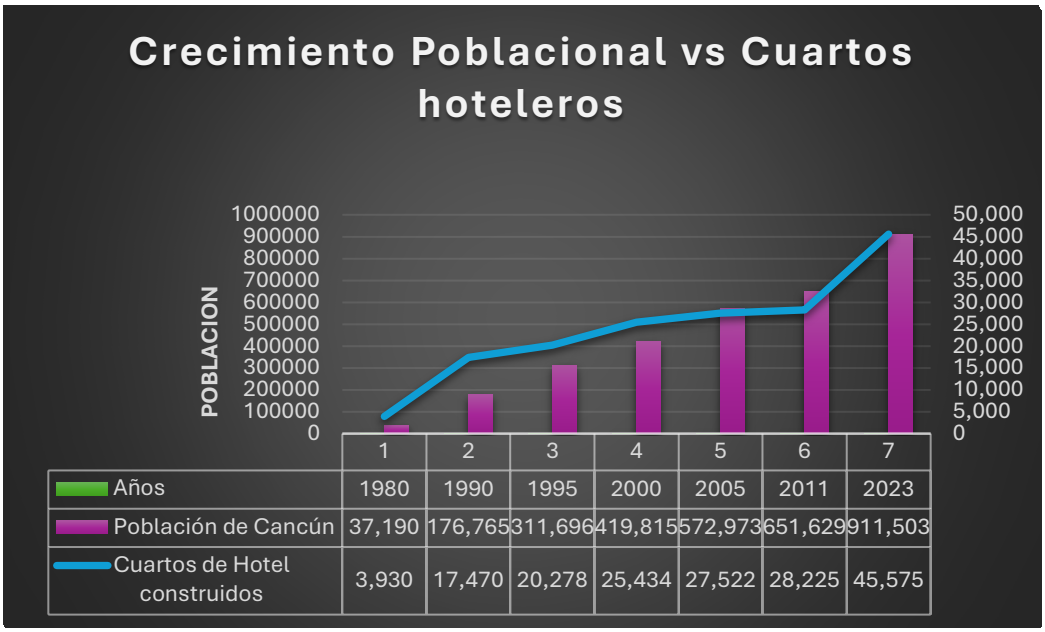


Figura 19.- Representación gráfica del crecimiento poblacional de Cancún, respecto de la construcción de cuartos hoteleros.

En sus inicios y hasta principios del 2000, la dinámica poblacional dependía en gran parte del turismo; pero en los últimos años, el crecimiento de Cancún comienza a llevar una dinámica propia, relacionada pero relativamente independiente de la actividad turística que aún se lleva a cabo. Se observa en la gráfica del 2011 al 2023 se incrementa o se dispara la población de Cancún en función al número de cuartos hoteleros construidos, con esto la zona hotelera se satura con proyecto de inversión ocupando las pocas áreas viables a la actividad turística pero con ciertos riesgos de deterioro ambiental de la zona y la otra es la franja costera del municipio de Benito Juárez, con los desarrollos que se están promoviendo en la tercera etapa de la zona hotelera y la franja de la milla de oro. No previendo las autoridades responsables en el fortalecimiento de los servicios y de vialidad. (equipamiento e infraestructura) estando latente el deterioro ambiental en la zona, aunado a esto si los responsables de los proyectos de inversión si no se respetan las medidas preventivas, de control y de mitigación para la conservación de los recursos naturales.

Derivado de lo anterior, la industria turística enfrenta un nuevo reto: el agotamiento de espacios con los atributos ambientales necesarios para la continuidad de esta actividad. Así que la tendencia del sector turístico (Sol y Playa), esta actividad solo cuenta con un área posible o disponible de desarrollo o sea de reserva turística en el municipio, la cual se ubica en una delgada franja rodeada de manglar, en un tramo de poco más de 0.5 km, con frente de playa, la cual está entre el hotel “Moon Palace” y Punta Petempich, zona conocida como la *“Milla de Oro”*, y que se ha desarrollado lentamente por las restricciones administrativas y jurídicas en materia ambiental vigentes.

Ante este escenario, forzosamente obliga tanto a empresarios del ramo como a las autoridades de los 3 órdenes de gobierno, a la búsqueda de alternativas económicas productivas y a su diversificación (turismo de salud, de convenciones, parques temáticos, entre otros) para no frenar la inercia económica y social (tanto local como regional), y mantener e incluso mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio.

Evolución del sector TURISMO CONVENCIONAL.

Zona Hotelera de Cancún:

El desarrollo de Cancún comenzó a finales de la década de los 70's cuando FONATUR decidió convertir esta isla en uno de los complejos turísticos más ambiciosos. A partir de entonces no ha dejado de crecer y es uno de los lugares más visitados a nivel mundial.

Como parte de un plan estratégico para elevar el sector turístico de las zonas de poca plusvalía con potencial desarrollable dentro del territorio nacional, por lo cual a finales de los años sesenta se fomenta un plan turístico en plena selva en el estado de Quintana Roo y es a partir de entonces que nace el desarrollo hotelero de Cancún, el cual ha evolucionado y se ha convertido en un motor económico de una gran importancia para el país. Es responsable de una gran parte de la Industria Nacional de Turismo de ingresos y que aglutina una gran cultura de otras regiones del país y en consecuencia es la más próspera ciudad de la península de Yucatán.

En las últimas décadas, Cancún se ha convertido en uno de los destinos turísticos más importantes de México y del mundo. El crecimiento del turismo en esta región ha sido impulsado por una serie de factores, como la belleza natural de las playas caribeñas, la infraestructura turística desarrollada, la variedad de actividades recreativas y la promoción turística tanto a nivel nacional como internacional.

Como es de esperarse, la principal actividad económica del centro de población corresponde al turismo y su oferta de hospedaje y servicios se concentra en la denominada zona hotelera. Esta zona incluye desde Puerto Cancún en la entrada del Blvd. Kukulkán y en la actualidad se extiende por toda la franja costera hasta el límite con el municipio de Puerto Morelos. (PDUCPCMBJ-2022)[13]

La zona hotelera hasta el 2023, se encuentra constituida por 45,575 cuartos hoteleros con 218 hoteles (SEDETUR) distribuidos en una longitud de 27 Km sobre la costa del municipio considerando Puerto Cancún y la tercera etapa de la zona hotelera.

[13] Periódico Oficial 16/sept/2022.- Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Cancún, Municipio de Benito Juárez.



Infraestructura Hotelera

Municipio	Destino	Hoteles	Cuartos
Benito Juárez	Cancún	218	45,575
Puerto Morelos	Puerto Morelos	67	6,643
Isla Mujeres	Costa Mujeres	17	8,521
	Isla Mujeres	50	1,413
Cozumel	Cozumel	74	4,952
Solidaridad	Riviera Maya	294	45,660
Tulum		230	10,985
Lázaro Cárdenas	Holbox	109	1,666
	Kantunilkín	9	96
José María Morelos	José María Morelos	9	119
Felipe Carrillo Puerto	Felipe Carrillo Puerto	12	186
Bacalar	Bacalar	132	1,370
Othón P. Blanco	Chetumal	79	2,220
	Kohunlich	2	42
	Costa Maya-Mahahual	47	675
Estado		**1,349**	**130,123**

FUENTE: Secretaría de Turismo del Estado de Quintana Roo.

Fuente: https://sedeturqroo.gob.mx/ARCHIVOS/comovamos/como_vamos_202312.pdf

En consecuencia, se puede decir que Cancún sigue en su desarrollo en Infraestructura turística incrementado su oferta de cuartos hoteleros con la modalidad de sol y playa, en los predios colindantes con el Mar Caribe, por ser los que cuentan con los atributos ambientales para este sector turístico convencional, de acuerdo a las estadísticas de SEDETUR y como se muestra en la imagen anterior se cuentan con 45,575 cuartos hoteleros en el municipio de Benito Juárez, con respecto al número de cuartos del 2011, hubo un incremento significativo del 62% hasta el año 2023.

El éxito económico que generó la actividad turística en el Centro Integralmente Planeado (CIP) de Cancún, ha motivado con el paso del tiempo, una mayor demanda de suelo para la oferta turística. Actualmente la superficie destinada a la actividad turística es de 1 mil 360 hectáreas, lo que representa 8.7% de la superficie urbana total. El uso con mayor proporción es el Turístico Residencial, que con una superficie de 555 hectáreas representa 41% del total suelo turístico. Por su parte, el suelo destinado a los centros de hospedaje es de 408 hectáreas, superficie que se distribuye en los 187 hoteles con los que cuenta Cancún. (IMPLAN 2018[14]).

A lo largo de los años, Cancún ha trabajado en diversificar su oferta turística más allá de las playas, incorporando actividades como ecoturismo, turismo de aventura, turismo cultural, entre otros. Este enfoque probablemente haya continuado hasta 2023 para atraer a una gama más amplia de turistas.

Cabe mencionar, que este sector que nos ocupa comprende por los subsectores Hotelería (Turismo convencional), Servicios, Ecoturismo y Turismo Cultural. Como parte de una diversificación de la oferta turística más allá de las playas, incorporando actividades como el ecoturismo, turismo de aventura, turismo cultural, entre otros.

[14] IMPLAN, 2018.- Programa Municipal de Desarrollo Urbano Benito Juárez, Quintana Roo 2018 – 2030.

Tendencias de crecimiento del sector turístico

Cancún como cabecera municipal ha sido históricamente popular entre los turistas internacionales, especialmente de Estados Unidos, Canadá, y Europa. Se ha observado un crecimiento continuo en este segmento, probablemente a las estrategias de marketing dirigidas a estos mercados. El crecimiento de nuevas infraestructuras, como hoteles, ampliación del aeropuerto y diversificar los atractivos turísticos, son responsables del crecimiento e indicando las tendencias de la actividad en el municipio y en la región norte del estado.

Durante el periodo del 2011 al 2023, varias áreas o zonas dentro del municipio de Benito Juárez, han sido especialmente propensas a experimentar tendencias destacadas en el sector turismo. Estas áreas suelen ser aquellas con una mayor concentración de hoteles, resorts, atracciones turísticas y desarrollo de infraestructura. Cabe mencionar algunas de las zonas que sobresalen y tienden a seguir contando con la atención de las autoridades y de los inversionistas, siendo las siguientes:

1.- **Zona hotelera de Cancún**. - Esta es una de las áreas más icónicas y desarrolladas en términos de turismo en Benito Juárez. La Zona Hotelera se extiende a lo largo de una delgada franja de tierra entre la Laguna Nichupté y el Mar Caribe, y alberga una gran cantidad de hoteles de lujo, resorts todo incluido, centros comerciales, restaurantes y vida nocturna. Es una de las áreas más visitadas por turistas tanto nacionales como internacionales. Dentro de esta zona quedan espacios disponibles pero muy reducidos para los complejos turísticos y además, deficientes los servicios básicos y de infraestructura y equipamiento. Como es el caso, muy controvertido por la comunidad del proyecto denominado la Península, que pretende cambiar el uso de suelo deportivo (Campo de Golf) a habitacional (Residencial turístico y Comercial), si se lleva a cabo sin fortalecer la infraestructura y el equipamiento necesarios se aumenta significativamente el riesgo del deterioro ambiental en la zona. Las particularidades antes mencionadas determinan que para el desarrollo turístico deben existir condiciones de dotación de servicios públicos municipales y vías de comunicación de todo tipo para el acceso y movilización de turistas, servicios y bienes.

2.- **Centro de Cancún**. - Aunque la Zona Hotelera es el epicentro del turismo en Cancún, el Centro de Cancún también juega un papel importante en el sector turístico. Aquí se encuentran numerosos restaurantes, tiendas, mercados locales y opciones de alojamiento más accesibles para los viajeros con presupuesto limitado. Hay muchas instalaciones abandonadas y falta de mantenimiento de los edificios, ocasionando una mala imagen al centro de la ciudad, motivando la entrada de proyectos de inversión para fortalecer la imagen urbana, la movilidad y promover servicios turísticos y culturales. En esta zona del centro el Programa de Desarrollo Urbano, debe promover y fortalecer dentro de sus políticas de reciclamiento (restauración) y conservación para rehabilitar los inmuebles de la zona, áreas verdes y su movilidad urbana, incentivando el turismo urbano y cultural de la ciudad.

3.- **La franja costera denominada La Milla de Oro**.- Esta área busca ofrecer experiencias de turismo de lujo en un entorno más tranquilo y menos concurrido que la Zona Hotelera de Cancún, los desarrollos turísticos que se localizan en la franja citada que inicia desde los límites del Moon Palace al límite del municipio de Puerto Morelos, se da en forma discontinua, y por ende, aún dentro de esta franja existen áreas libres de construcciones turísticas, por lo menos su presencia no es relevante o significativa, deduciendo sobre todo como consecuencia las restricciones ambientales existentes por la presencia de manglar y una zona de duna muy angosta, dejando

muy limitada el área de aprovechamiento, y por ende la tendencia va ser muy reducida por el espacio disponible y las especies protegidas existente en el zona.

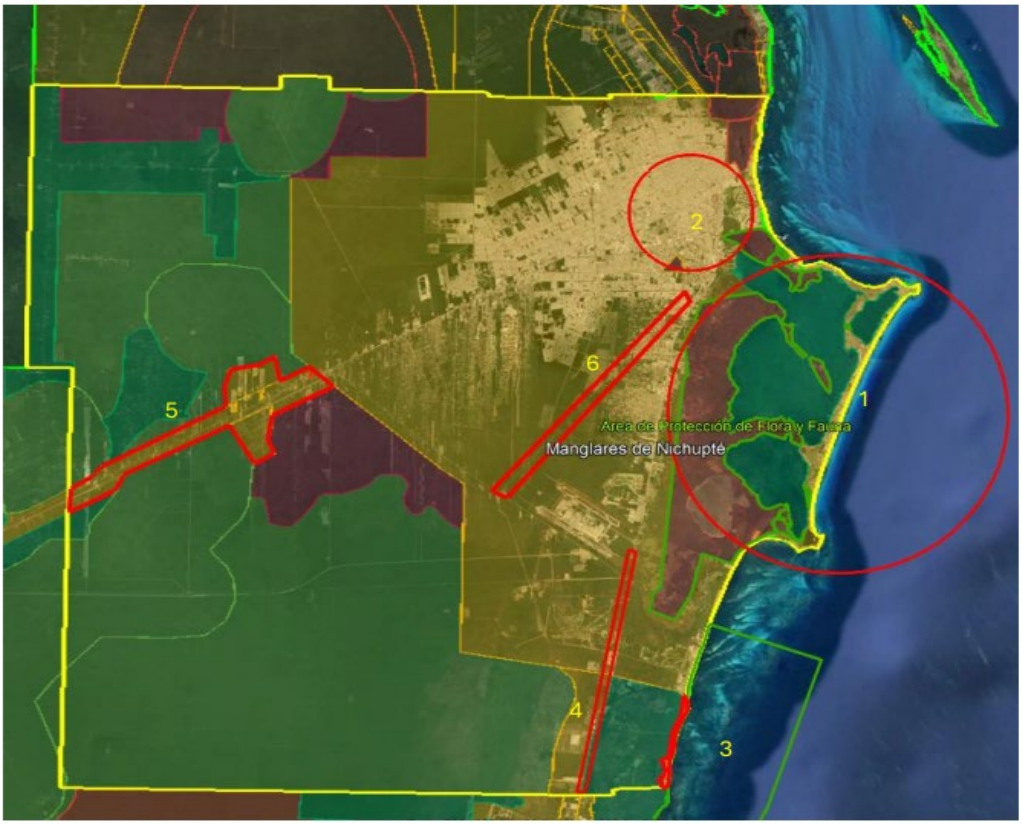
Áreas que se encuentran cercanos o dentro de la zona urbana PDU del municipio, como son los tramos carreteros que comunican a la ciudad de Cancún con otros centros de población importantes de la región; destacando:

4.- Tramo de la Carretera federal 307.- Los atributos que se localizan en estas áreas y principalmente las ubicadas a lo largo de esta carretera federal 307 que corre paralela a la costera por la infraestructura existente, y en la cual también se encuentra el Parque recreativo "*Xoximilco*", de relevancia como actividad turística recreativa, y aunado a los elementos naturales existentes que facilitan el desarrollo actual de la actividad y que también potencializan en proyecciones futuras sitios que cuenten con atributos como playas arenosas, cuerpo de agua, servicios básicos, arrecifes y tortugas marinas, entre otros.

5.- Tramo carretero Leona Vicario- Cancún. - Este tramo carretero esta área se ha propiciado instalaciones de recreación (Balnearios populares) enfocados a dar el servicio a la población residente de las comunidades cercanas, las cuales se ubican en ambos lados de la carretera y que cuentan con los servicios e infraestructura necesaria para tal fin. En esta zona se puede potencializar el ecoturismo fortaleciendo instalaciones de pernota para esta actividad. Y por lo consiguiente, tomar medidas preventivas y de control sobre los bancos de material pétreo y de las actividades riesgosas existentes en el área, las cuales son actividades con un posible aumento en el deterioro ambiental y se vuelve latente la vulnerabilidad en la seguridad de la gente que visitan el área.

6.- Avenida Huayacán. - Esta vialidad que se ubica dentro del centro poblacional de Cancún y regulado por el Programa de Desarrollo Urbano, cuenta con los servicios básicos e infraestructura urbana, y ha propiciado un desarrollo residencial con servicios turísticos como restaurantes, centros comerciales, hoteles y áreas verdes dentro de los mismos desarrollos, y se ha fomentado las rentas casas residenciales en la modalidad de Air B&B, esta actividad es difícil de regular por los mecanismos de cómo operan. Esta vialidad es de gran apoyo como vía alterna para la población residente con el fin de descongestionar el tráfico con destinos al aeropuerto, estación del tren maya y con el destino a la Riviera Maya, principalmente.

Las áreas mencionadas anteriormente en las cuales se espera las tendencias del sector turismo, se muestran la imagen siguiente:



Identificación de Polígonos:
1.- Zona Hotelera de Cancún
2.- Centro de Cancún.
3.- Franja Costera La Milla de Oro.
4.- Tramo carretera federal 307.
5,. Tramo carretero Leona Vicario Cancún
6.- Avenida Guayacán.

Figura 20.- Identificación de zonas tendenciales del sector turismo en el municipio de Benito Juárez.

Perspectivas de crecimiento y tendencias del sector turístico dentro del territorio municipal.

De acuerdo a la imagen anterior, se indican las posibles tendencias del sector turismo. Como se ha señalado en el presente documento, el crecimiento de la zona hotelera que está en una condición de plena ocupación espacial en lo que concierne a la Isla de Cancún (ZH). Sólo queda para desarrollar la actividad del turismo en su modalidad sol y playa en el área de la tercera etapa que consiste desde la altura del aeropuerto contemplando el Moon Palace hasta el límite del municipio de Puerto Morelos que considera la zona denominada La Milla de Oro, misma que a pesar de que presenta varios proyectos autorizados, las limitantes del desarrollo e introducción de servicios restringen a un desarrollo bastante bajo para esa zona y se encuentran ecosistemas costeros frágiles ante el desarrollo. También la tendencia con la diversificación de la actividad hay zonas con potencialidad por contar ciertos atributos para la aptitud turística que no sea de sol y playa, son los que se encuentran cercanos y dentro de la zona urbana del centro de población (PDU) y los que están a lo largo de la carretera federal 307 y Cancún- Leona Vicario, contemplando solo hospedaje y servicios.

Cabe resaltar, que el gobierno del estado y la federación en coordinación con el municipio con el fin de mitigar el impacto (congestionamiento vehicular) que ocasiona la movilidad en la zona hotelera, están llevando a cabo el proyecto de infraestructura de comunicación que será la conectividad con el centro de población de Cancún con la zona hotelera, a través de la construcción de un puente denominado Nichupté, la cual se encuentra en proceso. Además, se amplió el tramo de la vialidad Luis Donaldo Colosio contemplando tres carriles por lado, con esto mejorar la fluidez de la movilidad del tránsito por existir una mejor comunicación y acceso con el Aeropuerto y la estación del Tren Maya. En este contexto se resalta que la mejora de los atributos de comunicación y movilidad está propiciando la atracción de inversión en la zona y en consecuencia la competencia por el espacio disponible entre los sectores Turístico y Urbano, sobre todo en las inmediaciones de la terminal ferroviaria del Tren Maya. La tendencia natural es ocupar los alrededores con hoteles y locales comerciales, entrando en conflicto con el sector urbano por ocupar espacios no urbanizados y/o trasformar espacios recreativos (campos de golf, parques temáticos) en usos de suelo con vocación turística hotelera y residencial, sin contar con los servicios básicos. Este aumento de presión sobre el suelo (usos turísticos) y los recursos naturales existentes en la zona hotelera, implicará un posible incremento en el deterioro ambiental (manglares y Laguna Nichupté) y por ende, en la modificación del paisaje con efectos negativos (disminución en la visibilidad y afectación en la contemplación del mismo).

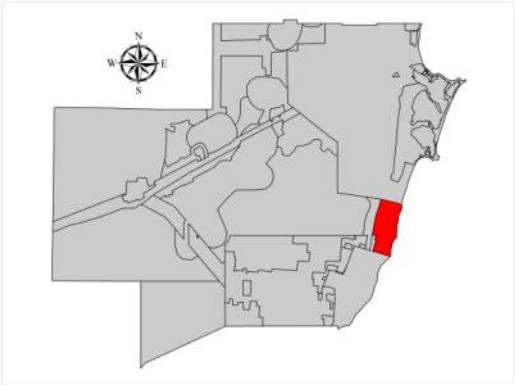
La “Milla de Oro”:

En el municipio, las perspectivas de crecimiento turístico de “Sol y Playa” se limitan a la zona costera comprendida entre el límite del Programa de Desarrollo Urbano (PDU) de Cancún y al sur hasta el límite municipal de Puerto Morelos, en una franja de aproximadamente 4 km de longitud, conocida localmente como *“La Milla de Oro”*. Esta franja de tierra está comprendida entre la zona de sacaberas que se ubican a lo largo del eje carretero 307, entre el aeropuerto de Cancún y el límite del PDU de Puerto Morelos, a la altura de Punta Petempich y comprendía originalmente una superficie de **2,416.21** hectáreas; pero con la creación del municipio de Puerto Morelos esta UGA se redujo en un 34 % de su superficie aproximadamente.

Esta área se describe y se analiza conforme a la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) del Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Benito Juárez, vigente, y es el siguiente:

La Milla de Oro de ubica actualmente en la UGA 27 con Política de Conservación.





Superficie: **2,416.21 ha** (ahora 1,595.83 ha)

Política Ambiental: Conservación

La condición ecológica de esta UGA con respecto a la vegetación es de acuerdo con la tabla siguiente:

Tabla XIII.- Superficies y porcentajes de las Condiciones del sitio con base a la vegetación (2023).

CLAVE	CONDICIONES DE LA VEGETACION	HECTAREAS	%
Ma	Manglar	1,019.46	63.88
GR	Mangle Chaparro y graminoides	145.75	9.13
MT	Matorral Costero	55.72	3.49
VS2	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en recuperación	57.19	3.58
VSA	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia en buen estado	0.11	0.01
AH	Asentamiento Humano	55.05	3.45
SV	Sin Vegetación Aparente	118.45	7.42
VSa	Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	144.11	9.03
	TOTAL	1,595.83	100.00

Conforme a la tabla anterior se observa la vegetación existente en el sitio y la superficie que ocupa el asentamiento humano y áreas sin vegetación aparente que son áreas desprovistas de vegetación (desmontes), predominando el sistema de manglar ocupando el 73% y solo el asentamiento humano

ocupa el 2.34 % la cual se da en la franja del litoral o costa, y es sumamente reducida para ser aprovechada, así que el desarrollo que se está dando en el área debe ser respetuoso con el medio ambiente y no generar deterioro ecológico, comprometiéndose los proyectos a promover un desarrollo sostenible.

De acuerdo con el actual POEL de Benito Juárez, la UGA correspondiente a esta franja (reserva turística) en cuanto a la política asignada y a los lineamientos ecológicos en función a la problemática que presenta y el objetivo que se persigue, se le asigna una densidad de 5 cuartos/Ha, por la fragilidad que presentan los ecosistemas existentes y el poco espacio aprovechable que hay en franja costera y son los siguientes:

Objetivo de la UGA:

- Propiciar el desarrollo turístico sustentable y el establecimiento de infraestructura y equipamiento para el apoyo de la actividad, optimizando el uso de suelo y adoptando medidas de prevención ante los efectos del cambio climático, además de contener los asentamientos existentes dentro de los límites de ocupación actual, y no permitir su crecimiento y/o expansión.
- Proteger y restaurar los ecosistemas de manglar y la protección integral de la duna costera para garantizar la continuidad de los procesos de interacción entre el manglar y el arrecife.

Problemática General:

Presión y riesgo de contaminación al acuífero por la expansión habitacional y falta de servicios básicos; Carencia de servicios de recolección y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos; Necesidades de infraestructura en la franja costera del municipio; Cambios de Uso de Suelo no autorizados; escasez de espacio disponible para la construcción de hoteles, infraestructura y equipamiento turístico; Riesgo de incremento de la erosión de playas y dunas por construcción de infraestructura turística y equipamiento.

Poblados o sitios importantes en esta UGA (habitantes):

De acuerdo a INEGI 2010, esta UGA presenta 12 pequeñas localidades, las cuales registran una población total de 138 habitantes, 26 viviendas dispersas y 3 desarrollos turísticos.

La red vial abarca un total de 22.13 km, en su mayoría mensuras que acceden al manglar y los caminos costeros paralelos a la línea de costa.

Lineamientos Ecológicos:

- Se mejora la salud del ecosistema de manglar, a través de la elaboración e implementación en un año, de un Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Humedal por parte de los 3 órdenes de gobierno en forma coordinada, considerando la participación obligatoria de los propietarios de los terrenos con presencia de dicho ecosistema para garantizar la continuidad de los procesos de interacción entre el manglar y el arrecife.
- Se conserva el 90 % de la cobertura vegetal presente en la UGA, manteniendo el 100 % de la vegetación de manglar y el 100 % de la duna costera.
- Se privilegia el desarrollo de actividades enfocadas al turismo sustentable en el 10% de la UGA, siempre y cuando garanticen la conservación de los procesos ecológicos relevantes, los bienes y servicios ambientales y la biodiversidad presente, además del control de sus impactos ambientales, bajo esquemas de desarrollo sustentable.

Recursos y Procesos Prioritarios: Biodiversidad, Flujos hidrológicos, Vegetación, Suelo y Paisaje.
Parámetros de aprovechamiento: • Densidad residencial: 0 viv/ha. • Densidad turística. 5 ctos/ha *NO se permite la conversión de cuartos hoteleros a vivienda residencial de ningún tipo.* *La densidad turística sólo será aplicable a las superficies no construidas y sin autorizaciones vigentes.* • Porcentaje de desmonte: 10 %.
Usos Compatibles: Turismo convencional, Conservación de la biodiversidad, Forestal, Turismo Alternativo, Conservación del agua, y Aprovechamiento del agua.
Usos Incompatibles: Desarrollo urbano, Desarrollo suburbano, Aprovechamiento de materiales pétreos, Industria ligera y Agropecuario.
Actividades productivas asignadas: Desarrollos turísticos, Infraestructura y Equipamiento turístico, Áreas Protegidas, Aprovechamiento de recursos forestales no maderables, UMAs Modalidad Intensiva, Ecoturismo, Protección del agua, Recarga del Acuífero, Líneas de conducción y distribución, Pozos de extracción privados y Conservación de la biodiversidad.

Fuente: POELBJ- 2014

De acuerdo a la UGA 27 denominada Milla de Oro, del Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Benito Juárez vigente, indica los parámetros de aprovechamiento que le otorga esta Unidad de Gestión en cuanto a densidad turística en función a la superficie de la misma. Realizando los cálculos estimados conforme al área que queda actualmente dentro del municipio de Benito Juárez, como se señala en la tabla siguiente:

Tabla XIV.- Número de Cuartos Hoteleros posibles en la "Milla de Oro" según densidad del POEL vigente.

ID_UGA	Política	Densidad Otorgada	Número de Hectáreas	Número de Cuartos Hoteleros
27	Conservación	5 cuartos/ha	1,595.83	7,979

Fuente: POEL Benito Juárez, 2014; estimación propia

Cabe recalcar lo que estos resultados representan en el municipio, en cuanto a oferta de trabajo, desarrollo de infraestructura, necesidades de servicios entre otros, por lo que por medio de estimaciones propias y tomando como base la generación de 10 empleos por cuarto hotelero, se elaboró la siguiente tabla:

Tabla XV.- Consecuencias de la incorporación de cuartos hoteleros “Milla de Oro”.

Número de cuartos	Empleos Directos Generados	Número de Habitantes inducidos	Generación de Residuos Sólidos (Ton) 1kg/Hab/Día	Agua Potable (M^3) 220 Lt/Dia	Aguas Residuales Generadas (M^3) 180 Lt/Dia
7,979	79,790	316,160	316	70,215	56,909

Fuente: Estimación propia conforme al POEL Benito Juárez, 2014.

Si se considera la hipótesis de que cada cuarto de hotel genera alrededor de 10 a 12 empleos directos por lo que casi 8,000 cuartos de hotel generarían aproximadamente 80,000 empleos, lo cual generaría a su vez un proceso migratorio que podría llegar a traducirse en 320,000 nuevos habitantes para el municipio (familia promedio: 4 personas por familia), estas a su vez necesitaría la cobertura diaria de 70,215 metros cúbicos de agua potable; generarían aproximadamente 316 toneladas diarias de residuos sólidos y 56,900 metros cúbicos de agua residuales. Además de la población que se espera incluyendo la población infantil deberá considerar que se requerirá hospitales, vivienda y demás equipamiento indispensable para asegurar una calidad de vida adecuada como lo establece el art. 4 de nuestra Constitución Política de propiciar un ambiente sano. Con esta población inducida por la Milla de Oro, se espera que las reservas urbanas que considera el PDUBJ, cubran las necesidades de infraestructuras y equipamiento necesarios para la nueva población de acuerdo con este escenario hipotético tendencial.

La zona (UGA 27, dentro del actual municipio de BJ) posee en total 1,595.83 hectáreas, sin embargo, para saber realmente el número total de hectáreas con el potencial para el uso de turismo convencional, considerando la nueva delimitación política por motivo de la creación del municipio de Puerto Morelos, para la estimación de la nueva configuración de la presente unidad de gestión, se utilizó la herramienta del SIG-Google Earth, dando como resultados los datos siguientes, la Unidad tuvo un decremento del 34% aproximadamente y por ende, se estima una superficie total de 1,600 ha (1,595.83 ha), pues bajo esta perspectiva se considera la franja costera con una superficie estimada de 70 has, en esta no se contempla el complejo turístico del Moon Palace, la cual está dentro de PDU, posteriormente en el área que colinda con la carretera federal 307, cuenta con una superficie de 366 Has, dando un total de 436 has, ambas colindan al sur con el límite municipal de Puerto Morelos, y son las áreas susceptibles aprovechamiento para la actividad turística convencional. Por lo tanto, se puede inferir que, al descontar estas superficies de aprovechamiento del área total de la configuración actual de la UGA, nos dará la superficie de manglar que sería una superficie de 1,164 has, representando el 73% de la superficie de la UGA actual, que son área de protección de acuerdo la legislación ambiental correspondiente.

No se omite manifestar que la franja costera esta vulnerable al Cambio Climático el cual considera un riesgo creciente para el sector turístico para los propios turistas y para la economía local. Cabe destacar que los destinos de playa y todas las actividades turísticas al aire libre dependen en gran medida de unas condiciones climáticas favorables. Sin embargo, fenómenos meteorológicos

extremos como los huracanes o las inundaciones ponen en peligro la salud y la seguridad de los turistas y a la misma infraestructura. El cambio climático a través de los fenómenos meteorológicos (huracanes) puede transformar también el entorno natural que atrae a los turistas en primer lugar, al erosionar el litoral, deteriorar los arrecifes de coral y otros ecosistemas sensibles como es el manglar y humedales que son importantes para la conservación de la biodiversidad. Si se desea continuar con el modelo turístico de Sol y Playa, se deben considerar estos efectos del Cambio Climático en el desarrollo de la infraestructura turística, respetando la presencia de la duna costera como uno de los principales elementos que coadyuvan para proteger la línea de costa.

Potencial actual de cuartos hoteleros para el municipio de Benito Juárez, de acuerdo a sus instrumentos de planeación vigentes.

Después del análisis de cada zona o unidad que actualmente es utilizado por el turismo convencional y que cuenta con infraestructura para su aprovechamiento, y de las zonas con el desarrollo potencial de esta infraestructura hotelera, se procedió a hacer un resumen de los cuartos que permiten los instrumentos vigentes. Esto se realizó conforme al contenido del Programa Municipal de Desarrollo Urbano Benito Juárez, Quintana Roo, 2018- 2030, las estadísticas de infraestructura hotelera de SEDETUR y con información generada del análisis del POEL vigente y la superficie actual de la UGA.27. Los resultados se presentan a continuación:

Tabla XVI.- Potencial de número de cuartos hoteleros para el municipio de Benito Juárez, de acuerdo con sus instrumentos de planeación.

Zona	Instrumento analizado:	Nº potencial de cuartos
Cancún	SEDETUR 1°, 2° y 3° Etapa Zona Hotelera de Cancún	37,156
	Programa de Desarrollo Urbano de Cancún 2018 - 2030	
	Puerto Cancún	8,419
	Malecón Cancún	11,280
	Subtotal	56,855
Moon Palace	Resolutivo de la MIA	4,000
Milla de Oro	POEL del municipio de Benito Juárez (2014) y considerando la reducción de la superficie de la UGA 27	8,000
	Gran Total	68,855

Si consideramos que actualmente en Cancún (zona hotelera) existen 45,575 cuartos construidos incluyendo el proyecto Puerto Cancún; y que el Moon Palace, ya tiene construidos sus 4,000 cuartos autorizados, lo que significa que actualmente el municipio de Benito Juárez posee 49,575 cuartos hoteleros operando, y de acuerdo con los instrumentos vigentes, aún se podrían construir 19,280 cuartos hoteleros.

ETAPA DE PRONÓSTICO

Cuando la actividad turística convencional en el Municipio de Benito Juárez (Cancún) está limitada en cuanto a espacio disponible, es importante diversificar y expandir la oferta turística para mantener el crecimiento económico y la sostenibilidad del sector, considerando otras modalidades del sector turismo, como podrían ser las alternativas siguientes:

Diversificar el producto turístico	**a. Turismo Cultural** • **Patrimonio Histórico y Cultural**: Promover visitas a sitios arqueológicos mayas, museos, y festivales culturales locales. **b. Ecoturismo y Turismo de Naturaleza** • **Reservas Naturales**: Desarrollar actividades en reservas naturales cercanas, como Sistema lagunar Chacmuchuch, Manglares de Nichupté, ofreciendo tours de observación de flora y fauna, senderismo, y kayak. • **Cenotes**: Fomentar visitas y actividades en cenotes. **c. Turismo de Aventura** • **Deportes Acuáticos**: Expandir la oferta de deportes acuáticos como el windsurf, kitesurf, paddleboarding y buceo. • **Excursiones de Aventura**: Ofrecer actividades como tirolesa, ciclismo de montaña, y exploración de cavernas.
Turismo de Salud y Bienestar	• **Spas y Centros de Bienestar**: Desarrollar y promocionar spas de alta calidad, retiros de yoga, meditación y terapias alternativas. • **Turismo Médico**: Promover servicios de turismo médico, incluyendo tratamientos de bienestar, procedimientos estéticos y terapias especializadas.
Desarrollo de Infraestructura y Servicios	• **Transporte Público Eficiente**: Mejorar el transporte público para facilitar el acceso a zonas turísticas menos visitadas y descongestionar áreas populares. • **Nuevas Zonas Hoteleras**: Desarrollar nuevas áreas hoteleras en zonas no saturadas, con enfoque en sostenibilidad y integración con el entorno natural.
Eventos y Congresos	• **Turismo de Negocios**: Ampliar la infraestructura para congresos, convenciones y eventos corporativos. • **Festivales y Eventos Culturales**: Organizar festivales, conciertos y eventos deportivos para atraer a turistas durante todo el año.
Promoción y Marketing Innovador	• **Campañas de Marketing Digital**: Utilizar campañas de marketing digital dirigidas a nichos específicos, resaltando las nuevas ofertas turísticas. • **Colaboraciones Internacionales**: Establecer colaboraciones con operadores turísticos internacionales para promocionar nuevas rutas y experiencias.

Implementar estas alternativas de modalidades del sector turismo y que se pueden considerar en la estrategia y lineamientos en este instrumento que nos ocupa, el cual puede ayudar a reducir la presión sobre las áreas costeras más saturadas, al mismo tiempo que se enriquece y diversifica la oferta turística del Municipio de Benito Juárez, fomentando un turismo más sostenible y atractivo para una gama más amplia de visitantes.

Cabe hacer mención que las actividades turísticas no solo se desarrollan en las zonas costeras, donde se ha desarrollado significativamente el turismo de "Sol y Playa", sino que su importancia como factor de desarrollo fundamental para el municipio, se deberá extender o promover otras áreas internas del territorio municipal donde hay potencial para su crecimiento como el turismo urbano, rural, turismo verde (ecoturismo) y el deportivo, entre otros, que son en gran parte compatibles con un desarrollo sostenible.

Escenario tendencial para el sector Desarrollo Rural.

A pesar de contar con un número considerable de ordenamientos territoriales, ni la ciudad ni el municipio presentan un crecimiento ordenado.

En el año 2018, la SEDETUS calculaba, partiendo del número de lotes y considerando un promedio de 3.3 ocupantes por lote, estimando que la población en dichos desarrollos irregulares ascendía a 48 mil 768 habitantes.

Sin embargo, en notas periodísticas recientes, estas mencionan que en el municipio (Octubre 2023) se calcula que el 85 % de las colonias eran irregulares, calculándose un aproximado de 260 asentamientos con falta de servicios básicos, con un alrededor de 23,748 lotes en condición de irregularidad y en donde existían alrededor de 84,768 habitantes en estas zonas; es decir, casi el doble del calculado por SEDETUS en 2018 (la mayoría dentro de los límites del centro de población).

Paralelamente y con datos de Aguakan, existen datos que indican que el 93.84% de los contratos de agua potable cuentan con el contrato de drenaje sanitario correspondiente.

Lo que resulta llamativo es que los asentamientos irregulares siempre han existido en Cancún. Comenzaron con campamentos a orillas de la carretera Mérida-Puerto Juárez, fuera de los límites del polígono expropiado por el gobierno federal para que INFRATUR desarrollara el Centro Integralmente Planeado o CIP. La constante llegada de migrantes en busca de trabajo alimentó el crecimiento acelerado de Cancún, no obstante, no todos se asentaban en los terrenos oficialmente urbanizados.

De acuerdo al proyecto de FONATUR, el CIP Cancún fue concebido desde sus inicios como una ciudad de apoyo a la industria turística donde los trabajadores iban a tener un alto poder adquisitivo y una adecuada calidad de vida y que aproximadamente a 30 años de su creación, su población sería de alrededor de 250,000 habitantes. Sin embargo, al año 2000 y de acuerdo a los datos de INEGI, la población de Cancún era de 397,191 habitantes. Estos datos muestran como el crecimiento poblacional fue mucho mayor a lo esperado y rebasó las expectativas de planeación establecidas para una población mucho menor.

Como Centro Integralmente Planificado, Cancún hubiera debido funcionar bajo el esquema de una economía centralmente planificada, donde por cada cuarto hotelero se generaría un cierto número de empleos directos y otro tanto de empleos indirectos, mismos que serían ocupados por un número equivalente de nuevos residentes. La población residente, al tener empleo e ingresos, podría establecerse en las tierras que INFRATUR estaba urbanizando como "pueblo de apoyo". La lógica de crecimiento era que los migrantes llegarían en una proporción equivalente a la generación de nuevos empleos. Desde luego eso no fue lo que pasó. Es bien conocida la explosión poblacional que tuvo

Cancún en sus inicios, misma que dio origen a otro mito sobre la planeación urbana en Cancún, que la ciudad continúa creciendo a tasas muy altas.

http://arquitectura.unam.mx/edcontinua/pdfcoinaram/38.pdf

Bajo esta alta tasa de crecimiento poblacional y una fuerte demanda de vivienda, comenzó un proceso de especulación respecto del valor real del suelo y obviamente, de las viviendas que se construían, lo que terminó por encarecer enormemente la vivienda (aun las de interés social), dejando a un número muy grande de trabajadores (principalmente de la construcción y de la hotelería) sin la posibilidad de adquirir vivienda económica, y que trajo como consecuencia que se comenzaran a ofertar terrenos ejidales para la construcción de viviendas endebles y sin servicios básicos, pero que le daban al trabajador la sensación de certeza sobre su propiedad. Así comenzó la venta de lotes económicos fuera de los centros de población, formándose los primeros asentamientos irregulares y que actualmente albergan a casi 85,000 habitantes (dentro y fuera de los límites del centro de población).

La presencia de este tipo de asentamientos, carentes por completo de todos los servicios básicos no solo generan una mala calidad de vida a sus habitantes, sino que generan una serie de problemas ambientales de gran magnitud, ya que no solo existe una gran cantidad de habitantes que todos los días generan residuos sólidos y aguas residuales que no son tratados y que contaminan el suelo, subsuelo y manto freático, sino que también muchos de ellos están relacionados a incendios forestales de gran magnitud y extensión.

Durante varios años, esta situación fue “tolerada” por las autoridades de los 3 órdenes de gobierno, por su alto peso político que representaban los habitantes de estos asentamientos; pero apenas en el 2010 se modificó el Código Civil del estado de Quintana Roo y en el que tipifica como delito las invasiones y/u ocupación, venta, promoción de lotes sin los debidos permisos emitidos por las autoridades competentes. Sin embargo, a pesar de estas disposiciones, aún existen propietarios de lotes (sobre todo ejidales), que argumentando que en tierras ejidales el gobierno municipal NO tiene injerencia, lo cual es incorrecto, ya que diversas leyes, incluyendo la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente del estado de Quintana Roo (LEEPAQROO), que en su artículo 21 establece lo siguiente:

> ***Artículo 21.-*** *Los procedimientos bajo los cuales será formulado, aprobado, expedido, evaluado y modificado el programa de ordenamiento ecológico local, serán determinados conforme a las siguientes bases:*
>
> ***VI.-*** *Los programas de ordenamiento ecológico local, regularán los usos del suelo incluyendo a ejidos, comunidades y pequeñas propiedades, expresando las motivaciones que lo justifiquen, y*

Los problemas derivados de la proliferación y crecimiento de los asentamientos irregulares generan varios conflictos ambientales, sociales y económicos para el municipio. En la competencia del POEL, destaca que derivado de la falta de servicios básicos (principalmente drenaje sanitario), se calcula que todos los días se generan alrededor de 5,500 m^3 de aguas residuales sin tratar que van directamente al manto freático (considerando 65 lt /persona/ día en estos asentamientos irregulares). Además, también se calcula la generación de más de 86 toneladas diarias de residuos

sólidos urbanos (considerando 1 kg/persona/día) que son dispuestos de manera inadecuada (por no haber un servicio de recolección en dichos asentamientos), y que generan emisiones a la atmósfera, presencia de fauna nociva y lixiviados que también escurren hacia el manto freático.

En el año 2011 la superficie ocupada por asentamientos irregulares se calculaba en 1,960.93 hectáreas. Y para el año 2023, esta superficie alcanzaba las 3,475.18 hectáreas.

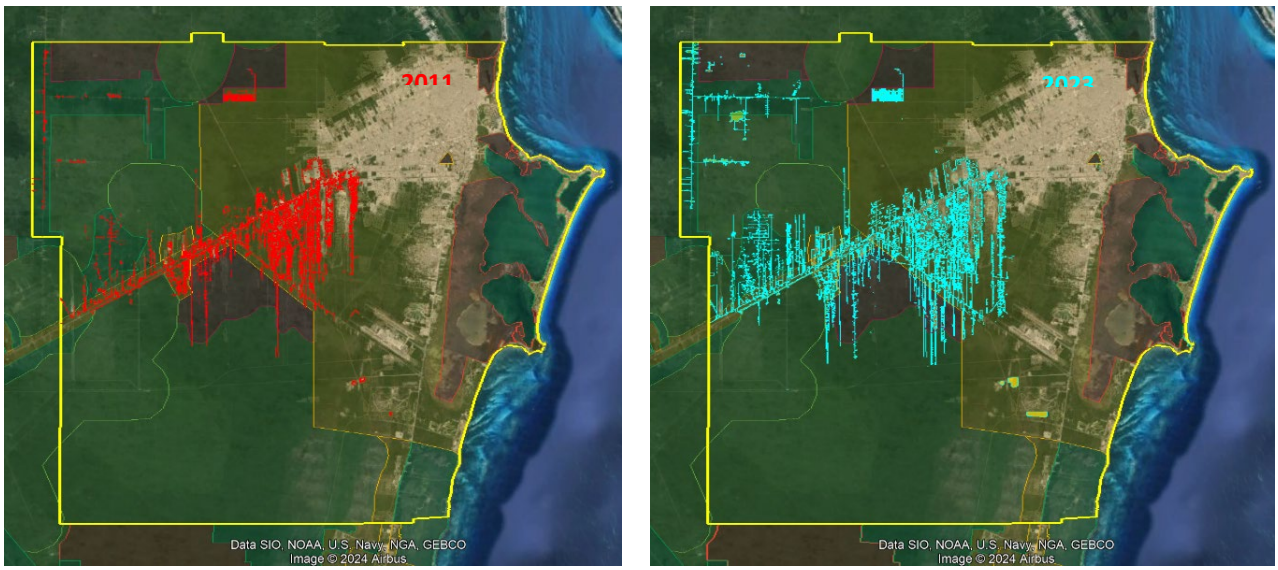


Imagen 21.- Asentamientos irregulares (casas y desmontes lotificados) en 2011 (en rojo) y 2023 (en azul).

La diferencia de superficies entre ambas fechas es de 1,514.25 hectáreas. Suponiendo una tendencia lineal de crecimiento, en 12 años se incrementó esta superficie ocupada por asentamientos irregulares en 1,514.25 hectáreas. Esto implicaría un aumento lineal de 126.19 hectáreas por año de vegetación afectada (selvas), biodiversidad, agua, entre otros; y con problemas de contaminación al aire, suelo, subsuelo y manto freático.

De continuar con esta tendencia de incrementarse la superficie ocupada por asentamientos irregulares dispersos (Rurales) en aproximadamente 631 hectáreas por quinquenio, presentándose el siguiente escenario:

Tabla XVII.- Superficies ocupadas por asentamientos irregulares (en quinquenios) bajo la perspectiva del escenario tendencial (dentro y fuera del centro de población).

Año	Superficie ocupada por asentamientos irregulares.	Población existente y proyectada
2006	1,220.35 ha	19,366
2011	1,960.93 ha	43,140
2023	3,475.18 ha	84,768
2025	3,727.58 ha	93,190

ETAPA DE PRONÓSTICO

2030	4,358.53 ha	117,680
2035	4,989.48 ha	134,716
2040	5,620.43 ha	168,613
2045	6,251.38 ha	187,541
2050	6,882.33 ha	206,470

Así, bajo la actual tendencia, una buena parte del crecimiento de la mancha urbana se estaría presentando fuera de los sitios regulados por instrumentos urbanos, además de que la mayoría de esta población estaría carente de alguno o todos los servicios básicos, generando así serios problemas ambientales y sociales para la ciudad; y poniendo incluso en riesgo la salud de los habitantes de los municipios de Cancún e Isla Mujeres, pues varias de estas tendencias se encaminan sobre las áreas de captación y de extracción de agua potable que surten a Isla Mujeres y Benito Juárez, lo que estaría contaminando con aguas residuales (y por ende con coliformes fecales) a las reservas de agua para el consumo de la población de los municipios ya mencionados.

Adicionalmente, el agua "presumiblemente contaminada" que no es extraída en la zona de pozos, continua su ciclo hacia el Mar Caribe, donde aflora acarreando una cantidad considerable de contaminantes y que también ponen en riesgo las zonas en las que afloran, que van desde los manglares costeros (Nichupté, Manatí y Chacmuchuch), las áreas naturales protegidas y hasta las playas de uso turístico, tanto de la zona hotelera como a la Bahía de Mujeres.

A continuación se presentan las proyecciones de las consecuencias de este crecimiento desmedido, respecto de la generación de residuos sólidos y aguas residuales:

Tabla XVIII.- Generación DIARIA de Residuos Sólidos Urbanos y Aguas Residuales, derivadas del crecimiento poblacional tendencial que presentarían los asentamientos irregulares.

Año	Población existente y proyectada	Generación de RSU (ton)(1 kg/día)	Generación de aguas residuales (m3) (65 lt/día)
2006	19,366	19.5 ton / día	1,260 m³ / día
2011	43,140	43.1 ton / día	2,804 m³ / día
2023	84,768	84.7 ton / día	5,510 m³ / día
2025	93,190	93.2 ton / día	6,057 m³ / día
2030	117,680	117.7 ton / día	7,650 m³ / día
2035	134,716	134.7 ton / día	8,756 m³ / día
2040	168,613	168.6 ton / día	10,960 m³ / día
2045	187,541	187.5 ton / día	12,060 m³ / día
2050	206,470	206.5 ton / día	13,421 m³ / día

Cabe destacar que esta generación de residuos y aguas residuales sería, bajo el escenario tendencial, de contaminantes sin tratar o con una mala disposición, y que por consiguiente, prácticamente en su totalidad terminarían en el suelo, subsuelo y manto freático.

Escenario tendencial para el sector Industria y Aprovechamiento de Materiales Pétreos.

Como ya se mencionó anteriormente, el aprovechamiento de materiales pétreos es una de las actividades que más impactan a los ecosistemas, pues incluye desde el retiro completo de toda la vegetación, el ahuyentamiento (en el mejor de los casos) de la fauna presente, retiro de la tierra fértil y la extracción de las capas de material pétreo. Adicionalmente, el retiro de esta capa mineral (que actúa como filtro natural) implica el adelgazamiento de la protección al manto acuífero, lo que incrementa su vulnerabilidad a posibles escenarios de contaminación.

Sin embargo y desde los puntos de vista ambiental y de desarrollo, los bancos de material son “un mal necesario”. Si no se cuenta con material para la construcción, no se pueden desarrollar las edificaciones (viviendas, edificios, plazas, oficinas) ni la infraestructura necesaria (vialidades, puentes, plantas de tratamiento de aguas residuales, material de cobertura para el sitio de disposición final de RSU, entre otros) que se requiere para dotar de una calidad de vida adecuada a los habitantes del municipio.

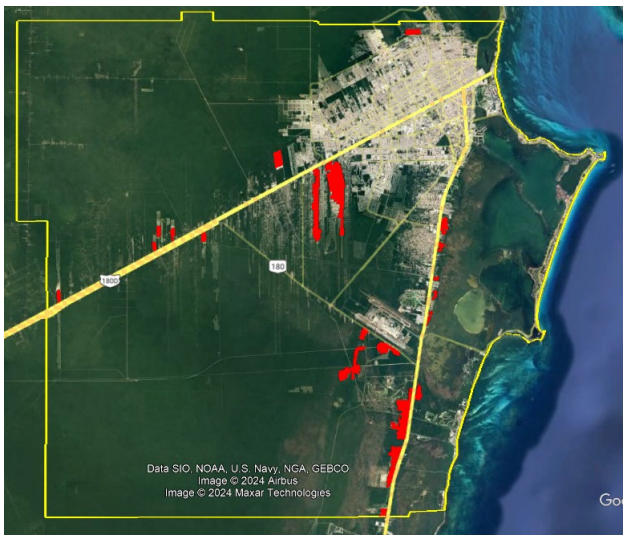
Desde los inicios de Cancún a principios de los años 70s, y ante la falta de normatividad ambiental adecuada, en un principio proliferaron los bancos de material pétreo. En el caso específico de Cancún, los primeros bancos de material se encontraban en lo que hoy es el denominado “Ombligo Verde”, “la Rehollada”, y un área deportiva en los cruces de las avenidas López Portillo y Kabah.

Posteriormente y ante el impresionante crecimiento poblacional de la ciudad, además de la construcción del aeropuerto de Cancún donde se ubica actualmente, se buscaron opciones fuera de la ciudad, por lo que se comenzó a explotar este material en la zona de la avenida Colosio que va al aeropuerto, en el ejido de Alfredo V. Bonfil, en lo que se conoce como la zona de sascaberas.

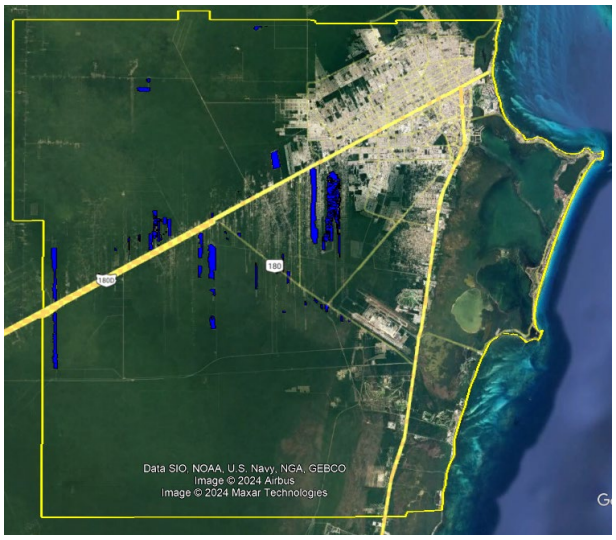
A la par del material necesario para la construcción de hoteles, nivelación y construcción de calles y avenidas y de las casas de los habitantes de Cancún, también fue necesario proveer de material para la construcción y/o ampliación de las carreteras que unirían este destino turístico con el resto del estado y con los estados vecinos. Por esta razón, se abrieron nuevos bancos de material en el tramo Aeropuerto – Puerto Morelos, y en la carretera de Cancún – Mérida. Cabe destacar que éstos últimos bancos no eran propiamente de sascab, pero ante el agotamiento de este material que se hallaba exclusivamente en la franja costera, se optó por extraer material pétreo (piedra), para molerlo, lavarlo y venderlo como material de construcción (no tan eficiente como el sascab en cuestiones de impermeabilidad, pero servía para el desarrollo proyectado).

En el municipio de Benito Juárez existen varias zonas que fueron explotadas para su aprovechamiento, y que después fueron abandonadas. Algunas de estas zonas son aún visibles e identificables con imágenes de satélite, pero existen otras que fueron invadidas por vegetación y su identificación a través de imágenes satelitales sin relieve, es muy difícil.

Por lo anterior, sólo se usaron los datos considerados como confiables y son los que corresponden al período comprendido entre 2011 y 2023.



Zonas explotadas para material pétreo (en contorno rojo) identificadas en el año 2011.



Zonas explotadas para material pétreo (en contorno azul) identificadas en el año 2023.

Para el año 2006, se calculaba la explotación de material pétreo en 524.12 hectáreas o 5’241,200 m² (POEL MBJ, 2014); Y para el año 2011, la superficie calculada que fue aprovechada para la extracción de material pétreo era de 713.69 hectáreas (7’136,900 m²). Finalmente, para el año 2023, la superficie ocupada por bancos de material pétreo alcanzó una superficie de 1,021.44 hectáreas. La mayor parte de este material extraído fue para la construcción de la “masa” urbana (principalmente para viviendas y vialidades, pero también se utilizó en la construcción de cuartos hoteleros, equipamientos e infraestructura; y más recientemente, en el Tren Maya y en el Puente Nichupté), razón por la cual, para el escenario tendencial se relaciona este aprovechamiento de material pétreo con el crecimiento de la mancha urbana, misma que también fue calculada con base a la información disponible y a las imágenes satelitales utilizadas para la etapa de caracterización.

Para efectos de cálculo y considerando que la profundidad promedio donde se ubica el manto freático es de 8 metros; y que en la mayor parte de los casos, pocos bancos de material explotaron por debajo del manto freático, el cálculo de la profundidad explotada se estandarizó en 5 metros de profundidad. Adicionalmente, con los datos obtenidos se realizó una gráfica y se realizó una regresión lineal con el fin de obtener la correlación (coeficiente de correlación de Pearson) entre el crecimiento de la mancha urbana y el crecimiento de los bancos de material pétreo, para obtener su correlación y poder proyectar, en un análisis tendencial, como se incrementará la demanda de material pétreo con relación al crecimiento de la mancha urbana (población) de la ciudad de Cancún. El resultado se muestra en la siguiente gráfica:

ETAPA DE PRONÓSTICO

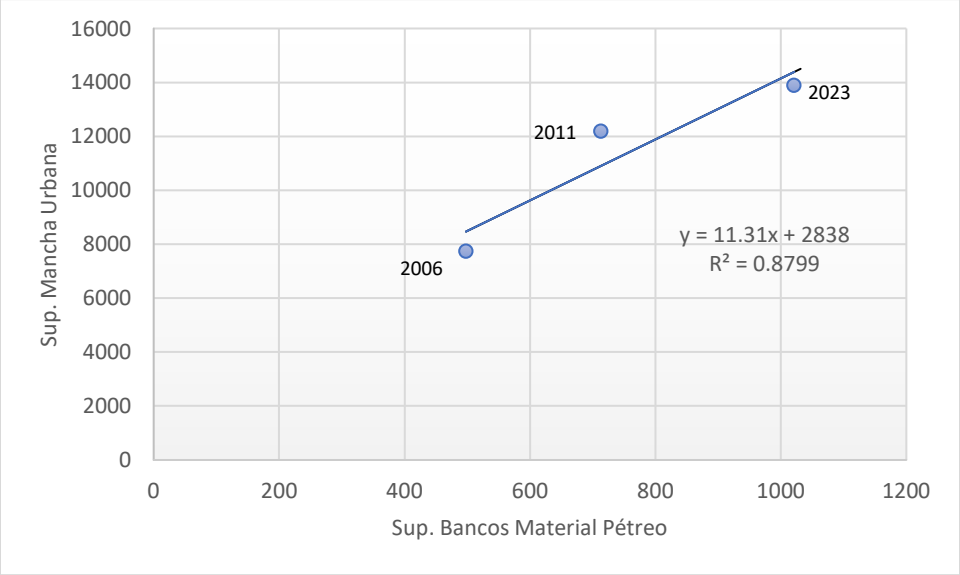


Imagen 22.- Gráfica de correlación entre la superficie de aprovechamiento de bancos de material pétreo con relación al crecimiento de la mancha urbana de la ciudad de Cancún.

Una vez obtenida la correlación entre ambas actividades, se procedió a realizar las proyecciones o tendencias de crecimiento de la explotación de material pétreo, dependiendo de la tasa de crecimiento de la mancha urbana, y los resultados fueron expresados en la siguiente tabla:

Tabla XIX.- Superficie ocupada por los bancos de material y sus proyecciones de uso en el escenario tendencial respecto de los asentamientos humanos en el municipio.

Año	Superficie ocupada por bancos de material pétreo (ha)	Porcentaje que representa respecto del municipio.	Volumen estimado de material (m3)	Superficie de mancha urbana (ha)
2006	497.92 ha	0.54 %	24’896,000 m³	7,727 ha
2011	713.69 ha	0.77 %	35’684,500 m³	12,173 ha
2023	1,021.44 ha	1.10 %	51’072,000 m³	13,870 ha
2030	1,460.11 ha	1.57 %	73’005,500 m³	15,591 ha
2040	1,934.41 ha	2.08 %	96’720,500 m³	18,896 ha
2050	2,334.31 ha	2.51 %	116’715,500 m³	22,201 ha

Nota 307 ha desmontadas para la actividad (nuevos bancos) entre 2011 y 2023.

Calculando la relación entre el incremento de la superficie de la mancha urbana y de la superficie de bancos de material pétreo, además de los proyectos en marcha que también demandan material pétreo, se obtuvo un factor de 0.13; es decir, que por cada hectárea de crecimiento de la mancha

urbana, se presentó un crecimiento de 0.13 hectáreas de bancos de material pétreo (considerando un promedio de 5.0 m de profundidad en la explotación de la roca y/o sascab). En este ejercicio, se considera como "mancha urbana" no sólo las casas y equipamiento, sino también los caminos y carreteras e infraestructura turística que en su conjunto forma el conglomerado habitacional urbano. Por lo anterior, y considerando que existen variables que posiblemente no fueron incorporadas o contabilizadas, este factor pudiera variar de forma importante, sobre todo si consideramos que a partir del 2021, la ejecución del proyecto del Tren Maya y su necesidad de contar con suficiente material pétreo para la nivelación del trazo y el asentamiento de sus vías, estaciones y servicios aparejados, originó la apertura de varios bancos de material pétreo de forma dispersa y que no necesariamente este material extraído fue considerado en el crecimiento de la mancha urbana, sino para el proyecto ya mencionado.

Sin embargo y por la necesidad de contar con la perspectiva de crecimiento de esta actividad y de cubrir la futura demanda de material proveniente de sitios que tengan menor valor ecológico, se procedió a cuantificar la superficie ocupada por dicha actividad sectorial, con el fin de analizar el posible volumen utilizado para alcanzar el desarrollo que tenemos hoy en día, y poder proyectar la posible superficie necesaria para los diferentes escenarios de crecimiento de los diferentes sectores que requieren del material pétreo para su actividad.

Derivado del análisis anterior y bajo el escenario tendencial de crecimiento de la mancha urbana, en poco más de 25 años, los bancos de material pétreo tenderían a crecer en alrededor de un 1.41 % (1,311.31 hectáreas), modificando sustancialmente los ecosistemas (en sus componentes bióticos y abióticos) y con pocas posibilidades de reversión de los impactos. Sin embargo, aun cuando es una de las actividades más agresivas, éstas apenas rebasarán el 2.5 % de la superficie total del municipio.

En el escenario estratégico se propondrán las zonas factibles para ser ocupadas por bancos de material pétreo que presenten menos impactos sinérgicos y afectaciones a los ecosistemas, así como las medidas de contención y prevención propuestas para esta actividad.

Escenario tendencial para el sector Agropecuario.

El sector agropecuario del municipio de Benito Juárez en teoría estaría formado por ejidatarios, avecindados y pequeños propietarios, con pequeñas unidades de producción que se tendrían que distribuir conforme al patrón de carreteras y caminos, y en donde la vegetación se presentara más alterada (sin vegetación arbórea). Por las características del suelo, no es viable la agricultura mecanizada, ya que se limita por la alta pedregosidad y rocosidad aflorantes de los suelos. Asimismo, por el alto contenido de calcio en las capas superiores del subsuelo, existen limitaciones para la disponibilidad del fósforo en estos suelos someros. Y finalmente la veda para la extracción de agua para actividades diferentes al uso doméstico, que limita la posibilidad de extraer agua para el riego de cultivos, restringiendo su posible presencia de esta actividad a cultivos de temporal ("*Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos del área que circunda los límites geopolíticos de los Municipios de Benito Juárez y Cozumel, Quintana Roo y se establece veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo*" publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de marzo de 1981. Esta veda se clasifica como tipo II que sólo permite extracciones para usos domésticos.

Anteriormente (2011), entre las actividades agrícolas en este municipio destacaba el cultivo de maíz de temporal y el establecimiento de pastizales para alimento de ganado; e incluso se llegaron a establecer invernaderos para el cultivo de hortalizas y viveros para la comercialización de plantas ornamentales. Y respecto del cultivo de árboles frutales, existían en huertos familiares, por lo general para el autoconsumo. El establecimiento de unidades agroforestales y silvopastoriles, así como la producción de cultivos orgánicos se consideraban viables, si se contemplaban dentro de las propuestas gubernamentales para el desarrollo rural.

Sin embargo y derivado del análisis de la imagen satelital de 2023, la actividad agropecuaria prácticamente ya no se lleva a cabo en el territorio municipal, al menos de forma extensiva, limitándose a algunas zonas donde se presenta el desarrollo rural (tipo rancho) donde en pequeñas extensiones (menores a 1 hectárea) se realizan varias actividades agropecuarias. Pero ni en los ejidos de Alfredo V. Bonfil o el de Isla Mujeres (en su porción correspondiente al municipio de Benito Juárez) se realizan actividades agropecuarias; y sus actividades se limitan a la venta de lotes habitacionales, muchos de los cuales ni siquiera cumplen con las dimensiones mínimas (no poseen un frente de al menos 20.0 metros y una superficie no menor a 600.0 metros cuadrados) que marca el Artículo 23, fracción IV de la Ley de Acciones Urbanísticas del estado de Quintana Roo (16 Agosto 2018).

Por lo anterior, no es factible considerar un escenario tendencial en una actividad que prácticamente ha desaparecido, pero ante la necesidad de contener y frenar el crecimiento habitacional fuera del centro de población y reorientar el uso de las áreas con potencial agropecuario y forestal, es que se consideran estas actividades como alternativas socioeconómicas, de menores impactos ambientales (puntuales y sinérgicos) en las zonas fuera del centro de población de Cancún.

De mantenerse la tendencia respecto del sector Agropecuario, esta actividad ya no se realizará en los próximos años en la superficie municipal, con excepción de algunos ranchos rurales fuera del centro de población, y a manera de autoconsumo.

Escenario tendencial para el sector Conservación de la Biodiversidad.

El sector conservación tiene el objetivo principal de proteger el medio ambiente y la biodiversidad, y por lo mismo, también está sujeto a conflictos y desafíos. De acuerdo con el análisis de este sector en el Diagnóstico, se menciona que los conflictos ambientales que pueden surgir en el sector de conservación incluyen: los conflictos por el uso de la tierra, las restricciones a la explotación de recursos naturales, los conflictos con las industrias extractivas y en general con los proyectos de inversión que requieren del cambio de uso del suelo forestal. Este sector considera que las actividades de restauración de ecosistemas forman parte de los intereses de la Conservación.

Las áreas de conservación existentes en el municipio por disposiciones legales decretadas son las Áreas naturales protegidas tanto Federales, Estatales y Municipales, las áreas voluntarias para la conservación debidamente inscritas ante la CONANP, así como otras disposiciones no obligatorias legalmente como los Sitios Ramsar, AICAS y Áreas Prioritarias de regiones hidrológicas, además de otros sitios de importancia local, como las áreas de extracción del agua potable para el abasto de los centros de población (Cancún e Isla Mujeres).

La competencia por el uso de tierras es una fuente potencial de conflicto entre sectores. Mientras que el sector conservación aboga por la preservación de áreas naturales, los demás sectores que

requieren del cambio de uso del suelo forestal pueden dar lugar a disputas sobre la asignación de tierras para la conservación y el desarrollo sustentable.

El análisis del escenario tendencial del sector conservación del municipio de Benito Juárez se define en este documento a partir de los cambios históricos registrados en las series I a la VII de la Carta de uso de suelo y vegetación del INEGI. En la tabla siguiente se presenta la distribución porcentual de la ocupación de los tipos de vegetación y usos del suelo en el municipio de Benito Juárez según la información de las series publicadas del INEGI. Las selvas del municipio de Benito Juárez que en 1978 según la serie I, ocupaban 78,846.38 hectáreas; se redujeron a 60,396.69 hectáreas en el 2018 según la serie VII, por lo que se han perdido 18,449.68 hectáreas en un periodo de 40 años, es decir que en promedio en este periodo las selvas se redujeron 461.24 hectáreas cada año.

Tabla XX.- Distribución porcentual de los tipos de vegetación y usos del suelo en el municipio de Benito Juárez según las series del INEGI.

Tipos de vegetación y usos de suelo	CLAVE	Cartas de uso del suelo y vegetación del INEGI						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Selva mediana subperennifolia	SMQ	77.0	35.0	51.4	17.3	17.2	13.9	14.4
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia	SMQ/VSA	6.2	0.0	11.8	9.4	41.1	20.0	26.1
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	SMQ/VSa	1.4	42.2	11.4	39.0	7.9	31.3	24.5
Selva baja subcaducifolia	SBS	0.2	0.0	1.6	0.0	0.0	0.8	0.0
Tular	TU	2.2	0.7	1.7	0.0	0.4	0.4	0.0
Manglar	Ma	6.0	9.3	7.2	8.7	7.2	6.4	6.8
Vegetación de dunas costeras	MT	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Pastizal cultivado	PC	0.7	3.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.6
Sin vegetación aparente	SV	0.0	0.8	0.2	0.2	0.2	0.7	1.0
Cuerpo de agua	CA	4.8	5.3	5.3	5.2	5.1	5.1	5.2
Asentamientos humanos	AH	0.5	3.5	9.3	20.1	20.9	21.3	21.5
		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

En la figura siguiente se representa la distribución porcentual de la ocupación de los tipos de vegetación y usos del suelo en el municipio de Benito Juárez según la información de las series publicadas del INEGI. Se aprecia la disminución de las selvas representadas en tonalidades de color verde y un incremento de la ocupación de los asentamientos humanos representada en color amarillo. Mientras que los humedales y los cuerpos de agua se mantienen sin cambios o solo con ligeras variaciones.

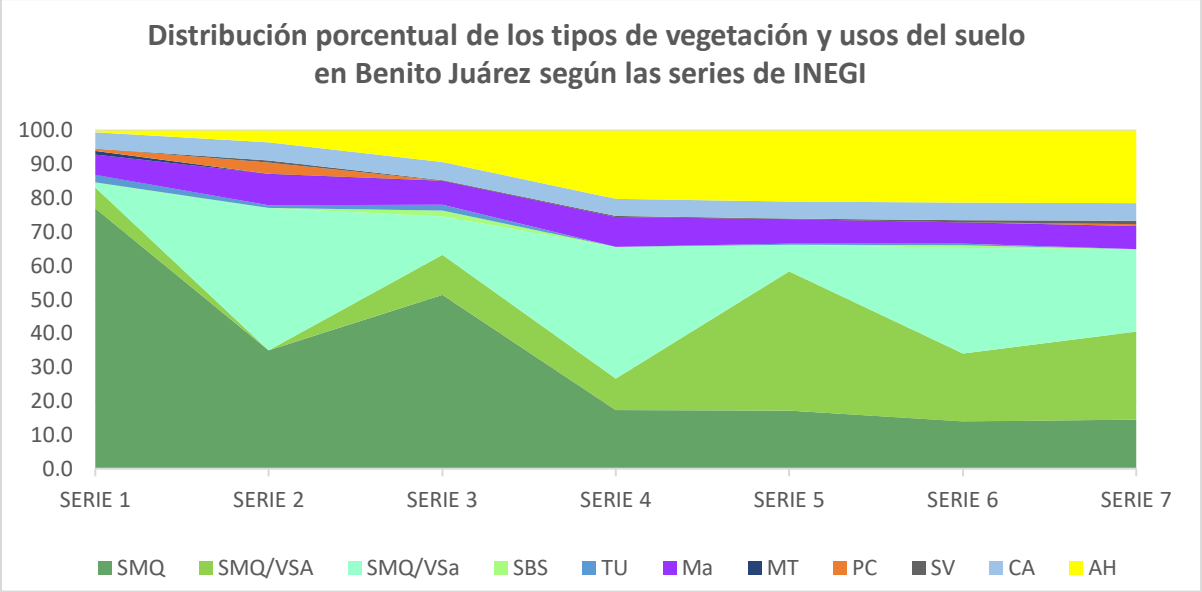


Figura 23.- Representación gráfica de la distribución porcentual de los tipos de vegetación y usos del suelo en el municipio de Benito Juárez según las series del INEGI.

Mientras que la superficie de las selvas se ha reducido en el municipio de Benito Juárez según la información del INEGI; las áreas ocupadas por los asentamientos humanos se han incrementado, de 485.90 hectáreas en 1978 según la serie I, a 19,969.00 hectáreas en el 2018, serie VII. Este incremento en la ocupación de los asentamientos humanos no ha sido constante, el incremento medio anual fue más alto en el 2007 serie IV y luego disminuyó para registrarse el incremento mínimo en el 2018 en la serie VII.

Tabla XXI.- Superficies de ocupación de los asentamientos humanos de 1978 al 2018 según las Cartas de uso del suelo y vegetación del INEGI.

Series	Año	Años	Superficie Hectáreas	Incremento Has	IMA
I	1978	8	485.90	485.90	60.74
II	1994	16	3,222.03	2,736.13	171.01
III	2002	8	8,684.09	5,462.06	682.76
IV	2007	5	18,710.72	10,026.63	2005.33
V	2011	4	19,463.48	752.76	188.19
VI	2014	3	19,790.45	326.97	108.99
VII	2018	4	19,969.00	178.55	44.64
				Promedio	465.95

Nota IMA= Incremento medio anual.

ETAPA DE PRONÓSTICO

A continuación, en la siguiente tabla se presentan las proyecciones del incremento de la ocupación de los asentamientos humanos en el municipio de Benito Juárez hasta el 2050 utilizando en una relación lineal el incremento medio anual mínimo y el incremento anual promedio de todo el periodo analizado desde 1978 hasta el 2028. Por lo tanto, con el incremento mínimo (44.64) se esperaría que los asentamientos humanos ocupen para el 2050 21,397,38 hectáreas; y con el incremento anual promedio (465.95) serian 34,879.38 hectáreas.

Tabla XXII.- Proyecciones del incremento de ocupación de los asentamientos humanos hasta el 2050 utilizando el incremento medio anual (IMA) mínimo y promedio según las superficies registradas por el INEGI.

Series de INEGI	IMA	Mínimo	Promedio
		44.64	465.95
	Año	Hectáreas	Hectáreas
I	1978	485.90	
II	1994	3,222.03	
III	2002	8,684.09	
IV	2007	18,710.72	
V	2011	19,463.48	
VI	2014	19,790.45	
VII	2018	19,969.00	
-	2025	20,281.46	23,230.64
-	2030	20,504.64	25,560.39
-	2035	20,727.83	27,890.14
-	2040	20,951.01	30,219.89
-	2045	21,174.20	32,549.63
-	2050	21,397.38	34,879.38

Conclusión del Escenario Tendencial y la modificación de los recursos naturales (bienes y servicios ambientales).

Desde sus inicios en la década de los 70's, el desarrollo de todas las actividades productivas del municipio de Benito Juárez ha sido sumamente acelerado, sobre todo en el desarrollo urbano y su fuerte relación inicial con el turismo convencional. Este municipio llegó a presentar durante la década de los 90's, una tasa de crecimiento medio anual (TMCA) de la población superior al 16% anual, provocada por la atracción del turismo como una fuente de empleo bien remunerada. Este crecimiento rebasó todas las expectativas y la capacidad de las autoridades de dotar de servicios básicos a la creciente población; los lotes con servicios se encarecieron y la gente con menos recursos comenzó a demandar tierra barata pero sin servicios, dando origen a los asentamientos irregulares,

principalmente en el ejido de Bonfil, olvidándose casi por completo de trabajar y hacer producir la tierra. Y aunque la TMCA ya ha disminuido notablemente, el ejido continuó (y continúa) ofreciendo tierra económica y sin servicios básicos para viviendas precarias, y sin contar con ningún tipo de autorización. Y como ya se demostró, la tendencia de crecimiento de esta actividad (más de 400 %) pone en riesgo varios de los bienes y servicios ambientales, comenzando por la vegetación y el riesgo al recurso agua, pero también con notorias afectaciones al suelo y a la biodiversidad.

Pero también están aquellos ejidatarios que no han lotificado sus parcelas, y la ofertan para la explotación de material pétreo, con todas las consecuencias anteriormente mencionadas. Esta situación se incrementó notoriamente con la construcción de proyectos del gobierno, como son el Tren Maya y el Puente Nichupté, pero también para venta entre particulares (casas, desarrollos, vialidades). En los últimos años ha proliferado la apertura de bancos de material pétreo en zonas (UGAs) donde no se permite dicha actividad (específicamente en UGAs con política ambiental de Restauración y Protección, como los polígonos de pozos de extracción de agua, donde expresamente se prohíbe esta actividad). Y tendencialmente, esta actividad seguiría creciendo (en más de un 100 %), con el agotamiento de los bancos actuales y la apertura de nuevos bancos en esas zonas, con el consecuente deterioro de los bienes y servicios ambientales de la zona, destacando el suelo kárstico, la vegetación y la biodiversidad.

Para el sector urbano, aun cuando las cifras y tendencias indican un descenso en la TMCA, la población seguirá creciendo, empujada por una dinámica económica diferente al turismo convencional, por lo que en el escenario tendencial la mancha urbana seguirá creciendo, afectando principalmente a la vegetación y a la biodiversidad (en aproximadamente 7,000 hectáreas), y demandando agua y material kárstico en cantidades/ volúmenes variables.

Para el sector Turismo convencional, las tendencias de crecimiento ya son mínimas, por el ya mencionado agotamiento de su reserva turística, con un crecimiento tendencial calculado en un 10 % con relación a su ocupación actual. Los bienes y servicios ambientales que pudieran verse afectados son Playas y Dunas, presión hacia los humedales costeros (y a la biodiversidad de estas áreas), y la demanda de agua y materiales pétreos para su operación e infraestructura.

Respecto del sector Turismo alternativo, la actividad se realiza de formas muy aislada y solo existen un par de parques temáticos; sin embargo, se considera como parte de esta actividad los recorridos en embarcaciones (y algunas de sus variantes, como el “jungle tour”) dentro de la Laguna Nichupté, pero también las visitas a las áreas naturales protegidas municipales (Ombligo verde), estatales (Parque Kabah y Laguna Manatí), y federales (Manglares de Nichupté, Playa Delfines). Las afectaciones a los bienes y servicios ambientales son escasas, pero dependen en gran parte de la cantidad de visitantes, la infraestructura existente y el control de impactos. Los bienes y servicios ambientales que pudieran verse afectados son: Biodiversidad y humedales, además de demanda de agua.

En los sectores Forestal y Agropecuario, las actividades que realizan estos sectores son prácticamente inexistentes en el municipio, y por lo ya descrito, su tendencia es que desaparezcan (aunque en el escenario contextual se busca impulsar ambas actividades, como alternativa para frenar el crecimiento rural). Por lo anterior, se considera que de estas actividades / sectores, no habría afectaciones a los bienes y servicios ambientales.

Finalmente, para el sector Conservación (incluye el tema de protección del agua), se ven sumamente mermados o afectados los bienes y servicios ambientales, pues todas las demás actividades productivas "avanzan" o crecen en detrimento de la vegetación, suelo y biodiversidad, además de demandar y/o poner en riesgo el recurso agua y demandar material pétreo para la construcción de infraestructura. Y es en el escenario tendencial donde la Conservación se ve más afectada, con una disminución de casi 16,400 hectáreas, lo que representa un 17.6 % del territorio municipal.

Tabla XXIII.- Comparación de superficies y porcentajes de ocupación de los diferentes sectores en el escenario tendencial, respecto de la ocupación actual, en el municipio de Benito Juárez.

SECTOR / ACTIVIDAD SECTORIAL	SUPERFICIES Y PORCENTAJES DE OCUPACIÓN			
	USO ACTUAL %	SUPERFICIE (hectáreas)	ESCENARIO TENDENCIAL %	SUPERFICIE (hectáreas)
Aprovechamiento Forestal	0.00	0.00	0.00	0.00
Conservación	80.18	74,570.22	62.55	58,171.52
Protección del Agua	10.77	10,016.84	9.93	9,238.53
Turismo Alternativo	9.27	8,623.14	9.27	8,623.14
Agropecuario	0.08	74.88	0.00	0.00
Industria Ligera y Aprov. de Material Pétreo	2.12	1,975.74	4.50	4,185.06
Desarrollo Rural	1.38	1,285.84	6.14	5,713.62
Turismo Convencional	1.35	1,254.06	1.48	1,375.58
Desarrollo Urbano	14.91	13,870.54	22.57	20,988.02

ETAPA DE PRONÓSTICO

La identificación de los principales Impactos Ambientales (acumulativos y sinérgicos) generados por las diversas actividades productivas y proyectos de desarrollo.

Conforme al Artículo 34, fracc. VI, del reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente de Quintana Roo, en materia de ordenamiento ecológico, que determina considerar los impactos ambientales acumulativos, sus causas y efectos en tiempo y lugar, por lo tanto, para la evaluación de los impactos ambientales acumulativos como para su valoración cuantitativa se analizaron diversas metodologías las cuales se mencionaran posteriormente.

Entrando en contexto, la evaluación y gestión de los impactos acumulativos es el proceso a través del cual se analizan los potenciales riesgos e impactos ambientales y sociales de las actividades productivas en un territorio determinado, en el cual se incorpora a lo largo del tiempo, posibles efectos acumulativos que otras actividades humanas y/o factores naturales y presiones sociales externas pudieran tener sobre los atributos ambientales comunes, y en la medida de lo posible proponer medidas concretas para controlar, evitar, reducir, tales impactos y riesgos acumulativos.

De acuerdo con el análisis y evaluación que se realice dentro del proceso de planeación, se tendrá como reto de esta evaluación de qué manera discernir los impactos potenciales de las actividades productivas y naturales podrían combinarse de forma acumulativa, con los impactos existentes y potenciales asociados a otras actividades humanas, así como situaciones naturales de estrés tales como sequía, erosión o eventos climatológicos extremos.

Derivado de lo anterior, en cuanto a su análisis de impactos ambientales debe contener información sobre la localización de las actividades productivas y usos del territorio, los elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos del medio que puedan sufrir deterioro o de aquellas acciones que generen su mejoramiento. Es decir que la Evaluación de Impactos Ambientales es un proceso destinado a estimar la incidencia que puedan tener la ejecución de diversas actividades económicas lideradas por los sectores público, privado, social o posiblemente mixto.

El pronóstico y el análisis de impactos ambientales significativos depende en gran medida del conocimiento de los procesos físicos, biológicos, socioeconómicos y culturales que pueden verse afectado por una acción. Dado el carácter significativo de los impactos es una consideración crucial para incorporarlos en el Pronóstico, la atención principal se pone en aquellos de carácter irreversible y acumulativo o que se consideren importantes para los componentes ambientales estudiados.

En la evaluación de los impactos acumulativos se debe emplear información proveniente de una variedad de instrumentos, incluyendo estudios ambientales regionales y locales, estudios sociales y de recursos naturales y económicos, programas y/o documentos de planificación; evaluaciones estratégicas, sectoriales y regionales; evaluaciones de impactos de proyectos, evaluaciones de impactos acumulativos, entre otros. Los impactos acumulativos se pueden mencionar como:

- Degradación en la calidad del aire y agua, suelo, flora, ecosistemas terrestres y/o acuáticos.
- Aumento en la carga de sedimentos en una cuenca hidrográfica como resultado de una mayor erosión generada por la deforestación, pérdida de cobertura vegetal, cambio de uso de suelo y/o la construcción indiscriminada de vías de acceso.

- Interferencia de las rutas de migratorias o de movimiento de la fauna silvestre por la construcción de infraestructura lineal o campos de generación eólica, entre otros.

La evaluación de impactos acumulativos es esencial para un ordenamiento ecológico local efectivo, ya que considera los efectos combinados de múltiples actividades y factores ambientales a lo largo del tiempo, como se ha señalado anteriormente, para determinar los impactos acumulativos se procedió de acuerdo con las metodologías seleccionadas para este trabajo y alcanzar el objetivo, siendo las siguientes:

Primer paso. - Identificación de los impactos ambientales dentro del territorio municipal conforme a las Unidades Naturales o de Paisaje determinadas para tal efecto. De acuerdo con la metodología de matriz de "cribado" o causa efecto, se identifican los impactos potenciales de las diferentes actividades productivas y económicas que se llevan a cabo en el municipio, sobre los diferentes componentes ambientales, de acuerdo con la Tabla denominada Identificación de Impactos Ambientales.

TABLA I: IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Unidad Natural	COMPONENTES AMBIENTALES		ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y CONSERVACION												Subtotal por Unidad Natural	
			1 Agropecuario	2 Agricultura Temporal	3 Ganaderia (Pastizales)	4 Forestal	5 Mineria (Bancos de Material)	6 Industria Ligera	7 Turismo convencional	8 Turismo Alternativo	9 Desarrollo Urbano	10 Desarrollo Rural	11 Proteccion del Agua	12 Conservacion de la Biodiversidad	No. de Impactos	%
I Barra Litoral	Flora								(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	6	18.18182
	Fauna								(-)	(-)	(-)	(-)		(+)	5	15.15152
	Suelo								(-)	(-)	(-)	(-)			4	12.12121
	Agua								(-)	(-)	(-)	(-)			4	12.12121
	Aire								(-)						1	3.030303
	Paisaje								(-)	(-)	(-)	(-)			4	12.12121
	Sociocultural								(-)	(-)	(+)	(-)		(+)	5	15.15152
	Economico								(+)	(+)	(+)	(+)			4	12.12121
Subtotal por Actividad		(-)							7	6	5	6			**33**	**100**
		(+)							1	1	2	1	1	3	**9**	
II Planicie Inundable	Flora						(-)	(-)	(-)	(-)				(+)	5	13.88889
	Fauna						(-)	(-)	(-)	(-)				(+)	5	13.88889
	Suelo						(-)	(-)	(-)					(+)	4	11.11111
	Agua						(-)	(-)	(-)					(+)	4	11.11111
	Aire						(-)	(-)	(-)					(+)	4	11.11111
	Paisaje						(-)	(-)	(-)					(+)	4	11.11111
	Sociocultural						(+)	(+)	(+)	(+)				(+)	5	13.88889
	Economico						(+)	(+)	(+)	(+)				(+)	5	13.88889
Subtotal por Actividad		(-)					6	6	6	2					**36**	**100**
		(+)					2	2	2	2				8	16	
III Llanura Rocosa	Flora		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	10	13.33333
	Fauna		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	10	13.33333
	Suelo		(-)		(-)	(-)	(-)	(-)		(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	10	13.33333
	Agua		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		(-)	(-)	(-)	(+)	(+)	10	13.33333
	Aire		(-)		(-)	(-)	(-)	(-)		(-)	(-)	(-)		(+)	9	12
	Paisaje		(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)		(-)	(-)	(-)	(+)		8	10.66667
	Sociocultural		(+)	(-)	(-)	(+)	(+)	(+)		(+)	(+)	(+)		(+)	9	12
	Economico		(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)		(+)	(+)	(+)		(+)	9	12
Subtotal por Actividad		(-)	6	5	7	6	6	6		6	6	6			**75**	**100**
		(+)	2	1	1	2	2	2		2	2	2	5	7	28	
														Impactos Identificados	144	

Simbología: (-) Impacto negativo, (+) Impacto positivo, ( ) Ningún impacto.

Segundo paso. - Predicción de los Impactos. - Una vez identificados los impactos potenciales que pueden producirse por la interacción de las actividades del proyecto sobre los componentes ambientales, de acuerdo con la metodología seleccionada, corresponde la predicción de los impactos en función de las relaciones causa-efecto determinadas en la etapa de identificación.

Tercer paso. - Evaluación de Impactos: **Evaluación Cualitativa.** Para la evaluación cualitativa de los impactos identificados y predichos, se utilizaron los criterios de la Tabla de Criterios de Clasificación.

ETAPA DE PRONÓSTICO

Tabla XXIV.- Criterios de clasificación de impactos ambientales.

CRITERIOS CLASIFICACION	CLASE
Por el carácter	**Positivos:** son aquellos que significan beneficios ambientales **Negativos:** son aquellos que causan deterioro o daño componentes al ambiente global.
Por la relación Causa y Efecto	**Primarios**:son aquellos efectos que causa la acción y que generalmente al mismo tiempo y en el mismo lugar de ella, a menudo estos se encuentran asociados a fases de construcción, operación y mantenimiento de una instalación o actividad y generalmente son obvios y cuantificables. **Secundarios**:son aquellos cambios indirectos o inducidos en el ambiente. Los impactos secundarios cubren todos los efectos potenciales de los cambios adicionales que pudiesen ocurrir más adelante o en lugares diferentes como resultado de la implementación de una acción.
Por el momento en que se manifiestan	**Latente**: aquel que se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca. **Inmediato**: aquel que en el plazo de tiempo entre el inicio de la accion y de la manifestacion que es practicamente nulo. **Momento crítico**: aquel en que tiene lugar el más alto grado de impacto independiente de su plazo de manifestación
Por la Interrelación de acciones y/o alteraciones	**Impacto simple**: aquel cuyo impacto se manifiesta sobre un solo componente ambiental o cuyo modo de acción es individualizado, sin consecuencias en la inducción de nuevas alteraciones, ni en la de su acumulación, ni en la de su sinergia **Impacto acumulativo**: son aquellos resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y razonablemente esperadas en el futuro. **Impactos sinérgicos**: son aquellos que se producen cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes, supone una incidencia ambiental por la suma de los impactos individuales. Así mismo se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.
Por la extención	**Puntual**: cuando la acción impactante produce una alteración muy localizada **Parcial**: aquel cuyo impacto supone una incidencia apreciable en el área estudiada. **Extremo**: Aquel que se detecta en una gran parte del territorio estudiado **Total**: aquel que se manifiesta en todo el entorno considerado
Por la persistencia	**Temporal**: aquel que supone una alteración con un plazo de manifestación determinado y por lo general corto. **Permanente**: aquel que supone una alteración por tiempo indefinido.
Por la capacidad de recuperación del ambiente	**Irrecuperable**: cuando la alteración del medio o pérdida que supone es imposible de reparar. **Irreversible**: aquel impacto que supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la que la produce. **Reversible**: aquel en el que la acción puede ser asimilada por el entorno de forma medible a corto, mediano o largo plazo debido al funcionamiento de los procesos naturales. **Fugaz**: aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad y no precisa practicas de mitigación

Conforme a esta tabla de criterios de clasificación de impactos ambientales, se determinaron los impactos acumulativos, los cuales son los que señala la normatividad ambiental correspondiente, que se deben considerar en los trabajos de ordenamiento ecológicos territoriales.

En virtud de lo anterior, al contar con los impactos acumulativos seleccionados se procede a su evaluación cuantitativa de estos, siendo la siguiente:

Para la valoración cuantitativa de los impactos ambientales acumulativos identificados, se emplearon los criterios y metodología descritos, para estimar la incidencia en el territorio municipal (actividades) sobre los distintos atributos ambientales conforme a los Criterios de Evaluación conforme a la tabla siguiente:

Tabla XXV.- Criterios de evaluación de impactos ambientales.

CRITERIOS	EVALUACIÓN	DESCRIPCION	VALORES
CARÁCTER (C)	POSITIVO	Benéfico para el factor o atributo	1(+)
	NEGATIVO	Perjuicio para el factor o atributo	1 (-)
RIESGO (G)	BAJO	Ocurrencia improbable	1
	MEDIO	Ocurrencia poco probable	2
	ALTO	Ocurrencia probable	3
	MUY ALTO	Ocurrencia inminente	4
EXTENCIÓN (E)	PUNTUAL	Se encuentra dentro de una Unidad Natural	1
	LOCAL	Abarca una o mas Unidades Naturales.	2
	REGIONAL	Abarca el Territorio Municipal	3
INTENSIDAD (I)	BAJA	Baja severidad y/o frecuencia del impacto	1
	MEDIA	Moderada severidad y/o frecuencia del impacto	2
	ALTA	Alta severidad y/o frecuencia del impacto.	3
REVERSIBILIDAD (R)	CORTO PLAZO	Hasta 1 año	1
	MEDIANO PLAZO	De 1 a 5 años	2
	LARGO PLAZO	Más de 5 años	3
	IRREVERSIBLE	Permanente	4
RECUPERABILIDAD (RE)	TOTAL	Se obtienen condiciones estables con facilidad	1
	PARCIAL	Se obtienen condiciones estables con dificultad	2
	IRRECUPERABLE	La dificultad técnica impide lograr estabilidad	3
SENSIBILIDAD LOCAL (S)	BAJA	El área se encuentra muy degradada o las condiciones hacen que los impactos ambientales no sean significativos	1
	MEDIA	El área tiene moderado nivel de intervención o las condiciones hacen que los impactos ambientales sean significativos.	2
	ALTA	El área no tiene intervención o sus condicionantes hacen que los impactos sean muy significativos	3

De esta forma se construyó una expresión numérica que es aplicada para cada impacto ambiental acumulativo identificado y resume la interacción de este con cada factor (actividad) y atributo ambiental potencialmente afectado.

$$V = C^* P^* (G + E + I + R + Re + S)$$

Donde:

C = CARÁCTER

G = RIESGO

E = EXTENCIÓN

(I) = INTENSIDAD

R = REVERSIBILIDAD

Re = RECUPERABILIDAD

S = SENSIBILIDAD LOCAL

P = corresponde a la asignación de un peso o importancia (en un rango del 0 al 1) asignado a cada factor evaluado por opinión experta de especialistas multidisciplinarios con experiencia en proyectos similares.

Con los resultados de la valoración de los impactos según los criterios seleccionados, se califica la seriedad de este de acuerdo con la ponderación que se muestra en el cuadro siguiente:

PONDERACION PARA LA VALORACION DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS

VALOR	PONDERACION	CODIGO COLOR
De 1 a 15	POSITIVO	
De -6 a 0	NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO	
De -12 a -7	NEGATIVO SIGNIFICATIVO	
De -15 a -13	NEGATIVO ALTAMENTE SIGNIFICATIVO	

Los resultados de ponderación y valoración de los impactos se resumen en la tabla de Valoración de Impactos Ambientales Acumulativos.

ETAPA DE PRONÓSTICO

Tabla XXVI.- Valoración de Impactos Ambientales Acumulativos para el municipio de Benito Juárez.

Tabla de Valoracion de Impactos Ambientales Acumulativos

V= C*P* (G+E+I+R+RE+S)

IMPACTOS AMBIENTALES		C	P	G	E	I	R	RE	S	VALOR	COLOR
FL-1	Perdida y deterioro de la cobertura vegetal original	-1	1	4	3	3	3	1	1	**-10.5**	
FL-5	Deterioro y Pérdida parcial de la cobertura vegetal y del suelo.	-1	1	4	2	3	4	3	1	**-10.2**	
FL-7	Afectacion al paisaje, disminucion de playas aptas para la recreacion y contaminacion	-1	1	3	2	2	2	2	2	**-9.1**	
FL-8	Modificacion al paisaje y afectacion a la biodiversidad	-1	1	4	2	3	4	3	1	**-10.2**	
FL-9	Contaminacion al suelo y al agua (Manejo inadecuado de residuos) y disminucion de areas permeables.	-1	1	4	3	2	4	2	1	**-12.8**	
FL-11	Proteccion de areas prioritarias (vegetacion en buen estado), selvas, manglares y humedales	1	0	4	2	2	3	2	2	**6**	
FA-1	Deterioro de habitat y desplazamiento de poblaciones silvestre.	-1	1	3	2	1	2	1	2	**-7.7**	
FA-3	Deterioro de habitat	-1	1	3	2	2	4	3	1	**-10.5**	
FA-4	Fragmentación de habitat y perdida de cobertura vegetal	-1	1	4	2	3	3	2	1	**-7.5**	
FA-5	Desplazamiento de poblaciones silvestres de su habitat	-1	0	4	2	3	4	3	1	**-6.8**	
FA-8	Perdida y desplazamiento de poblaciones silvestres de su habitat	-1	1	4	1	2	3	2	1	**-10.4**	
FA-9	Desplazamiento de especies nativas	-1	0	3	2	3	4	2	1	**-6**	
SU-4	Modificacion de la geomorfología y perdida del suelo.	-1	1	4	2	3	4	3	2	**-12.6**	
SU-5	Perdida y calidad del suelo y modificación de la topografía.	-1	1	4	2	3	4	3	2	**-10.8**	
SU-6	Modificacion de la morfología.	-1	1	4	2	3	4	3	2	**-14.4**	
SU-7	Modificación del relieve.	-1	1	4	2	3	3	3	2	**-11.9**	
SU-9	Alteración de las condiciones biofisicas del suelo.	-1	1	4	2	3	3	2	2	**-12.8**	
SU-10	Alteración de las condiciones biofisicas del suelo.	-1	1	3	2	3	3	2	1	**-8.4**	
AG-8	Decremento en la permeabilidad por expansión urbana	-1	1	2	2	2	4	3	1	**-9.8**	
AG-9	Contaminacion del manto acuifero por falta de servicios basicos.	-1	1	4	2	2	3	3	1	**-9**	
PA-5	Degradación de la geomorfologia.	-1	1	4	2	3	4	3	1	**-8.5**	
PA-6	Modificación del escenario natural alteracion visual con el contraste con el entorno natural.	-1	1	4	2	2	4	2	1	**-10.5**	
PA-7	Modificación del escenario natural (composicion y estructura de la vegetación).	-1	1	3	2	3	2	2	1	**-7.8**	
PA-9	Introduccion de elementos discordantes.(naturalidad).	-1	1	4	1	2	4	2	1	**-11.2**	
SC-9	Sobreutilizacion de los recursos naturales circundantes y de servicios ambientales.	-1	0	4	1	2	3	2	2	**-4.2**	
ECO-4	Fortalecimiento del desarrollo forestal sostenible en ambientes rurales con oportunidades de empleo	1	0	3	2	3	3	3	1	**6**	
ECO-8	Diversificación de la actividad productiva como una alternativa economica complementaria.	1	0	4	2	2	3	2	2	**6**	
ECO-9	Atraccion de inversiones (desarrollos inmobiliarios) ocasionando gentrificacion y aumento del costo de la vida.	-1	0	4	1	2	3	2	2	**-4.2**	

La cuantificación y clasificación de los impactos acumulativos de acuerdo con el catálogo del cuadro siguiente:

POSITIVO	3
NEGATIVO NO SIGNIFICATIVO	2
NEGATIVO SIGNIFICATIVO	10
NEGATIVO ALTAMENTE SIGNIFICATIVO	13
TOTAL	28

En total se identificaron 28 impactos acumulativos catalogados de acuerdo con su jerarquización 13 impactos como negativo altamente significativo, 10 impactos negativo significativo, 2 negativo no significativo y 3 positivos**.**

A continuación, se muestra la tabla de Análisis de los Impactos Acumulativos en Tiempo y Lugar, conforme lo indica la normativa ambiental correspondiente.

ETAPA DE PRONÓSTICO

Tabla XXVII.- Análisis de los Impactos Acumulativos en Tiempo y Lugar para el municipio de Benito Juárez.

Comp/ Act.	Impactos Acumulativos	Causa	Efecto	Sitio (Unidad Natural)	Tiempo
FL-1	Perdida y deterioro de la cobertura vegetal original	Desmontes incontrolados	Contaminacion del Acuifero	III	Corto Plazo
FL-5	Deterioro y Pérdida parcial de la cobertura vegetal y del suelo.	Fragmentacion de ecosistemas	Perdidad de habitat	I, II y III	Corto Plazo
FL-7	Afectacion al paisaje, disminucion de playas aptas para la recreacion y contaminacion	Fragmentacion de ecosistemas	Perdidad de la singularidad y naturalidad	I, II y III	Corto Plazo
FL-8	Modificacion al paisaje y afectacion a la biodiversidad	Deterioro de los recursos bioticos	Disminucion de especies.	II y III	Permanente
FL-9	Contaminacion al suelo y al agua (Manejo inadecuado de residuos) y disminucion de areas permeables.	Concentracion de viviendas y falta de servicios	Sustitución de la cobertura natural a urbano.	I, II y III	Permanente
FL-11	Proteccion de areas prioritarias (vegetacion en buen estado), selvas, manglares y humedales	Aplicación de medidas normativas en materia de proteccion al agua	Conservacion de recursos naturales	II y III	Permanente
FA-1	Deterioro de habitat y desplazamiento de poblaciones silvestre.	Desmontes incontrolados	Perdida de habitat	III	Madiano Plazo
FA-3	Deterioro de habitat	Desmontes parcial para la extraccion del agua y apertura de caminos.	fragmentacion de ecositemas	III	Madiano Plazo
FA-4	Fragmentación de habitat y perdida de cobertura vegetal	Remocion de la cubierta vegetal	Perdidas de habitats y erosion del suelo	II y III	Permanente
FA-5	Desplazamiento de poblaciones silvestres de su habitat	Destruccion de la cubierta vegetal	Destruccion parcial de sitios de refugio y alimentacion.	II y III	Permanente
FA-8	Perdida y desplazamiento de poblaciones silvestres de su habitat	Perdida de la cubierta vegetal	Destruccion parcial de sitios de refugio y alimentacion.	I, II y III	mediano plazo
FA-9	Desplazamiento de especies nativas	Cambio de usos de suelo	Perdida de habitat	II y III	Permanente
SU-4	Modificacion de la geomorfología y perdida del suelo.	Remocion de vegetacion	Eliminacion de la capa superficial de suelo	III	Permanente
SU-5	Perdida y calidad del suelo y modificación de la topografía.	Tecnicas inapropiadas de explotacion	Perdida de las capas de suelo. Alteracion de la calidad de los suelos.	II y III	Permanente
SU-6	Modificacion de la morfología.	Manejo inadecuado de residuos	cambios sobre los ecosistemas aledaños	III	mediano plazo
SU-7	Modificación del relieve.	Destruccion de recursos naturales.	Desaparicion de playas y disminucion de vistantes	I, II y III	Permanente
SU-9	Alteración de las condiciones biofisicas del suelo.	Inadecuado manejo y destino final de los residuos sólidos.	Disminucion de especies y contaminacion.	II y III	Permanente
SU-10	Alteración de las condiciones biofisicas del suelo.	Concentracion de viviendas	Perdida de superficies permeables.	III	Permanente
AG-8	Decremento en la permeabilidad por expansión urbana	Perdida de las capas superficiales del suelo.	Deterioro de la calidad del agua.	II y III	mediano plazo
AG-9	Contaminacion del manto acuifero por falta de servicios	Manejo inadecuado de residuos	Alteracion de la calidad del agua.	III	Permanente
PA-5	Degradación de la geomorfologia.	Desmonte y despalme	Deterioro del paisaje	II y III	Permanente
PA-6	Modificación del escenario natural alteracion visual con el contraste con el entorno natural.	operaciones de Instalaciones	Modificacion del paisaje (perdida de singularidad y naturalidad)	II y III	mediano plazo
PA-7	Modificación del escenario natural (composicion y estructura de la vegetación).	Operatividad de la Indiustria tiristica	Modificacion del paisaje (perdida de singularidad y naturalidad)	II y III	Corto plazo
PA-9	Introduccion de elementos discordantes.(naturalidad).	Cambio de uso de suelo	Discordancia con el entorno	III	Permanente
SC-9	Sobreutilizacion de los recursos naturales circundantes y de servicios ambientales.	Aumento de infraestructura turistica.	crecimiento poblacional (deterioro de la cultura local).	I, II y III	Corto plazo
ECO-4	Fortalecimiento del desarrollo forestal sostenible en ambientes rurales con oportunidades de empleo	Diversidad economica	Fortalecimiento de actividad economica complementaria	III	Largo Plazo
ECO-8	Diversificación de la actividad productiva como una alternativa economica complementaria.	Diversidad economica	Fortalecimiento de actividad economica complementaria	III	Largo Plazo
ECO-9	Atraccion de inversiones (desarrollos inmobiliarios) ocasionando gentrificacion y aumento del costo de la vida.	Demanda de vivienda residencial y servicios públicos	desplazamiento de poblacion local del centro urbano	III	Permanente

Descripción y análisis por Unidad Natural o Paisaje de los impactos acumulativos.

Evaluar los impactos acumulativos con respecto a las unidades de paisaje del territorio municipal ofrece diversas ventajas importantes tanto para la gestión ambiental como para la planificación territorial. Por lo tanto**, l**as unidades de paisaje reconocidas se han definido a partir de los usos del suelo, las actividades productivas y los elementos naturales del medio Biofísico. También se consideran los procesos históricos de ocupación determinando en la unidad de paisaje hábitats antrópicos, entre los que resaltan las zonas turísticas, urbana, el área rural, la minería e industria ligera e infraestructura y equipamiento.

Por lo consiguiente, se hace una descripción y análisis de los impactos acumulativos relevantes identificados por unidad natural o de paisaje siendo los siguientes**:**

Unidad Natural (Paisaje) I Barra Litoral.

Descripción. - Esta unidad corresponde a una franja muy delgada que colinda con el Mar Caribe, incluye la Isla de Cancún y las franjas arenosas del norte hasta las ruinas del Meco en Puerto Juárez y hasta el sitio denominado la Milla de Oro, colindando al sur con el municipio de Puerto Morelos. Esta unidad tiene una superficie total de 1318.76 hectáreas y poco más de 38 km de largo con un ancho máximo de 100 m. Poco más del 78% de esta unidad ha sido transformada para la construcción de hoteles, centros comerciales, infraestructura y equipamiento turístico, aunque en menor proporción también se han establecido viviendas y áreas residenciales. En la superficie restante se presentan evidencias de afectaciones recurrentes a la vegetación por fenómenos hidro meteorológicos y actividades humanas.

Actividades impactantes, destacan el turismo convencional y escasamente turismo alternativo y desarrollo habitacional residencial.





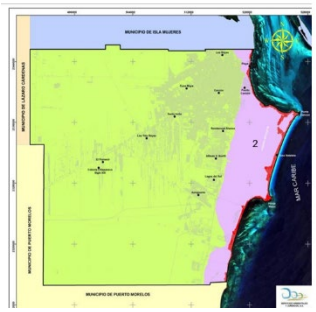


Impactos negativos relevantes. Ocasionan modificación de la costa y eliminación de la duna y vegetación costera, y por la infraestructura causan los impactos de obstrucción de corredores biológicos, causando perdidas de hábitats, generando efectos de destrucción parcial de sitios de refugio y alimentación, manifestándose de manera permanente y a corto plazo.

Unidad Natural (Paisaje) II. Planicie Inundable.

Descripción. - Esta unidad corresponde a los humedales y cuerpos de agua costeros, incluyendo el Sistema Lagunar Nichupté, la Laguna Manatí, los manglares y las zonas inundables con vegetación graminoide que se encuentran entre la barra litoral y la llanura rocosa. Esta unidad tiene una superficie total de 11,575.10 hectáreas, ha sido fragmentada por la construcción de carreteras, la apertura de canales y rellenada para la construcción de viviendas y desarrollos turísticos. Representa el 12% del territorio municipal.

Actividades impactantes, se encuentran Bancos de material, industria ligera y Turismo convencional.





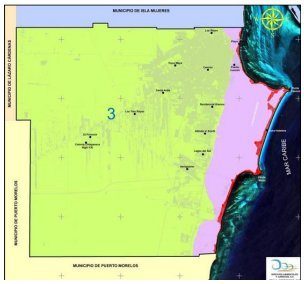


Impactos negativos relevantes entre los impactos identificados en esta unidad de paisaje, destacan la presión de la mancha urbana y turística sobre los límites de las ANPs, Ponen en riesgo la calidad del agua y sus flujos hidrológicos existentes en la cuenca; causando la afectación al paisaje, modificación a la topografía o relieve, perdida y calidad del suelo, modificación del escenario natural alteración visual con el contraste del entorno natural y desplazamiento de poblaciones silvestres de su hábitats; generando efectos destrucción parcial de sitios de refugio y alimentación, perdida de las capas de suelo de manera irreversible, disminución de especies y contaminación, alteración en la calidad del agua, modificación del paisaje, manifestándose estos de manera permanente, a corto y mediano plazo.

Unidad Natural (Paisaje) III. Llanura Rocosa.

Descripción. - Esta unidad constituye la porción de tierra firme del municipio de Benito Juárez, tiene una superficie total de 80,006.97 hectáreas que representa el 86% del territorio municipal. Está cubierta por vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en distintos estados de desarrollo y conservación, selvas bajas, tulares, tíntales y sabanas. En esta unidad se observa una expansión acelerada de la mancha urbana, la proliferación de asentamientos humanos y la apertura de nuevos caminos en áreas con vegetación de selva para el establecimiento de diversas actividades productivas.

Actividades impactantes relevantes: se encuentran Desarrollo Urbano, Turismo Convencional, Desarrollo rural, Protección del agua, Banco de materiales pétreos, Industria Ligera y escasamente la ganadería (pastizales).







Impactos negativos relevantes: en esta unidad natural que es la de mayor extensión del territorio, se aprecia de manera significativa la Expansión de la mancha urbana, Asentamientos irregulares, Fragmentación de ecosistemas, Deforestación, Pozos de extracción de agua potable y explotación de materiales pétreos, causando desmontes incontrolados, invasión a áreas de conservación, contaminación del suelo y agua por generación de residuos sólidos y líquidos sin control, violaciones a las políticas públicas en materia de planeación territorial. Ocasionando efectos sobre la ruptura de la planeación urbana y ocupación de áreas de alto valor ecológico, la interrupción de corredores biológicos por apertura de caminos y lotificación; Infraestructura de servicios de comunicación y conducción de agua y electricidad, cambios de uso de suelo por especulación de terrenos y provocar condiciones para incendios forestales. Asentamientos humanos dentro de polígonos de extracción de agua potable y Disminución en la cobertura vegetal, modificación en la morfología del suelo (relieve), Amenaza la calidad del manto freático, manifestándose de manera permanente, corto y mediano plazo.

Conclusión.

En un territorio kárstico como es característico de la península de Yucatán en el cual forma parte el estado de Quintana Roo y por lo consiguiente está inmerso el municipio de Benito Juárez, las principales actividades productivas y sus consecuencias de impactos acumulativos suelen estar relacionadas con las características únicas de estos entornos geológicos. Los terrenos kársticos se forman por la disolución de rocas solubles como la caliza, y están marcados por características como cuevas, sumideros y ríos subterráneos. Las actividades productivas más comunes y sus consecuencias son:

Actividades productivas significativas. - Minería de piedra caliza, utilizada para la producción de cemento y otros materiales de construcción. Turismo convencional (sol y playa) operación y construcción de Hoteles, Turismo de aventura como visitas de exploración de sistemas de cuevas (potencial) y cenotes. Turismo ecológico o de naturaleza visitas a parques naturales, (Áreas Naturales Protegidas) como observación de flora y fauna, y la Industria ligera y Desarrollo urbano con la construcción de infraestructura de carreteras, edificios y otras estructuras. Desarrollo residencial con la expansión de áreas urbanas y suburbanas, esta última, actualmente consideradas por la normatividad urbana como rurales.

Consecuencias de los impactos acumulativos por las actividades productivas.

Degradación de agua subterránea, por contaminación por infiltración de productos químicos, fertilizantes y pesticidas en el sistema del agua subterránea, afectando la calidad del agua para consumo humano.

Modificación del paisaje. Alteración de la topografía por excavaciones y por extracción de piedra caliza, pueden cambiar significativamente el paisaje. Formación de sumideros esta actividad minera puede desencadenar la formación de sumideros lo que afecta la estabilidad del terreno.

Pérdida de Biodiversidad, la destrucción de hábitats por la construcción de viviendas urbana y rural y por las infraestructuras y equipamiento, por otro lado, si se fomenta la agricultura intensiva o lo agropecuario sin responsabilidad alguna pueden llevar a la destrucción de habitas únicos que pueden albergar especies endémicas.

Impactos en el turismo, la degradación de atractivos naturales por la contaminación y la explotación excesiva pueden reducir el atractivo de los sitios turísticos naturales. La presión sobre los recursos naturales debido al aumento del turismo puede poner presión adicional sobre los recursos de agua y el medio ambiente.

Impactos de Crecimiento de la mancha urbana y asentamientos humanos, la interrupción de corredores biológicos por apertura de caminos y lotificación; Infraestructura de servicios de comunicación y conducción de agua y electricidad, cambios de uso de suelo por especulación de terrenos.

Otros aspectos que considerar son:

Riesgos geológicos, la desestabilización del terreno por la explotación de recurso suelo y la construcción pueden desestabilizar el terreno kárstico, aumentando el riesgo de deslizamientos o colapsos. Los problemas de las construcciones en terrenos kársticos pueden enfrentar problemas de inestabilidad debido a la naturaleza inestable del subsuelo.

Cambio climático en materia de riesgos y adaptación, en lo referente a la resiliencia climática que facilita la identificación de áreas vulnerables al cambio climático, se debe implementar estrategias de adaptación poniendo atención en las áreas más vulnerables como son las unidades naturales I y II principalmente, con el propósito de reducir los riesgos asociados con desastres naturales y otros eventos adversos.

La gestión sostenible de las actividades productivas en territorios kársticos es crucial para minimizar los impactos acumulativos. Esto incluye la implementación de estrategias y acciones sobre las actividades turísticas, urbanas y mineras, de manera responsable, entre otras, en la protección de fuentes de agua subterránea y la conservación de hábitats naturales (biodiversidad). Las políticas de desarrollo deben considerar la fragilidad de estos ecosistemas para evitar consecuencias negativas a largo plazo.

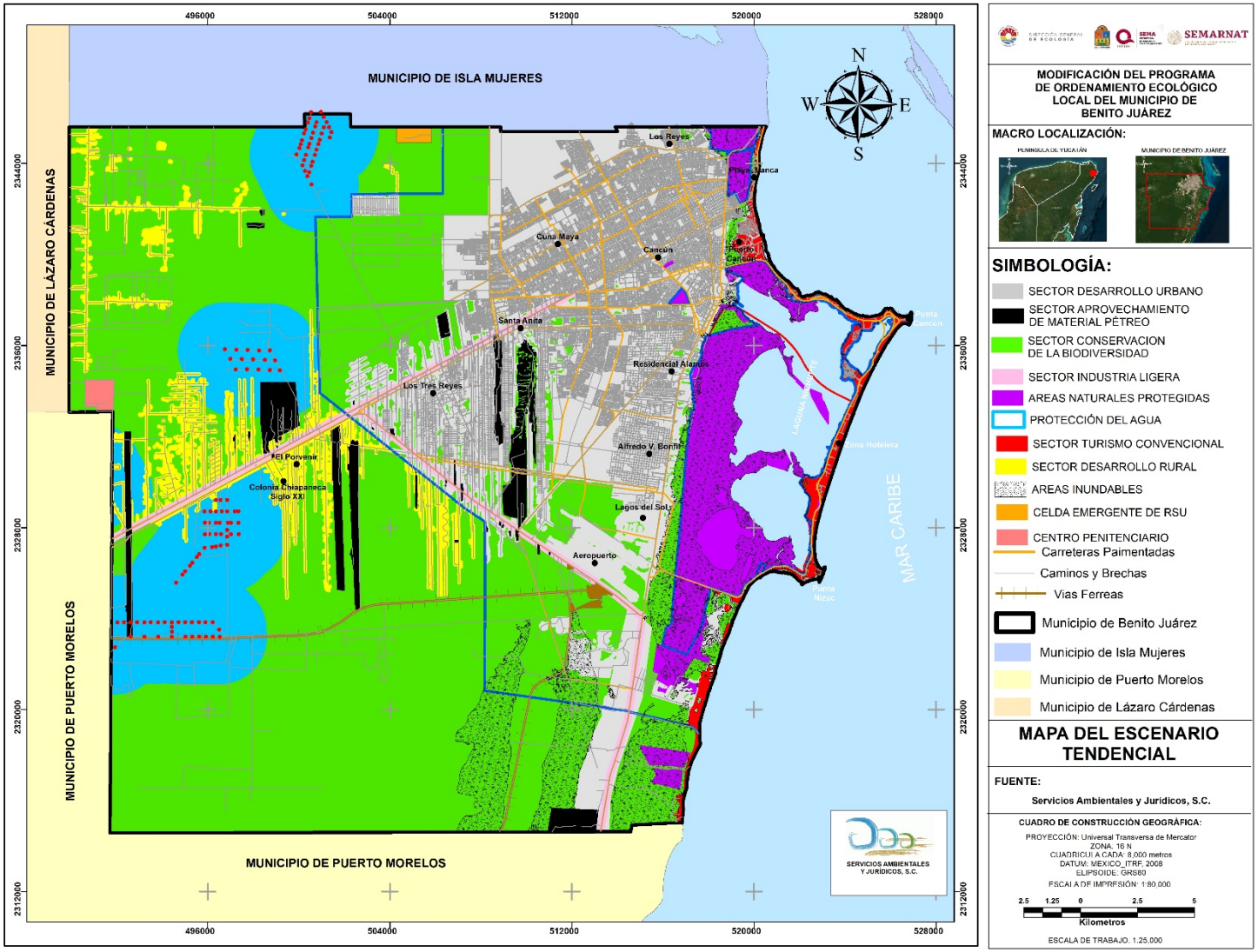


Figura 23.- Mapa del Escenario Tendencial para el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

CAMBIO CLIMÁTICO:

El clima es un promedio del tiempo atmosférico, a una escala de tiempo determinado. El clima está influenciado por muchos fenómenos, entre los que destacan: los cambios en las emisiones solares, la composición química de la atmósfera, la disposición de los continentes, las corrientes marinas o la órbita de la Tierra que puede modificar la distribución de energía y el balance radiativo terrestre; por consiguiente, cambios en estos fenómenos provocan cambios climáticos, alterando así el clima planetario.

Se le llama Cambio Climático a la modificación del clima con respecto al historial climático a una escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etcétera. Son debidos tanto a causas naturales (Crowley y North, 1988) como antropogénicas (Oreskes, 2004).

El término suele usarse de forma poco apropiada, para hacer referencia tan solo a los cambios climáticos que suceden en el presente, utilizándolo como sinónimo de calentamiento global. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en su Artículo 1, párrafo 2, usa el término cambio climático sólo para referirse al cambio por causas humanas:

Por "cambio climático" se entiende *un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables*.

Artículo 1, párrafo 2

Como se produce constantemente por causas naturales, se lo denomina también variabilidad natural del clima. En algunos casos, para referirse al cambio de origen humano se usa también la expresión cambio climático antropogénico.

Además del calentamiento global, el cambio climático implica cambios en otras variables como las lluvias globales y sus patrones, la cobertura de nubes y todos los demás elementos del sistema atmosférico. La complejidad del problema y sus múltiples interacciones hacen que la única manera de evaluar estos cambios sea mediante el uso de modelos computacionales que simulan la física de la atmósfera y de los océanos. La naturaleza caótica de estos modelos hace que en sí tengan una alta proporción de incertidumbre (Stainforth et al., 2005) & (Roe y Baker, 2007), aunque eso no es obstáculo para que sean capaces de prever cambios significativos futuros (Schnellhuber, 2008) & (Knutti y Hegerl, 2008) que tengan consecuencias tanto económicas (Stern, 2008) como las ya observables a nivel biológico (Walther et al., 2002) & (Hughes, 2001).

Los posibles efectos del cambio climático en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

Queda claro que la previsión de cambios en los próximos 100 a 150 años, se basan íntegramente en modelos de simulación. Comprensiblemente la gran mayoría de los modelos se han concentrado sobre los efectos de la contaminación antropogénica de la atmósfera por gases invernadero, y en menor grado, en los aerosoles atmosféricos. La mayor preocupación presente es determinar cuánto se entibiará la Tierra en un futuro cercano.

ETAPA DE PRONÓSTICO

En la última década, varios modelos complejos de circulación general (GCMs), han intentado simular los cambios climáticos antropogénicos futuros. Han llegado a las siguientes conclusiones:

- Un calentamiento global promedio, de entre 1,5 y 4,5 °C ocurrirá, siendo la mejor estimación 2,5 °C.
- La estratosfera se enfriará significativamente.
- El entibiamiento superficial será mayor en las altas latitudes en invierno, pero menores durante el verano.
- La precipitación global aumentará entre 3 y 15%.
- Habrá un aumento en todo el año de las precipitaciones en las altas latitudes, mientras que algunas áreas tropicales, experimentarán pequeñas disminuciones.
- El debilitamiento de la Corriente del Atlántico Norte (AMOC) provocará cambios muy importantes en la distribución energética en todo el globo terráqueo, con la polarización de temperaturas (extremadamente frías por arriba de los trópicos hacia los polos y extremadamente calientes entre los trópicos y el ecuador), con alteraciones en los patrones de lluvias y sequías en todo el mundo.

ttps://www.20minutos.es/noticia/5217854/0/todo-que-sabemos-colapso-amoc-corriente-atlantico-que-se-frena-podria-provocar-incluso-una-glaciacion-catastrofica/

Respecto del Municipio de Benito Juárez, los efectos del calentamiento global se verán reflejados en 6 afectaciones principales de manera directa y en 4 afectaciones de manera indirecta:

Directos:

1. **Posible incremento en la incidencia de Tormentas Tropicales y Huracanes.-**

   Las afectaciones por el incremento en la incidencia de fenómenos tropicales son difíciles de predecir y cuantificar, ya que depende en gran medida de la posible trayectoria que estos fenómenos sigan durante su evolución, así como el grado de intensidad que el viento alcance (en la escala Saffir – Simpson). Estas afectaciones pueden ser más evidentes en las zonas costeras, donde el viento, la lluvia y el oleaje afectan tanto el entorno natural (duna, línea de costa y arrecifes, entre otros), como el antropogénico (infraestructura urbana, turística y vial). Tierra adentro las afectaciones de estos eventos extremos se reflejan en el derribo de árboles, desprendimiento de vegetación, inundaciones temporales, desplazamiento o mortandad de fauna, entre otros.

   a) **Afectaciones a zonas arrecifales**.- Tanto el incremento en la temperatura promedio del mar, como el fuerte oleaje derivado de los intensos vientos de las tormentas y huracanes, pueden afectar la barrera arrecifal localizada en las costas del municipio, específicamente donde están los polígonos de las Áreas Naturales Protegidas (Parque Nacional “Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc”, como al Parque Nacional “Arrecifes de Puerto Morelos”). Aunque la erosión por eventos meteorológicos puede ser considerada como un proceso natural, ya que de la degradación y erosión de los arrecifes se forman las playas, eventos de gran magnitud pueden afectar severamente este frágil ecosistema. La afectación no solo se prevé por el impacto de las olas sobre las estructuras arrecifales, sino por el

sedimento (proveniente de las playas erosionadas) que puede "ahogar" a los pólipos de los arrecifes coralinos. Adicionalmente, el calentamiento del mar provoca la muerte de los pólipos coralinos, con el consecuente blanqueamiento del coral, afectando la productividad y la biodiversidad coralina.

b) **Afectaciones a la duna costera**.- La duna costera como "estructura" física, así como la línea de costa, son los elementos más severamente afectados, por estar ambos conformados por materiales no consolidados (arenas), que son muy susceptibles a efectos erosivos por el viento y la marea de tormenta. La modificación de estos elementos repercute de manera directa sobre la presencia de cualquier tipo de infraestructura cercana presente (hoteles, casas, instalaciones), sobre todo por la escasa altitud de la franja costera respecto del nivel del mar. Las afectaciones pueden ser más evidentes en las zonas donde se ha retirado la vegetación de duna que existía originalmente, previo al desarrollo turístico costero.

c) **Afectaciones al manglar.-** La presencia de manglar cercano a la costa puede verse afectado por la incidencia e intensidad (roce) de los vientos, así como por intrusiones y modificaciones en los patrones de circulación estuarina y variaciones en la salinidad del agua en las zonas de manglar, en las zonas inundables y lagunas costeras del municipio, además de posibles procesos de azolvamiento.

d) **Afectaciones a la selva.-** Ya tierra adentro, los fuertes vientos y lluvias pueden afectar los ecosistemas de selvas presentes, reflejándose en el derribo de árboles e inundaciones y escorrentías en zonas sin estos registros, además de que ahuyentan o eliminan varias especies de flora y fauna susceptibles a los vientos y precipitaciones (sobre todo en plántulas y/o crías animales). Esto puede alterar el estado de conservación de los ecosistemas, los servicios ambientales que prestan, e incluso, los patrones de distribución de la fauna y las tasas de biodiversidad. Y las mayores afectaciones se presentan posteriormente al volverse la vegetación derribada material combustible en la presencia de incendios forestales.

2. Incremento en el nivel medio del mar (NMM), en aproximadamente 50 cm – 1 m.

Una de las principales consecuencias que más se estudian derivado del Cambio Climático (Calentamiento Global) es el incremento en el nivel del mar (básicamente por el derretimiento del hielo de los polos). Por lo anterior, respecto de las posibles inundaciones provocadas por el incremento en el nivel medio del mar, estas afectaciones son más medibles, ya que conociendo la tasa de incremento en el nivel del mar y el relieve (altimetría) del municipio, se puede inferir cuáles serán las áreas de afectación.

ETAPA DE PRONÓSTICO

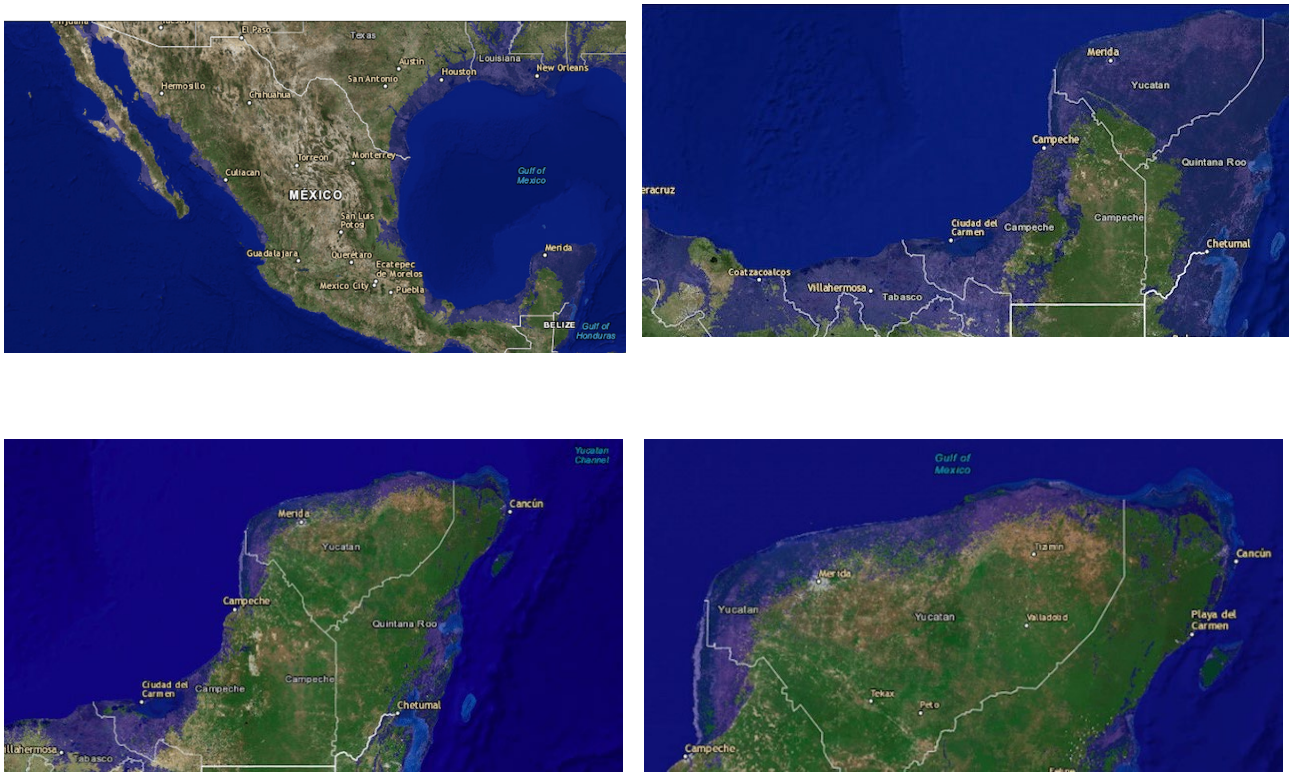
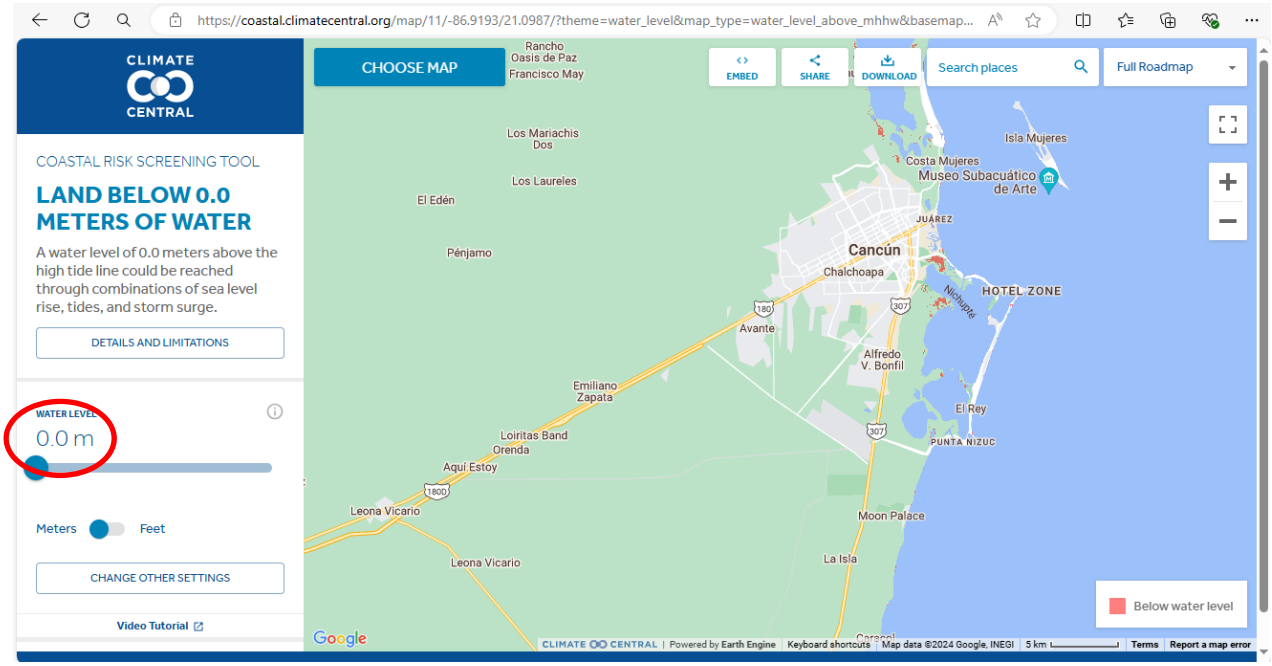
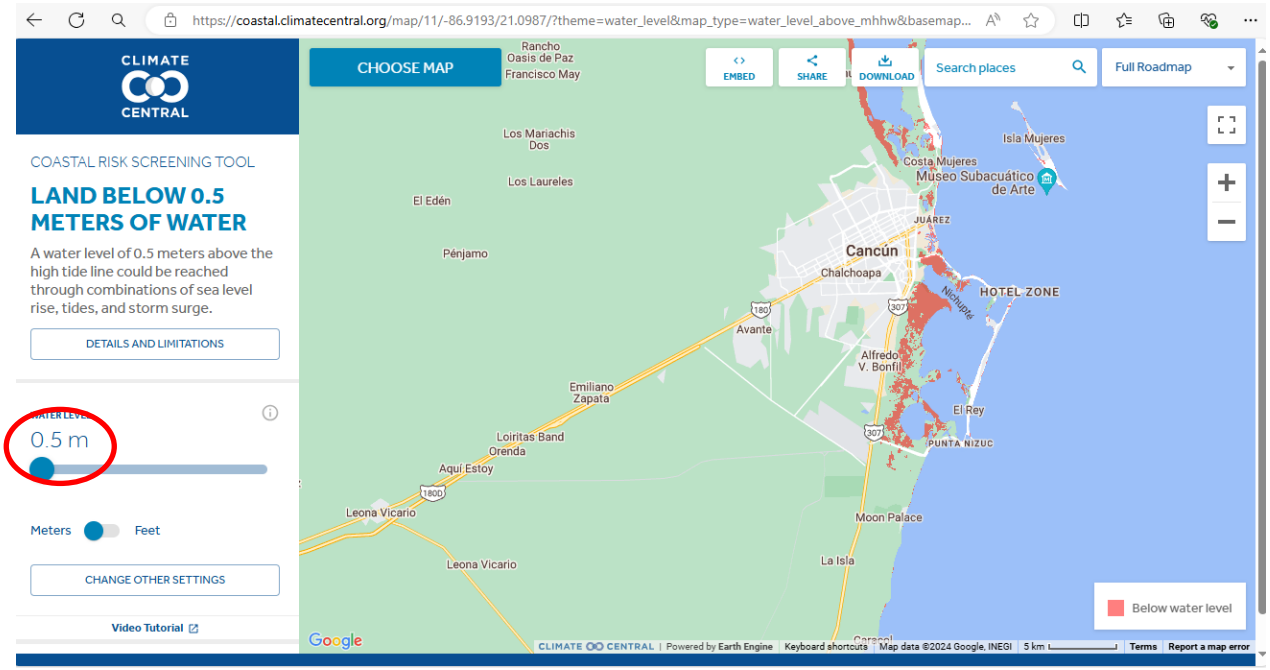


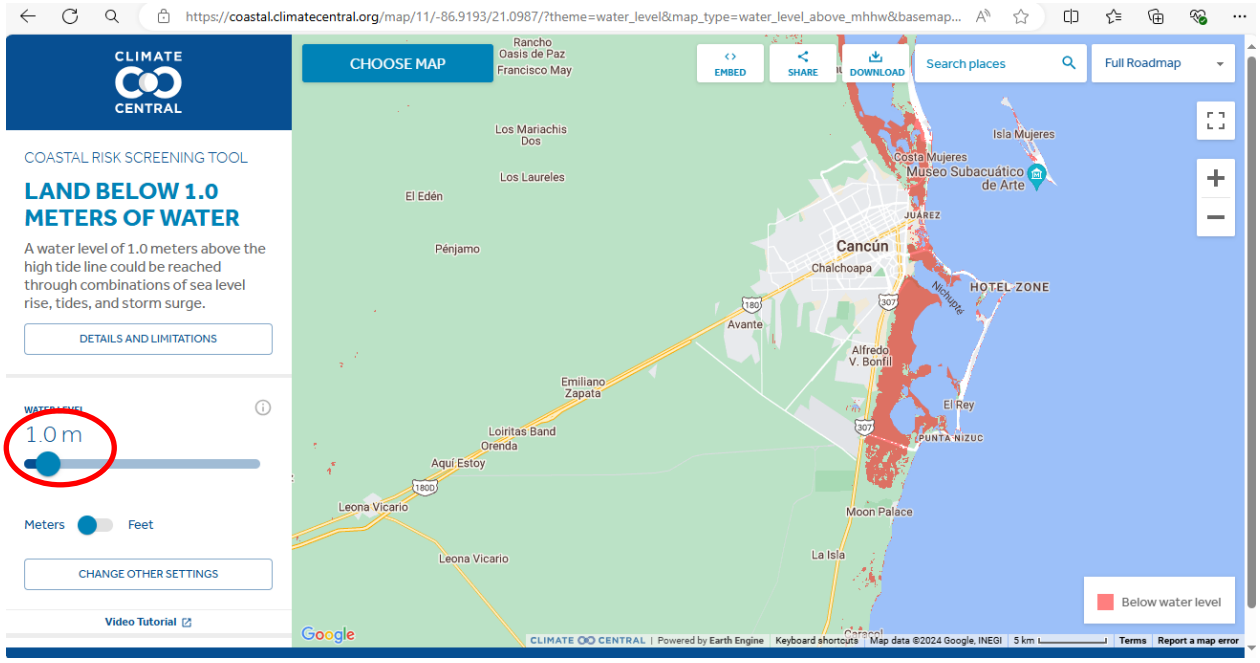
Figura 24.- Imágenes de un hipotético incremento del nivel del mar en 5 metros para la república mexicana, con énfasis en la Península de Yucatán.

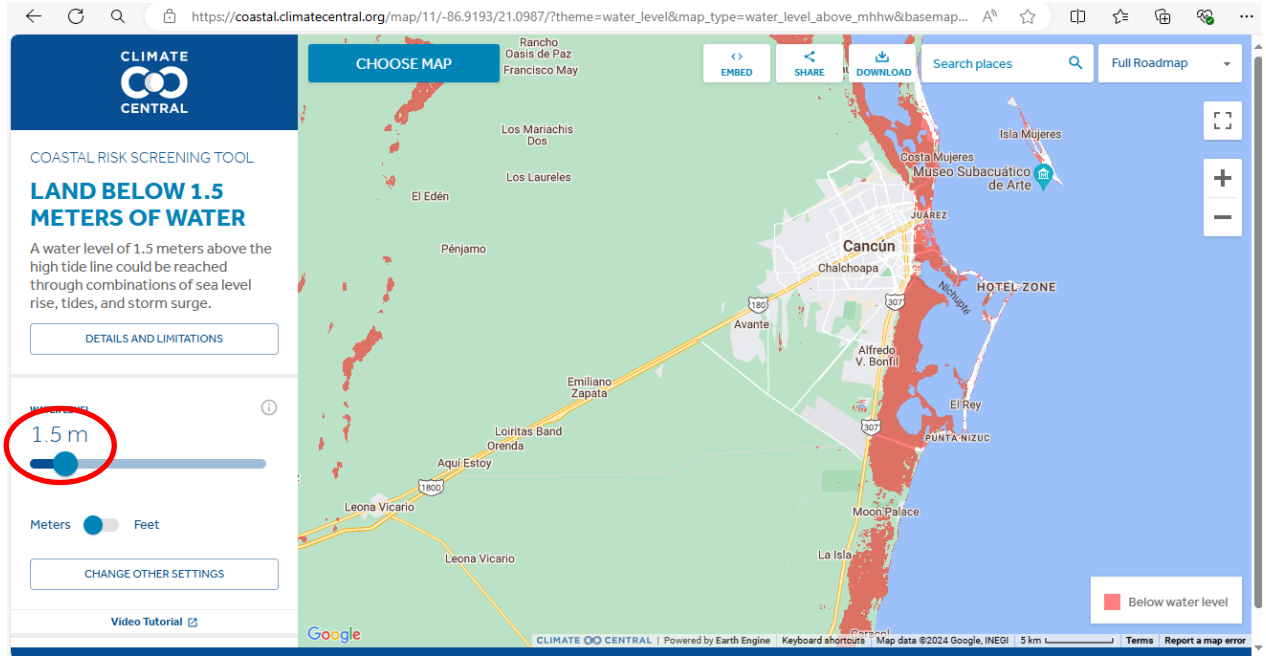
Fuente: https://quintafuerza.mx/quintana-roo/lugares-de-la-peninsula-de-yucatan-en-riesgo-de-hundirse-por-calentamiento-global/



ETAPA DE PRONÓSTICO







Figuras 25 a 28.- Mapa del municipio y los escenarios de posible inundación por efecto del incremento en el nivel de mar. Estos escenarios son de 0.5 m; 1.0 y hasta 1.5 m.

Fuente: https://coastal.climatecentral.org/map/11/-86.9193/21.0987/?theme=water_level&map_type=water_level_above_mhhw&basemap=roadmap&contiguous=false&elevation_model=best_available&refresh=true&water_level=0.0&water_unit=m

Zonas de riesgos.- De acuerdo al análisis del incremento en el nivel del mar y del relieve del municipio, las áreas que serán afectadas por un posible incremento en el NMM entre 50 cm y 1 metro serán: la Zona Hotelera (incluyendo la Tercera Etapa), las áreas naturales protegidas costeras (Manglares de Nichupté, Manglares de Puerto Morelos, San Buenaventura y Jacinto Pat); así como el ANP Laguna Manatí y la zona de la colonia Lombardo Toledano.

- **Zona Hotelera**: Esta zona puede verse seriamente afectada por un incremento en el nivel del mar: toda la franja costera corresponde a zonas bajas (con alturas entre 1 y 3 m sobre el nivel del mar) que ocasionalmente sufren de inundaciones, sobre todo durante eventos meteorológicos. Por lo anterior, aparentemente un posible incremento en el nivel del mar traería consecuencias inmediatas, comenzando por la erosión de las playas turísticas y de anidación de tortugas marinas. Un incremento en el nivel del mar mantendría inundado de manera permanente el Blvd. Kukulkán (como está actualmente la Plaza de San Pedro en Venecia), y con riesgo de intrusión de agua salada en hoteles y plazas comerciales, afectando la movilidad de turistas y empleados de los hoteles, marinas y plazas. Y con problemas de contaminación por sustancias de manejo especial de hoteles (residuos, combustibles, entre otros).
- **Manglares de Nichupté, Manglares de Puerto Morelos, San Buenaventura, Jacinto Pat y Laguna Manatí**: Estas son zonas bajas sujetas a inundaciones y abarcan una amplia extensión de tulares y manglares que podrían quedar permanentemente inundadas. El relieve es muy bajo y durante la temporada de lluvias, cuando el suelo se satura de humedad, el agua

permanece, dejando la zona inundada y en temporadas de secas el suelo permanece fangoso. Esta es una de las zonas que presentarán la mayor afectación ambiental (por la extensión de zonas inundables) con un incremento en el NMM de un posible 1 metro. La magnitud de cambios físicos y sus impactos subsecuentes en esta zona de humedales costeros y playas pueden alterar la hidrología, la geomorfología, la estructura biótica, las tasas de extinción, la biodiversidad los patrones de energía, la productividad y los ciclos de nutrientes en los humedales costeros (Michener, et al., 1997). El incremento en el NMM traería modificaciones sustanciales de las superficies cubiertas por humedales de agua dulce, ya que éstos dependen de la presencia de zonas bajas donde se acumule el agua, y éstas se reducirán con el avance de la intrusión salina.

- **Colonia Lombardo Toledano:** Esta colonia fue construida desde sus inicios en una zona baja, sujeta a inundaciones periódicas y que ha afectado a los habitantes de la zona. A pesar de los esfuerzos del gobierno municipal en la construcción de pozos de absorción pluvial, esta colonia continúa inundándose esporádicamente durante eventos de lluvias copiosas, incluyendo tormentas y huracanes. Y con el posible incremento en el nivel del mar, la inundación de la zona sería permanente, con las afectaciones ya conocidas por sus habitantes.

3. Intrusión Salina en Pozos Costeros.

Tomando en cuenta la dinámica hídrica de la zona costera, donde se presenta la frontera final entre el agua dulce que fluye desde tierra y que, dentro del ciclo del agua, ésta termina en el mar, en esta zona limítrofe se presenta una dinámica muy compleja y frágil, en la cual, en base a principios físicos básicos de temperatura y densidad, el agua dulce (más fría pero con menos concentración de sales) y el agua de mar (con más sal, pero también más caliente), forman una barrera muy delgada pero estable, en la cual el agua dulce fluye por encima del agua salada, formando una especie de “prisma” o cuña, embebidas en una matriz terrígena. Este equilibrio está regulado por los mencionados principios de densidad y de presión osmótica.

Cuando se presenta la temporada de lluvias y fluye más agua desde el continente, esta cuña presenta un “empuje” mayor del agua dulce sobre el agua salda, haciéndola retroceder un poco. Pero en temporada de secas, el agua salada tiene de introducirse más (tierra adentro) a través de la matriz terrígena. A pesar de estos movimientos, por los principios de densidad ya mencionados, el agua continúa sin mezclarse.

Pero cuando de la zona costera se extrae agua dulce, se crea un vórtice con un diferencial de presión negativo en la dirección del flujo normal del agua dulce, promoviendo que en algunos sitios de esta delgada frontera, la presión osmótica del agua salada pueda romper esta frontera, contaminando con agua salada el agua dulce que se extrae. A esto se le conoce como “Intrusión Salina”.

Así, con un posible incremento en el nivel del mar, la presión osmótica del agua salada sobre el agua dulce va a ser mayor, promoviendo en varios casos que esa frontera se rompa, generando intrusión salina incluso sin que se extraigan grandes volúmenes de agua dulce, contaminando así el agua que se extrae para consumo humano en zonas costeras.

4. Disponibilidad del Agua para Consumo Humano.

El agua dulce es indispensable para todas las formas de vida, y necesaria en grandes cantidades para casi todas las actividades humanas. El clima, el agua dulce y los sistemas biofísicos y socioeconómicos están intrincadamente interconectados, por lo que un cambio en uno de ellos induce un cambio en los demás componentes.

Los problemas derivados del Cambio Climático que habrá que resolver en relación con el agua potable son: exceso de agua, escasez de agua, y/o exceso de contaminación.

Algunas consecuencias que afectan la calidad del recurso hídrico por probables sequías, van desde la acumulación de sedimentos, nutrientes, carbono orgánico disuelto, patógenos, plaguicidas o sal (agua salada), con posibles efectos negativos sobre los ecosistemas, la salud humana, y la salud de los sistemas hídricos.

En el escenario contrario, al aumentar la magnitud y frecuencia de fuertes precipitaciones pluviales, acrecentará también la incidencia e intensidad de inundaciones, así como la sedimentación de cuerpos de agua, producto de la alta escorrentía o pueden afectar gravemente su calidad al descargar grandes cantidades de escorrentías tóxicas (por actividades agrícolas, pecuarias, urbanas y/o industriales) hacia fuentes de agua potable, lo cual daña la infraestructura del agua y de las aguas residuales.

5. Incremento en la temperatura ambiental promedio.

El posible incremento en la temperatura ambiental también presentará una serie de repercusiones ambientales y sociales, entre las que destacan afectaciones a especies de flora y fauna más sensibles (sobre todo en diferentes épocas del año), como son procesos de floración, períodos reproductivos, entre otros. También se presentarán modificaciones en algunas características del suelo que actualmente soportan a los ecosistemas y las actividades productivas como las conocemos, como es el caso de la humedad relativa, así como las tasas de evapotranspiración. Esto es importante, ya que en el caso de la agricultura de temporal, este descenso en la humedad relativa puede obligar a los productores a implementar sistemas de riego permanentes, y afectando o modificando otras actividades, como sería la extracción del agua del subsuelo y que podría derivar hasta en una sobreexplotación del acuífero.

Así, las repercusiones más importantes por el incremento de temperatura se pueden presentar en:

Directos:

a) **Vectores infecciosos (salud humana y/o producción agrícola)**.- El incremento en la temperatura puede favorecer la presencia de fauna nociva (insectos) que puedan traer consecuencias en la salud humana (dengue) o en la agricultura (proliferación de plagas). En el caso de la salud humana, se requerirá de programas de gobierno enfocados a combatir esos vectores, mientras que en el caso de las plagas sobre los cultivos, se deberán implementar diferentes medidas para su control, mismo que puede ser incluso con el uso de productos químicos, con consecuencias aún no evaluadas, ya que dependerán tanto del tipo de plaga, las afectaciones y los productos existentes.

A cualquiera de estas acciones se les deben asignar presupuestos importantes que puedan afectar la economía de los afectados (tanto por las plagas como por las enfermedades), así como a los gobiernos, en sus diferentes órdenes y competencias.

b) Daños a ecosistemas susceptibles (arrecifes).- Uno de los principales factores que ha contribuido para deteriorar el estado de salud de los arrecifes coralinos en los mares de todo el mundo ha sido justamente el incremento en la temperatura promedio del mar, con efectos de "blanqueamiento", "bandeamiento" y mortandad de estos organismos. El deterioro del ecosistema arrecifal menguaría la capacidad del arrecife como protección natural de las costas contra el efecto del embate del oleaje producido por las tormentas y huracanes que inciden sobre las costas del municipio. Desde el punto de vista biológico, siendo el ecosistema arrecifal uno de los más diversos del planeta, su posible deterioro puede traer consecuencias importantes, no sólo por la disminución en la riqueza biológica, sino que este ecosistema soporta actividades económicas importantes, como son las pesquerías y el turismo.

Con ambas situaciones, las repercusiones ambientales (pérdida de biodiversidad y afectación a la línea de costa), sociales (afectación a pesquerías y turismo) y económicas (afectación a playas y a la infraestructura costera) pueden ser muy graves.

c) Modificaciones en las actividades productivas.- Derivado del incremento en la temperatura, y las repercusiones en varias actividades productivas primarias (pérdidas de cosechas, incendios, alteración de ciclos y estaciones, plagas, entre otros), puede fomentar que los pobladores abandonen sus actividades tradicionales y tiendan en primera instancia a explotar de manera no controlada (ilegal) los recursos naturales presentes, promoviendo cambios de uso de suelo, deforestación, contaminación, entre otras.

d) Modificaciones en la Fauna.- El incremento en la temperatura genera consecuencias en todos los aspectos de la vida, sobre todo en el desarrollo y supervivencia de las diferentes especies animales que habitan el mundo. Su hábitat se modifica drásticamente, y hace que las funciones que se desarrollan en primavera como germinación, reproducción y emigración se vean afectadas en su transcurso debido al adelanto de las altas temperaturas.

Las consecuencias de estos factores repercuten de manera diferente entre las distintas especies. El deshielo y derretimiento de los polos deja sin sitio a especies de zonas frías, así como las bajas temperaturas en otras zonas y la falta de agua hace imposible la nidación de algunas aves. La reducción y confusión entre hábitats hace que cada especie busque refugio en lugares insólitos para sus características, muchas veces cruzándose con enemigos que reducen las fuentes de alimento haciendo disminuir la población.

Las especies marinas se ven perjudicadas por el aumento de temperatura en el agua y el aumento de la acidificación en los océanos, peces desaparecen sin oportunidad de reproducirse, los que a su vez son el alimento de otras especies que se quedan sin sustento.

Indirectos:

Los factores indirectos presentan diferentes consecuencias y normalmente también se desfasan respecto de las consecuencias directas. A continuación se presentan las más importantes.

1. **Sequías e inundaciones (por posibles alteraciones en el régimen estacional de lluvias)**.- Las modificaciones al clima y a las estaciones del año, derivadas del Cambio Climático no han podido ser definidas; sin embargo, al momento sólo se puede asegurar que la temperatura aumentará paulatinamente y eso traerá consecuencias en los patrones de lluvias y temporadas de estiaje de muchas áreas, pero principalmente las tropicales.
2. **Presencia de zonas de riesgos**.- El Municipio de Benito Juárez presenta una serie de características topográficas y edafológicas donde estas alteraciones se verán reflejadas. Si se incrementara el régimen de lluvias, existen varias zonas inundables (dentro y fuera de áreas urbanas) que se verían afectadas, pasando posiblemente de ser áreas de inundaciones temporales a inundaciones permanentes. Y es algunas de estas zonas existen vías de comunicación que tendrían que ser reforzadas o incluso reubicadas respecto de estas áreas (como algunos tramos del Blvd Kukulkán en la tercera etapa de la zona hotelera, la colonia Lombardo Toledano y algunas reholladas de la ciudad), lo cual puede presentar problemas en caso de inundaciones que fuercen la evacuación de habitantes, trabajadores y turistas de la zona costera en dichas áreas.
3. **Afectaciones agropecuarias/ forestales**.- El incremento en la temperatura promedio y la modificación a las estaciones del año, sobre todo en la cantidad y estacionalidad de la temporada de lluvias, traerá consecuencias importantes respecto de varias actividades productivas, sobre todo las relacionadas al sector primario. Para el sector ganadero (pecuario), con eventos de sequías intensas (tanto en el estado como en otras entidades del país), se conoce de sobra las afectaciones sobre diferentes tipos de ganado: las aves se enferman y mueren, y el ganado bovino y ovino llega incluso a morir de hambre y sed en cuestión de semanas. En el municipio, aunque escasas, estas actividades son un componente importante de la economía familiar de este sector, por lo que puede haber consecuencias sociales considerables al respecto.

   Respecto de las actividades agrícolas, ya se mencionaron las consecuencias respecto de las sequías que en cuestión de días pueden arruinar cientos de hectáreas de diferentes cosechas; y en contraparte, durante temporadas intensas de lluvias, la susceptibilidad de varios productos agrícolas puede derivar en su pérdida total, además de los efectos no evaluados del destino de plaguicidas y fertilizantes que durante las inundaciones, pueden ser acarreados fuera de las áreas de cultivo, llegando incluso a contaminar cauces fluviales, subsuelo, mantos acuíferos e incluso llegar hasta el mar, con efectos negativos sobre el plancton marino y el resto de la cadena trófica.

   Finalmente, respecto del sector forestal las consecuencias son menores, pero también pueden afectar sobre todo los productos forestales no maderables, además de alterar los ciclos de crecimiento de varias especies arbóreas de importancia comercial.
4. **Incendios forestales (degradación ambiental) por material vegetal derribado por los fenómenos tropicales**. Uno de los mayores efectos que tienen las tormentas tropicales y los huracanes, es que derriban una gran cantidad de árboles en los diferentes ecosistemas de selva (y en algunos otros también), generando un gran volumen de potencial material combustible que, en caso de que por causas naturales o antropogénicas se llegase a presentar, podría acabar

con grandes extensiones de los diferentes ecosistemas del municipio, destacando los diferentes tipos de selvas, sabanas e incluso, zonas de manglares.

De presentarse grandes incendios forestales derivados de un exceso de material combustible (como ya ha pasado en varias ocasiones en la zona norte del estado de Quintana Roo), los daños pueden ser incalculables, no sólo por la disminución y pérdida de biodiversidad, sino por la pérdida de áreas de bienes y servicios ambientales (importantes entre otros por la captura de CO_2 atmosférico), susceptibilidad de erosión (eólica e hídrica) en suelos deforestados, pérdida de capacidad para captación e infiltración de agua y por tanto, afectaciones en zonas de recarga de mantos acuíferos, emisión de grandes cantidades de bióxido de carbono (causante, entre otros, del incremento en la temperatura de la Tierra), entre otros.

Afectaciones en los sectores Urbano y Turismo Convencional.

Otro aspecto de total atención para el crecimiento del desarrollo turístico convencional es el cambio climático, si bien es cierto que es un problema que no está específicamente descrito para el área y solo existen estimaciones de modelos probables, es un problema que ya en la actualidad debe ser manejado para evitar pérdidas futuras y asegurar de alguna manera el patrimonio económico del Municipio.

Respecto del cambio climático, y las consecuencias para el turismo convencional se puede destacar: el incremento de las tormentas tropicales y huracanes, aumento del nivel medio del mar y erosión costera (ya todo mencionado anteriormente); los cuales inciden de manera directa y negativa sobre este rubro.

En cuanto a las tormentas tropicales y huracanes; es bien sabido que las costas mexicanas son lugares de convergencia para este tipo de fenómenos. Diversos estudios sugieren una mayor frecuencia de huracanes debido al calentamiento global y al aumento de las temperaturas de los océanos (IPCC, 2007). Agua más caliente significa más energía disponible para los ciclones tropicales, transformando la energía térmica en viento. Temperaturas más altas significan mayor evaporación, que a su vez conduce a precipitación más intensa.

Los impactos directos del cambio climático se notan ya en algunos ecosistemas costeros del municipio, en particular en las lagunas de manglar y los arrecifes coralinos, los cuales debido al crecimiento explosivo de nuevos desarrollos costeros durante las pasadas décadas ya han habían experimentado una fuerte presión.

Los factores más significativos que afectan la estructura de dichos ecosistemas y que están ya transformándose como resultado del cambio climático global, son la temperatura media del agua, el nivel medio de las mareas, el flujo y la disponibilidad de agua dulce en estuarios y humedales costeros, y la frecuencia creciente de tormentas y eventos extremos.

Como consecuencia de lo antes mencionado, las costas estarían expuestas a mayores riesgos, y en particular a la erosión, por efecto del cambio climático y del aumento de nivel del mar. Este efecto se vería exacerbado por la creciente presión ejercida por la presencia humana sobre las áreas costeras; por lo que a la hora de iniciar un desarrollo este escenario debe ser tomado en cuenta para que se hagan las previsiones necesarias para evitar en lo posible pérdidas económicas que afecten tanto a dueños del proyecto como al Municipio.

Otras consecuencias del incremento en las temperaturas medias, es la manera de como se ve afectada solubilidad del oxígeno en el agua del océano, lo cual también tiene un impacto indirecto sobre los ecosistemas costeros a través del incremento en el nivel medio del mar, producto de la disolución gradual de los glaciares y de los casquetes polares. De manera indirecta, las mayores temperaturas superficiales afectan también el comportamiento del clima costero y pueden provocar una mayor incidencia de tormentas extremas. Por otro lado, la incorporación de carbono antropógeno acaecida desde 1750 ha incrementado la acidez del océano, cuyo pH ha disminuido en 0.1 unidades, en promedio. El aumento de la acidez pone en peligro los arrecifes coralinos, amenazados también por el aumento de las temperaturas, que los destiñe (IPCC, 2007). Esto puede originar una pérdida de ecosistemas lo cual pone en riesgos algunos de los atractivos turísticos de la zona.

CABE DESTACAR QUE LOS EFECTOS Y CONSECUENCIAS DERIVADAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO MENCIONADOS EN EL PRESENTE DOCUMENTO PUEDEN PRESENTARSE BAJO CUALQUIERA DE LOS ESCENARIOS, TENDENCIAL, CONTEXTUAL Y/O ESTRATÉGICO, POR LO QUE SU MAGNITUD DEBE SER COMPRENDIDAS CONJUNTAMENTE DESDE LAS PERSPECTIVAS AMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICA, Y EN EL TIEMPO (CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZOS).

El siguiente mapa de “Repercusiones del Cambio Climático” en el municipio de Benito Juárez refleja en primera instancia, las afectaciones sobre los humedales costeros por un incremento en el nivel medio del mar (en rojo, incremento de 0.5 m y en amarillo, un incremento en 1.0 m) con las consecuencias respecto de zonas permanentemente inundadas, con afectaciones a especies de mangle negro y botoncillo principalmente.

Respecto de la línea de costa, las playas se verían fuertemente erosionadas, poniendo en riesgo la infraestructura hotelera y las playas arenosas donde llegan a desovar 4especies de tortugas marinas.

Además, se incrementa el espejo de agua dentro de la Laguna Nichupté, en la que varias de sus funciones ambientales (vaso regulador, amortiguamiento del oleaje, reproducción de peces y crecimiento de alevines, zona de alta biodiversidad, entre otros) pudieran verse afectados por incremento en la temperatura del agua y posible eutroficación, disminuyendo los niveles de oxígeno disuelto en la columna de agua).

Tierra adentro, prácticamente en todo el municipio se incrementaría el riesgo de: incremento en la frecuencia e intensidad de tormentas y huracanes; incremento en la posibilidad de cambios en las tasas de precipitación (años con exceso de lluvias y años con sequías), lo que también repercute en los ecosistemas presentes (alterados o en buenas condiciones). Y también pueden presentarse incendios forestales más intensos (sobre todo los años siguientes a grandes huracanes).

Esto también traería consecuencias en algunas de las actividades productivas consideradas en este Ordenamiento, con énfasis en actividades agrícolas y forestales; y con repercusiones también en las actividades de Conservación de los ecosistemas.

Finalmente, también cabe la posibilidad del incremento en el riesgo de la intrusión salina que afecte las zonas de extracción de agua para los habitantes de los municipios de la zona norte de Quintana Roo.

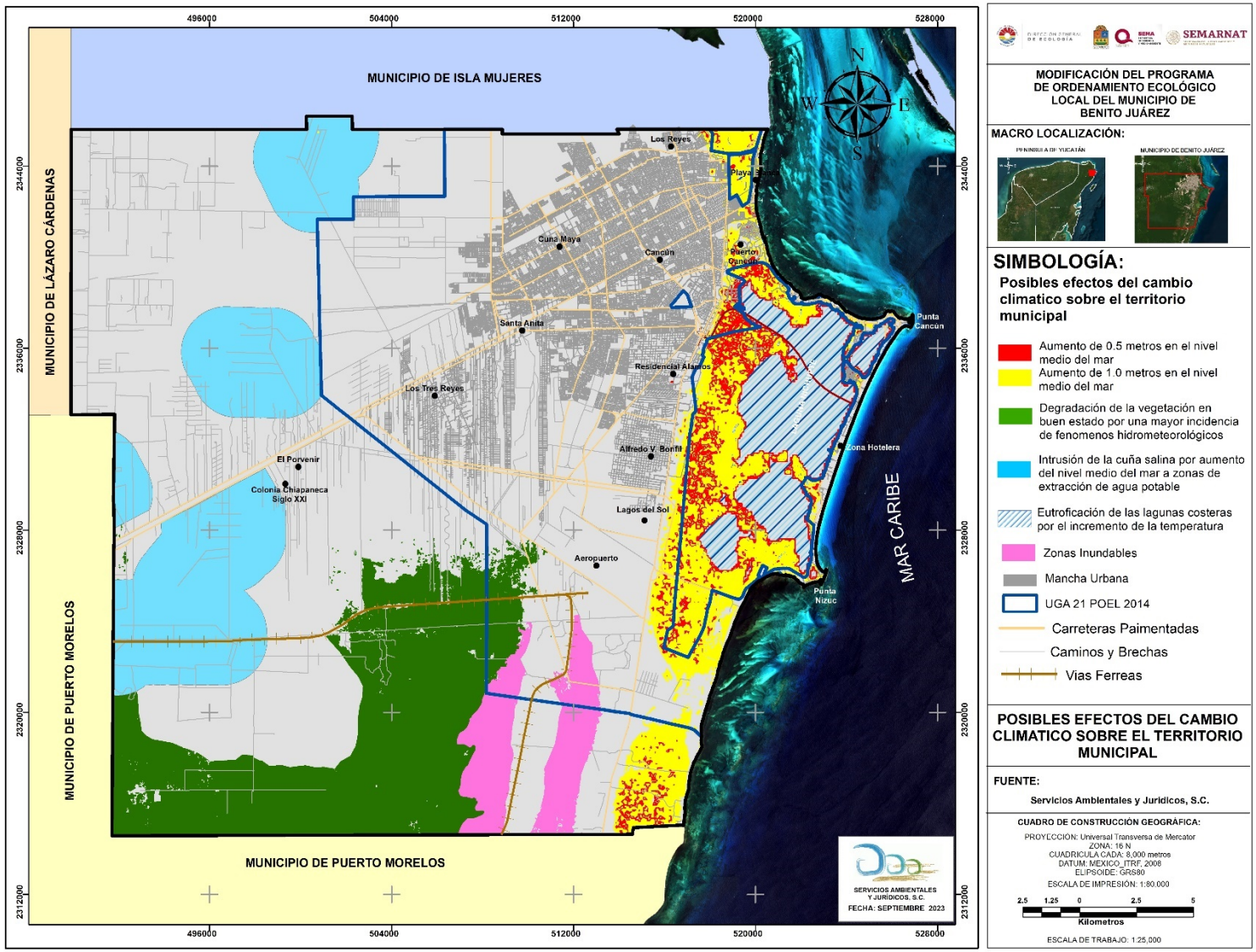


Figura 29.- Mapa de Repercusiones del Cambio Climático en el Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

ETAPA DE PRONÓSTICO

EL ESCENARIO CONTEXTUAL de los bienes y servicios ambientales, considerando los instrumentos de planeación vigentes en el municipio, así como el efecto que tendría la implementación de proyectos y acciones, tanto de los tres niveles de gobierno, como de los particulares (programa de desarrollo urbano, plan municipal de desarrollo, generación de energías limpias, tren maya, proyectos de gran visión de CFE, CAPA/CNA, SCT, SECTUR y otros relevantes), sobre las variables analizadas en el escenario tendencial.

Los instrumentos de planeación vigentes, así como las actualizaciones en proceso que se están llevando a cabo (PMD y POEL), y ciertos proyectos que ya se han ejecutado (Tren Maya) o que estén por ejecutarse (proyecto de generación de energías limpias, colocación de nueva batería de pozos en la zona de extracción de agua, patio logístico del Tren, definición de un sitio para la disposición final de los residuos sólidos urbanos de Cancún, así como la colocación de un nuevo tendido de líneas eléctricas para esta ciudad) vislumbran un cambio y una nueva dirección para solventar los principales problemas que enfrenta el municipio (sobre todo por el desmedido crecimiento de los asentamientos irregulares y mancha urbana), así como una apertura y diversificación de las actividades económicas productivas en los sectores Turísticos (consolidación del turismo alternativo y diversificación del turismo convencional de “sol y playa”) y en los sectores Agropecuario y Forestal (a través del establecimiento, impulso, difusión y fortalecimiento de agronegocios y aprovechamiento forestal sustentable), así como por un ordenamiento del desarrollo rural (en zonas aptas para ello). También debe ordenarse y acotarse la actividad de extracción de material pétreo y establecer las condicionantes para esta actividad. Cabe resaltar que los otros sectores (Urbano e Industria Ligera) también presentarán un repunte en sus actividades, al desarrollar infraestructura, coadyuvar en el desarrollo urbano, turístico y de servicios adicionales, para el soporte de las actividades primarias y terciarias, así como para el establecimiento y crecimiento de la población.

Dentro de los planes y proyectos considerados tanto por el Municipio como por el Gobierno del Estado, la visión estratégica principal consiste en ordenar y reorientar las actividades productivas del municipio de Benito Juárez al desarrollo económico planificado, tal y como lo señala el Plan de Gran Visión 2025, así como el Plan Estatal de Desarrollo 2023-2027, el cual establece las prioridades, objetivos, estrategias y líneas generales de acción en materia política, económica, ambiental, cultural, y social con la premisa fundamental de promover y fomentar el desarrollo integral sustentable y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del municipio.

El desarrollo del municipio, de acuerdo al Plan Estatal de Desarrollo (2023 – 2027), estaría basado en 5 Ejes principales:

Eje 1. Bienestar Social y Calidad de Vida

Eje 2. Seguridad Ciudadana.

2.11 Protección Civil.

El cambio climático afecta a todos los países en todos los continentes. Tiene un impacto negativo en la economía nacional y en la vida de las personas de las comunidades y de los países. En un futuro las consecuencias serán todavía peores.

Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con desastres naturales y fenómenos antropogénicos, sigue siendo prioritario para el Estado de Quintana Roo.

Las consecuencias negativas del efecto invernadero en los últimos años ha ocasionado alteraciones en el comportamiento de los fenómenos hidrometeorológicos, tales como lluvias, vientos, mareas de tormenta, inundaciones; de igual forma ha provocado un incremento en la temperatura que con el descuido de las personas ha generado fuertes incendios forestales, afectando a miles de hectáreas, inclusive en aquellas áreas consideradas como reservas ecológicas y áreas naturales protegidas.

Al cierre de la temporada de incendios forestales 2022 los incendios forestales en Quintana Roo, tuvieron un incremento del 37.5 por ciento, con respecto a los incendios ocurridos en la temporada 2021.

Transformar la protección civil en el estado con un nuevo enfoque en GIR para contribuir así, a la salvaguarda de la población y garantizar mayor bienestar social en Quintana Roo, mediante el fomento de la resiliencia de la población del estado y reducción de su exposición y vulnerabilidad a los fenómenos extremos relacionados con el clima y otras perturbaciones mediante el desarrollo e implementación de acciones y un sistema actualizado de información geográfica para fortalecer y privilegiar el Modelo de Gestión Integral de Riesgos, con la participación de los sectores público, privado y social en un contexto de respeto y colaboración, con políticas públicas y acciones que reduzcan o eliminen la pérdida de vidas humanas, la destrucción de bienes materiales o el daño al entorno ecológico, así como la interrupción de las funciones esenciales de la población.

Tema 2.11. Protección Civil.

Objetivo Específico.

Fortalecer la Gestión Integral de Riesgos para construir un estado sostenible, seguro y resiliente.

Estrategia Específica 2.11.1.

Generar acciones de coordinación interinstitucional en los tres órdenes de gobierno, población civil y sectores privados para establecer un sistema de Protección Civil orientado a la Gestión Integral de Riesgos.

Líneas de Acción.

2.11.1.6. Actualizar marco jurídico en materia de Protección Civil.

2.11.1.7. Recabar y actualizar el Atlas Estatal de Riesgo para garantizar tranquilidad a las familias ante cualquier riesgo.

2.11.1.8. Desarrollar e implementar acciones para fortalecer el Modelo de Gestión Integral de Riesgos.

Eje 3. Desarrollo Económico Inclusivo.

Estrategia Específica 3.13.2.

Promover apoyos, incentivos y estímulos a los emprendedores e inversionistas interesados en el establecimiento de empresas de producción agroindustrial, alimentaria y manufacturera, así como, de logística y comercio exterior, asegurando la disponibilidad de la infraestructura económica adecuada para la instalación de sus unidades económicas y su conectividad con los mercados.

Línea de Acción

3.13.2.6. Promover la modernización y ampliación de la infraestructura de soporte para el desarrollo industrial, logístico y de comercio exterior, en especial, la disponible en los puertos y aeropuertos de la entidad.

Estrategia Específica 3.13.4.

Operar una Agencia especializada en la estructuración y gestión de proyectos bajo un modelo de operación orientado a fomentar y facilitar el desarrollo del estado y estableciendo un sistema de administración inmobiliaria eficiente.

Líneas de Acción.

3.13.4.7. Generar economías en la conservación y aprovechamiento de las reservas territoriales, que potencialicen el mejor uso y aprovechamiento de estas.

Tema 3.14 Turismo Sustentable.

Objetivo Específico.

Incrementar la competitividad de los destinos turísticos del Caribe Mexicano posicionando sus marcas destino en forma innovadora y diferenciada, impulsando un desarrollo turístico sustentable que conserve y ponga en valor su riqueza biocultural, que coadyuve en el bienestar económico y social de las comunidades locales y que brinde seguridad y certeza a sus visitantes e inversionistas.

Estrategia Específica 3.14.1.

Impulsar en el Caribe Mexicano la diversificación e innovación en el desarrollo de productos turísticos sustentables, dotando a nuestros destinos de infraestructura y equipamiento turístico, incrementando la calidad de nuestros servicios e incorporando a nuestras comunidades rurales a la actividad, actualizando el marco legal para que responda al contexto actual, involucrando a todos los actores del sector en la toma de decisiones, trabajando para garantizar la protección al turista y la correcta atención a contingencias, instrumentamos una promoción eficaz, brindamos más y mejores experiencias, fortalecemos nuestra conectividad y nuestras marcas destino con inteligencia, fomentando un crecimiento ordenado, trabajo digno, bienestar social y consumo responsable, contribuyendo también a la solución de desafíos comunes y compromisos globales.

Líneas de Acción.

3.14.1.1. Fortalecer los destinos del Caribe Mexicano impulsando la dotación de infraestructura turística y equipamiento de calidad, accesible e incluyente, que satisfaga las necesidades de los turistas y la población.

3.14.1.4. Impulsar el fortalecimiento, implementación y actualización normativa del sector turismo en el estado de Quintana Roo, e incluir en ella la sustentabilidad.

3.14.1.8. Desarrollar e incidir en instrumentos que mejoren el ordenamiento turístico del territorio y permitan intervenir en los destinos del Caribe Mexicano para guiar su crecimiento ordenado.

3.14.1.9. Impulsar una política turística que coadyuve a un modelo de desarrollo inclusivo, basado en la rentabilidad económica, el manejo integral de los recursos naturales, la equidad social y que

haga partícipes a las comunidades locales en su diseño e implementación, así como en el disfrute de las riquezas bioculturales.

Tema 3.16 Desarrollo Agropecuario y Pesquero.

Objetivo específico.

Incrementar anualmente la actividad económica del sector primario del estado de Quintana Roo conformada por la agricultura, la fruticultura, la horticultura, la apicultura, la ganadería, la agroindustria, el desarrollo rural, la acuacultura, la pesca y el aprovechamiento forestal para mejorar los ingresos y calidad de vida de los y las productoras.

Estrategia Específica 3.16.1.

Atender constantemente las necesidades de los y las productoras del sector primario para implementar y gestionar programas y acciones en el campo que conlleven la dispersión de capital económico y humano como herramienta para trabajar con nuestros productores y productoras mediante capacitación, asistencia técnica y la coinversión que permita contribuir en la atención de sus necesidades e incrementar la producción y los ingresos del sector.

3.16.1.2. Implementar programas para el apoyo de maquinaria, equipo e insumos que impulsen el desarrollo de las actividades pesqueras y acuícolas contribuyendo a garantizar la seguridad alimentaria.

3.16.1.9. Contribuir con programas para la entrega de insumos, equipamiento, material vegetativo e infraestructura, enfocado a las y los pequeños y medianos productores agropecuarios para que les permita ejercer su actividad de manera sustentable en sus unidades de producción.

3.16.1.14. Apoyar a apicultoras y apicultores del estado para la adquisición de abejas reinas mejoradas, fortaleciendo el mejoramiento genético de la actividad apícola.

3.16.1.17. Impulsar el desarrollo de las Unidades de Producción para incrementar los rendimientos en las actividades del sector primario impulsadas por mujeres, para contribuir al logro de la seguridad alimentaria en las comunidades rurales del estado.

3.16.1.21. Promover el fortalecimiento de los procesos productivos mediante el desarrollo de capacidades técnico-productivas y de organización de los productores y productoras de las diversas actividades del sector primario impulsando una mejor comercialización.

Eje 4. Medio Ambiente y Crecimiento Sustentable.

Objetivo General.

Lograr un modelo de ordenamiento territorial con enfoque prioritario en las áreas de pobreza y equidad, productividad, medio ambiente y prevención de desastres naturales, que a partir de su transformación con nuevas infraestructuras regionales y urbanas impulse el bienestar social, la sostenibilidad ambiental y la conservación de los recursos naturales.

Estrategia General.

Establecer un modelo de uso del suelo territorial, que a través de la planificación democrática y participativa de políticas e instrumentos, generen y establezcan el crecimiento económico y turístico sostenible, fomente la conservación del medio ambiente y preserve los valores sociales, históricos y ancestrales de la población quintanarroense.

Tema 4. 17 Desarrollo Urbano Incluyente y Sustentable.

Objetivo Específico.

Conducir y orientar al estado hacia el crecimiento sustentable, con un territorio integralmente planeado y regulado bajo un marco normativo actualizado, que propicie espacios públicos incluyentes, vivienda digna y entornos ambientales que permitan mejorar la calidad de vida de las y los quintanarroenses.

Estrategia Específica 4.17.1.

Diseñar, implementar y evaluar las políticas y programas que impulsen y regulen el territorio, dignificando el espacio público, la vivienda y el suelo urbano.

Líneas de Acción.

4.17.1.2. Coadyuvar con las autoridades competentes en la elaboración y en su caso modificación y actualización de los Programas de Desarrollo Urbano de los Centros de Población, Programas de Desarrollo Urbano Parciales, Esquemas Simplificados de Planeación del Desarrollo Urbano y de Centros de Servicios Rurales, procurando el adecuado desarrollo urbano y el ordenamiento territorial sustentable y resiliente para mejorar la calidad de vida de la población.

4.17.1.4. Promover que los instrumentos de ordenamiento territorial consideren políticas y criterios en materia de mitigación y adaptación al cambio climático, resiliencia, movilidad y accesibilidad, a fin de buscar un enfoque de sustentabilidad en el territorio.

4.17.1.7. Promover el diseño y ejecución de programas de lotes con servicios y/o infraestructura urbana, así como instrumentos de apoyo en materia de financiamiento, para las necesidades de suelo y vivienda.

4.17.1.8. Participar y colaborar con los municipios en sus procesos de regularización e integrar un registro de los asentamientos humanos irregulares.

4.17.1.9. Asesorar y orientar a la población respecto de los medios y alternativas para dar trámite a la demanda de acciones de vivienda y suelo que requieran.

4.17.1.11. Establecer mecanismos de gestión para la procuración del desarrollo urbano, el ordenamiento territorial y la acción inmobiliaria en el Estado.

Tema 4.18 Medio Ambiente y Sustentabilidad.

Objetivo Específico.

Impulsar un crecimiento sostenible bajo en carbono alineado con la Agenda 2030, basado en la conservación de nuestra riqueza natural, con enfoque territorial y de derechos humanos, mediante

una responsabilidad compartida de acuerdos y compromisos colectivos con soluciones basadas en la naturaleza, que sea cercano, incluyente, participativo y con bienestar para todos, en un entorno libre de contaminación.

Estrategia Específico 4.18.1.

Promover, a través de los instrumentos de planeación territorial y políticas públicas transversales, un desarrollo integral, equilibrado y sostenible, con apego al Estado de Derecho, que fomenten la conservación, protección y monitoreo de ecosistemas y la biodiversidad, con un crecimiento ordenado, considerando la inclusión social y mejorando la calidad de vida de las y los quintanarroenses.

Líneas de Acción.

4.18.1.1. Garantizar el derecho de acceso a la información en materia ambiental.

4.18.1.2. Administrar el Sistema Estatal de Información Ambiental para contar con una plataforma transparente, de calidad y actualizada.

4.18.1.3. Gestionar recursos financieros nacionales e internacionales, mediante convenios, fideicomisos, fondo ambiental; que sean destinados a la preservación y restauración del medio ambiente, así como el fortalecimiento de las capacidades institucionales y bienestar de la ciudadanía.

4.18.1.4. Promover mediante los instrumentos de Ordenamiento Ecológico, el desarrollo sustentable y sostenible del estado, asegurando la integridad y complementariedad con otros instrumentos de ordenamiento.

4.18.1.5. Contar con un instrumento integral de gestión que fortalezca, oriente y apoye a la planeación y el ordenamiento de mares y costas, que incorpore un enfoque de servicios ecosistémicos y soluciones basadas en la naturaleza.

4.18.1.6. Promover la generación y el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable, el uso de tecnologías limpias, la eficiencia, el acceso y la suficiencia energética en el estado.

4.18.1.7. Promover la reducción de la vulnerabilidad ambiental del estado mediante el diseño, monitoreo y reporte de medidas de mitigación y adaptación ante el cambio climático.

4.18.1.8. Impulsar la conservación de la biomasa forestal crítica en beneficio de las comunidades vulnerables.

4.18.1.9. Impulsar un marco normativo para el mercado de carbono y carbono azul a nivel estatal.

4.18.1.10. Fortalecer con los tres niveles de gobierno la Gestión Integral de Residuos.

4.18.1.13. Impulsar normativas y permisos para la extracción y el uso de sargazo, así como su monitoreo.

4.18.1.16. Evaluar las medidas para el mejoramiento de calidad del aire y del agua, mediante la implementación de diversos instrumentos.

4.18.1.20. Capacitar a los diversos sectores en materia de buenas prácticas ambientales, prevención de emisiones contaminantes, adaptación al cambio climático, servicios ecosistémicos,

economía circular y cultura forestal, para el fortalecimiento de la educación y cultura ambiental.

4.18.1.23. Implementar acciones de prevención, control y combate de incendios forestales para la protección de los recursos naturales de la entidad.

4.18.1.24. Desarrollar y ejecutar programas de reforestación y restauración en centros de población urbanos y comunidades.

4.18.1.25. Mantenimiento y establecimiento de plantaciones forestales comerciales, como medida para la reconversión y restauración de tierras de baja rentabilidad agrícola y ganadera.

4.18.1.26. Fortalecer la organización productiva forestal del estado, la transformación de productos maderables y no maderables, con criterios de certificación y la realización de buenas prácticas ambientales forestales.

4.18.1.28. Fomentar la preservación de selvas y el aprovechamiento forestal sustentable, a través de su manejo.

4.18.1.32. Aplicar la legislación ambiental competente, mediante el procedimiento administrativo, inspección y vigilancia, a fin de lograr un eficiente desempeño ambiental.

4.18.1.38. Garantizar el cumplimiento a través de la supervisión de los programas de restauración de ecosistemas que se lleven a cabo en las Áreas Naturales Protegidas Estatales y sus áreas de incidencia.

4.18.1.42. Implementar una estrategia de coordinación que sea vinculante, que impulse la restauración, conservación y uso sustentable de la biodiversidad y sus ecosistemas costeros a nivel estatal.

4.18.1.45. Asegurar la participación de las comunidades y de las mujeres en el uso sostenible de la biodiversidad con un enfoque de desarrollo regional, fortalecimiento de la cadena de valor y la lucha contra las desigualdades socioeconómicas

Tema 4.21 Agua para Todas y Todos.

Objetivo Específico.

Garantizar el acceso a servicios de agua potable y saneamiento, de manera eficiente, accesible y sustentable para quienes habitan las zonas urbanas y rurales del estado a fin de mejorar su calidad de vida e incentivar su desarrollo económico y social.

Estrategia Específica 4.21.1.

Incrementar la inversión pública y privada para proyectos de infraestructura hidráulica integral en coordinación con la federación y los municipios con un enfoque sostenible.

Líneas de acción.

4.21.1.1. Realizar obras y acciones en agua potable en comunidades rurales

4.21.1.2. Realizar obras y acciones en drenaje y saneamiento en comunidades rurales

4.21.1.3. Realizar obras y acciones en agua potable en localidades urbanas

4.21.1.4. Realizar obras y acciones en drenaje y saneamiento en localidades urbanas

4.21.1.5. Realizar acciones para mejorar la calidad del agua para abastecimiento en el Estado

4.21.1.6. Promover el uso racional y eficiente del agua, así como motivar su cuidado especialmente entre la niñez y juventud quintanarroense.

Eje 5. Gobierno Honesto, Austero y Cercano a la Gente.

Y los Programas de Desarrollo propuestos (por Eje), relacionados con el Ordenamiento Ecológico del territorio (incluye municipios) son los siguientes:

PROGRAMAS DE DESARROLLO:

Eje 1.- Bienestar Social y Calidad de Vida.

Eje 2.- Seguridad Ciudadana.

1. Programa Sectorial de Seguridad Ciudadana, Justicia y **Protección Civil**.

Eje 3.- Desarrollo Económico Inclusivo.

1. Programa Sectorial de Desarrollo Económico Integral.

Eje 4.- Medio Ambiente y Crecimiento Sustentable.

1. Programa Sectorial de Desarrollo Urbano Incluyente.
2. Programa Sectorial de Medio Ambiente y Sustentabilidad.
5. Programa Regional para el Desarrollo Metropolitano.

Eje 5.- Gobierno Honesto, Austero y Cercano a la Gente.

Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Benito Juárez (2021-2024),

Respecto del Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Benito Juárez (2021-2024), se tiene lo siguiente:

Los grandes **Ejes de Desarrollo** así como sus **Objetivos Estratégicos** constituyen el siguiente punto de partida para la elaboración del PMD 2021-2024 y son los siguientes:

Eje 1 Buen Gobierno.

• **Objetivo Estratégico.** Renovar los mecanismos de gestión flexibilizando nuestras estructuras y procedimientos administrativos con calidad, innovación tecnológica y combate a la corrupción.

Eje 2 Prosperidad Compartida.

• **Objetivo Estratégico.** Cerrar las brechas de desigualdad reactivando y diversificando la economía y poner fin a la exclusión social para fortalecer a las familias y mejorar la calidad de vida de la población.

Eje 3 Medio Ambiente Sostenible.

• Objetivo Estratégico. Garantizar la preservación de la riqueza natural única que tiene nuestro municipio mediante un crecimiento ordenado, sostenible y con responsabilidad compartida.

Eje 4 Cancún por la Paz.

• **Objetivo Estratégico.** Promover acciones que combatan las causas que generan las violencias y la delincuencia contribuyendo a la paz y la justicia.

La Misión de este PMD es la siguiente:

V. MISIÓN

Mejorar la calidad de vida de la población del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo a través de un gobierno municipal comprometido, eficaz, sensible, inclusivo e incluyente que otorgue apoyos y servicios públicos de calidad, siendo promotor de la participación ciudadana para la construcción de la Paz así como de un medio ambiente sostenible e implementador de políticas públicas orientadas a la prosperidad compartida y al bienestar social con un Enfoque basado en Derechos Humanos y la Perspectiva de Género.

Y la Visión del mismo PMD es la siguiente:

VI. VISIÓN

Para 2030, el Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo se posiciona como un destino turístico nacional e internacional que consolida un Modelo Gubernamental abierto, confiable y transparente; impulsor de la Diversificación Económica y la Prosperidad Compartida; promotor de la Inclusión y la Justicia Social y respetuoso del medio ambiente y urbanismo sostenible.

Respecto del Eje de Medio Ambiente Sostenible.

EJE 3 MEDIO AMBIENTE SOSTENIBLE

TEMAS

En el Eje 3 denominado Medio Ambiente Sostenible se analizaron temas relacionados con los Servicios Públicos; el Transporte y la Vialidad; el Ordenamiento Urbano y el Medio ambiente.

Objetivo Estratégico: Garantizar la preservación de la riqueza natural única que tiene nuestro municipio mediante un crecimiento ordenado, sostenible y con responsabilidad compartida.

Estrategia 3.2.1: Procurar la protección del medio ambiente y biodiversidad de las diferentes especies, que conllevaran a un equilibrio ecológico de acuerdo con el crecimiento de la ciudad, con la finalidad de preservar las riquezas naturales del municipio.

Líneas de Acción:

3.2.1.1 Realizar actividades de protección y cuidado de la Tortuga Marina durante su proceso de desove en las costas del municipio de Benito Juárez.

3.2.1.2 Realizar acciones en el Programa de Reforestación y/o restauración de la zona urbana del municipio de Benito Juárez con plantas nativas.

3.2.1.3 Emitir Permisos de Poda, Tala y trasplante de árboles, para dar cumplimiento a la normatividad en materia de arbolado urbano realizados

3.2.1.4 Realizar acciones de difusión, pláticas y talleres sobre el cuidado del medio ambiente.

3.2.1.5 Realizar jornadas de entrega-recepción (entre ciudadanía y acopiadoras(es) de residuos sólidos urbanos separados (RECICLATON).

3.2.1.6 Aplicar el Sistema de Manejo Ambiental en las oficinas municipales

3.2.1.7 Integrar y Coordinar Comités Ambientales Ciudadanos

3.2.1.8 Emitir permisos ecológicos para obras y actividades.

3.2.1.9 Emitir de Factibilidades ecológicas a predios, proyectos de obras y/o actividades para que cumplan con los instrumentos de planeación en materia ambiental

3.2.1.10 **Actualizar el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez.**

3.2.1.11 Realizar sesiones de la Comisión Municipal de Ecología.

3.2.1.12 Realizar jornadas de contribución y recuperación ambiental de humedales de agua dulce en la zona urbana de Cancún.

3.2.1.13 Aplicar Programas de Manejo a Áreas Naturales Protegidas

3.2.1.14 Realizar actividades de manejo de protección de las especies de flora y fauna silvestres, existente dentro de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) que administra el Municipio de Benito Juárez.

3.2.1.15 Emitir permisos de operación en materia ambiental de establecimientos comerciales y de servicios.

3.2.1.16 Promover el mejoramiento de la calidad del agua del mar y prevenir la contaminación de las playas.

3.2.1.17 Mantener la certificación de Playas Blue Flag.

3.2.1.18 Realizar actividades de protección y cuidado del Cangrejo azul durante su proceso de desove en las costas del municipio de Benito Juárez.

Es importante tener en cuenta que la coordinación entre las distintas instancias de gobierno es fundamental para lograr un desarrollo territorial sostenible y equitativo.

De acuerdo a los Planes descritos anteriormente y su incorporación como estrategias y líneas de acción hacia el desarrollo sustentable del municipio, se consideran de manera especial las siguientes actividades:

A.- Desarrollo Urbano y Rural.

Como ya se analizó desde la Etapa de Diagnóstico y se describió en el escenario Tendencial, la actividad del sector Desarrollo Urbano (por su dinámica y dimensiones) es la principal actividad regulada/ autorizada que más modifica el Uso de Suelo y genera mayores alteraciones y modificaciones a los ecosistemas presentes. Sin embargo, para un municipio tan dinámico y con una alta tasa de crecimiento poblacional, se debe considerar como parte fundamental de la planeación el crecimiento ordenado (aun considerando que esta tasa se ha ralentizado), con la presencia de los servicios públicos completos, así como sus reservas urbanas y zonas de equipamientos, con el fin de que se cuente con la base jurídica y técnica para controlar e inducir el desarrollo al objetivo final de un desarrollo sustentable y una mejora en la calidad de vida de sus habitantes, sin poner en riesgo los recursos naturales del municipio, respetando sus ecosistemas protegidos y las zonas de riesgo; y asegurando la consecución de los procesos ecológicos, aún dentro de los límites del centro de población.

Los resultados del escenario tendencial muestran que aun dentro de la zona urbana, existen amplias zonas de asentamientos irregulares que deberán ser analizados y paulatinamente, ordenar estos sitios a través de las estrategias que consideren necesarias las autoridades urbanas competentes, ya que la demanda de servicios no otorgados por los fraccionadores de la tierra le genera una carga administrativa y económica no planeada con antelación a las autoridades, y que pudieran descuidar la urbanización (dotación de servicios planificada) a otras áreas de la ciudad, donde sí se cumple con el marco normativo vigente. Esto mismo sucede también fuera del centro de población, pero será descrita en el apartado de “Desarrollo Rural.

También es importante resaltar que todavía existe una extensa superficie dentro del PDU que aún no ha sido urbanizada, por lo que todavía se cuenta con una superficie considerable de reserva urbana. También es cierto que el POEL vigente (elaborado hace más de 10 años), consideraba algunos polígonos que debían quedar sujetos a su Programa de Desarrollo Urbano, como es la Colonia Chiapaneca, y que a la fecha se ha densificado aún más, y que por las características y ubicación que actualmente posee, debe considerarse nuevamente para incluirse en la zona urbana de Cancún.

Aun cuando el POEL vigente y el marco normativo establecen las condiciones bajo las cuales deba realizarse el fraccionamiento o lotificación de las propiedades, la realidad es que este tema ha sido muy complicado por encontrarse gran parte de esta reserva urbana Sur (y gran parte de las tierras fuera del centro de población, de la carretera federal 180 al Sur) en terrenos del ejido Alfredo V. Bonfil, donde los ejidatarios han promovido el fraccionamiento de sus parcelas ejidales sin cumplir los requisitos básicos de Ley, en cuanto a la certeza legal y a la dotación obligatoria de los servicios

básicos[15] Esta situación ha propiciado que existan varios asentamientos irregulares dentro y fuera del centro de población, con una serie de consecuencias ambientales, económicas y sociales muy importantes, y que dada la tenencia de la tierra, complican muchísimo la posibilidad de la regularización considerada en el marco legal vigente.

Para corregir esta situación, el Gobierno Municipal, a través de la Secretaría de Ecología y Desarrollo Urbano, en coordinación con autoridades estatales (PPA), han trabajado en visitas de inspección a varios de estos asentamientos irregulares, y su posible clausura, en caso de no contar con las autorizaciones necesarias. Las autoridades municipales del municipio de Benito Juárez y autoridades del Gobierno del estado en materia de Desarrollo urbano trabajan en la visión de desarrollo ordenado, con énfasis en el análisis, justificación y estrategias del crecimiento de la mancha urbana (también bajo distintos escenarios), con el fin de marcar un nuevo límite del centro de población, con una perspectiva real a largo plazo (más allá de los 20 o 30 años que usualmente proyectan los diferentes instrumentos de planeación) y considerando de una forma real, el futuro de un municipio que ha sido el eje de desarrollo turístico a nivel nacional y regional, y que continúa con un crecimiento humano y social importante.

Otro aspecto que también influye en la dinámica del desarrollo urbano de esta ciudad de Cancún es la dinámica poblacional y turística de la zona norte del estado de Quintana Roo; no sólo Cancún se ha desarrollado rápidamente, sino que también lo ha hecho toda la Riviera Maya, desde Cancún e Isla Mujeres (donde ya se presentó la primera conurbación entre estas ciudades), y se dirige aceleradamente hacia el Sur, a Puerto Morelos, Playa del Carmen y Tulum. Este proceso de conurbación prácticamente ya existe entre Cancún y Puerto Morelos (desde que ambos conformaban un mismo municipio), y que a pesar de la división entre ambos, esta evolución persiste. Actualmente existe un paisaje urbano – comercial continuo desde el aeropuerto de Cancún hasta la ciudad de Puerto Morelos, y que se continúa hasta Playa del Carmen. De hecho, la distancia entre las UGAs urbanas de Cancún (UGA 21) y Puerto Morelos (UGA 16-C) es de tan solo 5.4 km y que como ya se ha mencionado, existe un paisaje urbano constante de comercios (talleres, tiendas, gasolinerías, bodegas), hoteles y algunos ranchos y accesos a lotes hoteleros y lotes residenciales, además de la reciente infraestructura del Tren Maya, por lo cual se debe discutir la pertinencia de conformar una UGA sujeta a PDU que establezca las bases de un crecimiento urbano - turístico controlado, sobre todo por la fragilidad de los ecosistemas presentes en esta zona, y la futura dinámica propia de la megaciudad que se está conformando entre los 3 municipios de la zona Norte de Quintana Roo.

En este aspecto, se justifica la ampliación del centro de población hacia el sur a ambos costados de la carretera para formalizar la conurbación con el vecino Municipio de Puerto Morelos y conformar una zona metropolitana que incluya los centros de población de Ciudad Mujeres en el Municipio de Isla Mujeres, Cancún en el Municipio de Benito Juárez y Puerto Morelos, en el municipio del mismo nombre. La ampliación en esta porción tiene al Mar Caribe como su límite oriente y donde existen desarrollos turísticos bien consolidados; mientras que hacia el poniente se considera conveniente establecer como límite la vía de rodamiento del Tren Maya en su tramo Cancún-Puerto Morelos. Esta

[15] Ley de Acciones Urbanísticas del estado de Quintana Roo, de fecha 16 de agosto de 2018, Artículos 2, 4° fracc. VI y VII; 10, 23 fracc. IV; y 28, fracc III, IV, VIII y IX.

zona cuenta con una amplia zona que la SEMARNAT contempla como humedales (sitios RAMSAR, AICAS y/o Regiones Hidrológicas Prioritarias) y su desarrollo deberá estar sujeto a una planeación basada en las características ecosistémicas y de hidrodinámica para evitar riesgos hacia las construcciones, pro también hacia los ecosistemas. Por sus características paisajísticas excepcionales y de ubicación territorial alejada de los sitios de equipamiento, su vocación es de carácter turístico que contribuya a que se diversifique y complemente la oferta de hospedaje en Cancún para la generación de nuevas opciones de turismo emergente, que no sean de playa, campos de golf o plazas comerciales, pero también urbano de alta plusvalía y baja densidad, como lo corroboran los desarrollos de Kulkana y Lausana, al sur del aeropuerto internacional de Cancún.

Por otra parte y como ya se mencionó, en la salida de Cancún hacia Leona Vicario – Valladolid, existe una zona de asentamientos humanos correspondiente a la denominada "*Colonia Chiapaneca*" que en el vigente POEL MBJ elaborado hace más de 10 años, reconoce como un polígono que requiere contar con un Programa de Desarrollo Urbano (Plan parcial o su similar), por lo que su superficie quedó considerada sujeta a PDU (UGA 16-A). A partir de la fecha del decreto de POEL MBJ en 2014 esta disposición no se ha acatado, a pesar que en este lapso se han elaborado varios PDU, tanto Municipales como de Centro de Población. La razón de lo anterior es el hecho que la "*Colonia Chiapaneca*" no colinda con el polígono el Centro de Población y es un obstáculo porque no existía una figura jurídica que permitiera elaborar algún tipo de PDU en una superficie fuera de un Centro de Población. En la actualidad la zona ubicada a ambos lados de la carretera que conduce a Leona Vicario – Valladolid se ha ocupado con diversas construcciones y la "*Colonia Chiapaneca*" ya cuenta con vialidades que la integran funcionalmente con el Centro de Población Cancún. Considerando este crecimiento que se realiza de manera poca ordenada es indispensable ampliar el centro de población para que se integre espacialmente toda esa superficie y establecer usos, reservas y destinos de suelo que contribuyan al ordenamiento territorial y permitan la adecuada dotación de servicios públicos.

Considerando que el PDU del Centro de Población Cancún se integra espacialmente por Distritos Urbanos que tienen una génesis y características propias, lo más conveniente es que la zona de la *"Colonia Chiapaneca"* y la zona de conurbación con el Municipio de Puerto Morelos se constituyan como Distritos Urbanos nuevos y se determinen sus usos del suelo.

Por lo anterior, dentro de los planes o expectativas que deben ser consideradas en el escenario contextual, destacan estos temas urbanos y rurales de la posible regularización de asentamientos humanos, así como el posible crecimiento de la zona urbana (hacia los límites del municipio de Puerto Morelos), para fomentar un desarrollo urbano ordenado (vivienda, turismo, comercio, servicios y equipamientos) en un indudable escenario de conurbación futura entre los municipios ya mencionados.

Otro proyecto que cuenta con el soporte del Gobierno del estado es la ejecución del proyecto del Centro Penitenciario Municipal, ya que al ser una necesidad social, es imprescindible considerar esta infraestructura y no limitarla para que pueda ser construida y operada, aún cuando sea necesario incluir un nuevo Uso de Suelo, relacionado a Infraestructura de Seguridad. Cabe resaltar que para el POEL 2014, se consideró inicialmente este tipo de infraestructura, pero que con la creación del municipio de Puerto Morelos, esta UGA de Infraestructura de Seguridad quedó en la jurisdicción de ese naciente municipio, por lo que continúa latente la necesidad de que por su número de habitantes, densidad poblacional y dinámica social, este municipio de Benito Juárez cuente nuevamente con un

sitio exprofeso para la ubicación de un centro de readaptación social (CERESO) que cumpla las funciones de este tipo de infraestructura.

Otro proyecto estratégico y fundamental en la planeación ambiental y urbana del municipio, es la Protección y Conservación de las zonas de extracción de agua para los habitantes y turistas de las ciudades de Cancún e Isla Mujeres. Al ser este uno de los principales Ejes Estratégicos, se han considerado los polígonos de protección proporcionados por la autoridad competente en materia de protección y extracción del agua, con el fin de conservarlos con la mejor calidad posible, pues de ella dependen los habitantes de ambos municipios y de todas las actividades económicas y productivas que se realizan. Sin agua de calidad, las perspectivas de crecimiento económico y social, así como las de conservación de ecosistemas serán completamente distintas. Por lo anterior, se debe fortalecer el grado de protección de estas zonas y así considerar las medidas necesarias para minimizar y/o evitar riesgos de contaminación al manto freático; esto, a través de fortalecer su política ambiental, además de robustecer los criterios de regulación ecológica que reglamentarán las actividades productivas que sean implementadas en los polígonos del agua, en aras de la protección del acuífero.

Finalmente, otro proyecto municipal que complementa las perspectivas de desarrollo urbano, así como la responsabilidad de un manejo adecuado y eficiente de los residuos sólidos urbanos (RSU) que se generan en el municipio es el de contar con un sitio adecuado y que cumpla con la normatividad vigente para el establecimiento y operación de un sitio para la disposición final de los RSU generados; y en los que preferentemente, se realicen actividades de separación, reciclaje y/o reaprovechamiento, para disminuir estos residuos e incrementar la vida útil del sitio designado para tal fin. Dadas las condiciones del municipio, son pocas las áreas que cumplen con la NOM 086 SEMARNAT 2003, por lo que se propondrá el mejor sitio donde se asegure en primera instancia que el acuífero de donde se extrae el agua potable para los habitantes del municipio no puedan ser contaminadas bajo ninguna circunstancia; seguido de criterios donde no se encuentra tan alejado del centro de población, que la vegetación y/o la zona no sean consideradas de alta biodiversidad (vegetación alterada) y que se puedan instalar áreas industriales que permitan en un corto plazo, la instalación de industrias relacionadas a la separación y reciclaje de los RSU generados.

B.- Turismo.

Cancún, con poco más de 50 años, tuvo un crecimiento sólo equiparable en la Península de Yucatán, al que tuvo la ciudad de Mérida, con la diferencia que el crecimiento de esta última se dio en alrededor de 400 años. En gran parte este desarrollo se debió a la promoción turística con la que nació Cancún y que en estos poco más de 50 años, permitió la construcción de 45,575 cuartos hoteleros (SEDETUR, 2023). Mientras en los primeros años el crecimiento en el número de cuartos era vertiginoso, en los últimos años ha disminuido notablemente la tasa de construcción de nuevos cuartos de hotel. Esto se ha debido a varios factores, entre los que destacan:

a) El crecimiento y consolidación de otros destinos cercanos de “Sol y Playa” (la Riviera Maya y recientemente Tulum);

b) El agotamiento de las reservas turísticas en el municipio, sobre todo por la creación del municipio de Puerto Morelos;

c) La competencia de otros destinos turísticos en el Caribe; y

d) La transformación paulatina del Uso de Suelo (de turístico a residencial).

Aunque ya se ha considerado la necesidad de buscar alternativas al turismo de Sol y Playa (como el Turismo Médico, de Convenciones y Ecoturismo, entre otros), el agotamiento de las reservas de tierra con potencial de turismo convencional (sol y playa), así como la conversión (invasión) de vivienda en las zonas con potencial turístico, obligan a buscar nuevos espacios y nuevos modelos para este desarrollo turístico, sobre todo en sitios en los que la infraestructura y equipamiento turístico impulsa la aptitud turística (como sería en las cercanías del aeropuerto internacional de Cancún y la estación del Tren Maya), además de la carretera federal 307, en el tramo entre Cancún y Puerto Morelos.

Adicionalmente, la consolidación y crecimiento de la ciudad de Cancún y sus necesidades, han causado que la economía local ya no dependa de la misma manera del crecimiento turístico; ahora, gran parte de la economía local sigue relacionada al tema de servicios, pero ya no exclusivos al sector turismo convencional, sino a la dinámica propia de un crecimiento urbano sostenido. Y considerando además el auge del sector de construcción de vivienda, que ahora se perfila como el principal impulsor de la economía local.

Sin embargo, la falta de espacios en el municipio para la consecución del desarrollo hotelero tiene que abordar nuevas perspectivas y variantes, y no necesariamente el mismo esquema de "*Sol y Playa*". La actividad de turismo convencional debe diversificarse en otras variantes que son igualmente redituables y que no requieren de los mismos atributos del turismo de playa. Entre estas variantes se encuentra el turismo médico o el de convenciones (ambos poco difundidos aún), e incluso hasta el turismo alternativo (ecoturismo en sus diferentes variantes) y que pudieran ubicarse dentro de zonas urbanas o en áreas con atributos ambientales diferentes al contacto con el mar, pero que cuenten con vialidades y servicios básicos completos. Esto podría generar un "segundo aire" al desarrollo turístico de este municipio.

Como ya se comentó, para el desarrollo de la diversificación de este sector de Turismo Convencional (por el tema de los servicios básicos y atributos ambientales necesarios para este sector), este pudiera promoverse en zonas reguladas por un programa de desarrollo urbano (o que quede sujeto a un futuro desarrollo urbano), como es la franja alrededor de la carretera federal 307, donde es inminente la conurbación con el vecino municipio y ciudad de Puerto Morelos, y que para promover un crecimiento y conurbación ordenada, deberá quedar sujeta a PDU. Esto, aunado a la presencia del Tren Maya en esa zona, que es un inductor del desarrollo y que impulsará de una manera importante el crecimiento turístico, comercial y urbano en el municipio.

De contemplarse esta posibilidad, será necesario establecer criterios de regulación ecológica para (tal y como lo establece la legislación vigente) en la que la futura zona sujeta a PDU maneje zonificaciones bien establecidas y no se mezcle el desarrollo urbano con el turismo convencional, y se especifiquen claramente las etapas de crecimiento, acordes a los avances en la dotación de servicios básicos y con respeto a los ecosistemas existentes, sobre todo aquellos que se encuentran protegidos o limitados por la Normatividad vigente para su intervención / desarrollo.

C. Desarrollo Rural.

De acuerdo a las perspectivas de desarrollo del municipio, sobre todo al verse muy reducidas las reservas turísticas, y por ende, las perspectivas de desarrollo turístico a corto y mediano plazos, se ha considerado fuertemente la alternativa de ofertar actividades alternativas de desarrollo que atraigan inversión y que tengan la posibilidad de un aprovechamiento racional y sustentable de los

principales recursos naturales, destacando el paisaje, los cuerpos de agua, el estado de conservación de la vegetación, entre otros. Esta posibilidad se abre al considerar el Desarrollo Rural ordenado, como la lotificación y desarrollo de fraccionamientos rurales en sitios fuera de los centros de población, donde existan condiciones para el desarrollo de infraestructura y dotación de servicios, aprovechando el paisaje y vías de comunicación. Las actuales perspectivas de desarrollo rural están enfocadas a desarrollarse en zonas bien definidas que poseen dicho potencial, entre las que destacan:

a) Corredor Cancún – Leona Vicario.- Esta franja se ubica a lo largo de las carreteras (federal y libre) que van a Mérida, Ambas carreteras son paralelas y su presencia facilita el acceso, comunicación e introducción de servicios, por lo que históricamente ha albergado los principales ranchos agropecuarios del municipio, además de la lógica tendencia a un uso comercial e industrial que ya presenta (sobre todo a lo largo de la carretera libre). Sin embargo, la facilidad de acceso dio pie a que se presentaran invasiones y ocupaciones irregulares de predios, siendo esta una de las zonas de mayor atención para controlar y revertir este tipo de asentamientos; y una de las estrategias de control es permitiendo en esta franja de poco más de 22 km, el establecimiento de fraccionamientos Rurales (dando consecución al uso actual), que cuenten con todos los servicios y con una densidad baja.

b) Zona Agropecuaria.- Esta zona también posee un potencial adecuado para el desarrollo Rural, por la presencia de vialidades, de asentamientos dispersos de baja densidad y en los cuales se llevan a cabo básicamente actividades agrícolas. Destaca también la presencia de algunos bancos de extracción de material pétreo, de donde se extrajo el material para la construcción de los caminos existentes. Se ubica entre la carretera libre a Mérida (a la altura del km 335 de la mencionada vialidad) y el poblado de Francisco May, en el vecino municipio de Isla Mujeres. Aunque la zona presenta afectaciones importantes a sus ecosistemas originales, recobra importancia por su ubicación “aguas arriba” de la zona de extracción de agua.

En todas estas franjas o corredores identificados, será necesario considerar la estrategia adecuada para que el posible desarrollo de esta zona no “fraccione” los ecosistemas presentes y se puedan considerar corredores biológicos que brinden servicios ambientales adecuados. Esto puede realizarse en la etapa de Modelo y los criterios que regulen las actividades, ya que a través de la superficie de aprovechamiento y las condiciones de ubicación y desmonte de los proyectos, se pueden inducir las zonas de desarrollo y las de conservación, para hacerlas coincidir con su par a cada lado de la carretera, evitando así la partición del ecosistema.

La consideración del Desarrollo Rural para el escenario Contextual difiere de la perspectiva prevista para el escenario tendencial, mismo que derivó de las proyecciones de la inercia de las actividades actuales y anteriores que fueron enmarcadas en esta actividad sectorial. Para los escenarios contextual y estratégico, ya se considera que el Desarrollo Rural se debe plantear bajo el enfoque de sustentabilidad con la participación comunitaria que pretende involucrar a las autoridades competentes para la integración y organización de las comunidades locales en un proceso de planeación, diseño y toma de decisiones para el desarrollo rural sustentable del municipio de Benito Juárez.

Desde esta perspectiva se propone promover la participación activa y organizada de los propietarios y posesionarios de los terrenos que se localizan fuera del centro de población de Cancún para el

desarrollo y promoción de alternativas de producción agropecuaria, apícola, agroforestal, silvopastoril y forestal en la identificación de necesidades y prioridades, así como en la implementación de proyectos y programas que respondan a sus necesidades, con opciones que sean sustentables.

Bajo este panorama, se espera mejorar la relevancia y eficacia de los proyectos y programas planteados, aumentar la apropiación y sostenibilidad de los resultados, así como fortalecer la cohesión social y la gobernanza local. Todo ello en cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable con la finalidad de propiciar la equidad y la justicia social en el medio rural del municipio de Benito Juárez. En síntesis, con este enfoque de desarrollo rural participativo se busca que los dueños de los terrenos rurales y las comunidades locales sean los promotores del proceso de planeación para garantizar que sus necesidades y prioridades sean consideradas dentro del marco de la legalidad y sin poner en riesgo los recursos y procesos naturales prioritarios para el municipio.

De conformidad con la Ley de Desarrollo Rural Sustentable se pretende que en el desarrollo rural de este municipio se incluya la planeación y organización de la producción agropecuaria, su industrialización y comercialización, y el mantenimiento de los demás bienes y servicios, y en concordancia con todas aquellas acciones tendientes a la elevación de la calidad de vida de la población rural. Mediante la aplicación de las leyes reglamentarías se espera controlar los cambios de uso del suelo sin autorizaciones y evitar la proliferación de asentamientos irregulares fuera del centro de población de Cancún.

Adicionalmente, el desarrollo rural que se propone, implica lotes mayores que los urbanos (en cumplimiento de la Ley de Acciones Urbanísticas del estado de Quintana Roo), además de la presencia de los servicios básicos proporcionados por los promoventes (también especificado en la misma Ley), lo que también contrasta con los actuales asentamientos de la zona que no cuentan con servicio alguno y que por ende, generan diversos problemas ambientales, sociales y legales, por la extracción (sin permisos) de agua del subsuelo y los problemas de contaminación que se generan por la incorrecta disposición de aguas residuales y residuos sólidos, directamente al suelo, subsuelo y manto freático.

Al obligar a los desarrolladores de proyectos rurales a dotar de los servicios básicos en los predios fuera del centro de población, se estaría solventando en gran parte los impactos al suelo, subsuelo y manto freático, atendiendo así uno de los principales ejes de desarrollo de la modificación del actual instrumento y que es el cuidado y preservación del agua.

Los habitantes rurales que habitan fuera del centro de población de Cancún, se calculan en 9,540 personas (INEGI, 2020 y PDUCPC, 2022), que representan apenas el 1.02 % de la población del municipio. Pero la superficie con evidencias de intervención humana se estimó en 1,285.84 hectáreas, mediante imágenes aéreas del 2023; esta superficie representa el 1.38 % del total del municipio. Aun cuando los datos de INEGI puedan representar cierto sesgo debido a su metodología, es un hecho que la densidad poblacional fuera del centro de población es muy baja; pero genera grandes problemas sociales (pobreza, marginación, salud, bajo desarrollo humano) y ambientales (contaminación de suelo y agua, deterior de paisaje, incendios forestales, afectación a la vegetación y a la biodiversidad, entre otros).

ETAPA DE PRONÓSTICO

Las proyecciones estimadas en el medio rural del municipio de Benito Juárez bajo un escenario tendencial nos arrojan una población proyectada de 23,166 habitantes en comunidades rurales para el 2050, con un crecimiento sostenido que fue estimado con la tasa media del crecimiento poblacional municipal actual y una superficie con potencial ocupación de hasta 5,713.62 hectáreas (6.14 % de la superficie municipal) con las tendencias de crecimiento actuales.

Bajo las proyecciones del escenario contextual con estrategias de contención y reubicación de personas mediante la aplicación de la normatividad ambiental de los desarrollos (colonias) que carecen de autorizaciones de cambio de uso del suelo, así como la contención del establecimiento de viviendas en las zonas de extracción del agua potable y la obligatoriedad de contar con sistemas eficientes de manejo y tratamiento de sus residuos, la superficie con potencial ocupación en el medio rural de este municipio se podría reducir hasta 4,480.90 hectáreas (4.82 % del municipio) con una población rural de 18,168 habitantes en viviendas rurales, donde la mayoría contaría con al menos sistemas modulares de tratamiento de sus aguas residuales.

Cabe destacar que el control de la generación de residuos y aguas residuales solo podría ser factible, bajo el escenario contextual en el que todas las autoridades de manera coordinada actúen en el ámbito de sus competencias para resolver un problema complejo que por años ha afectado nuestro municipio y, a diferencia de los escenarios anteriores, se podría contar con viviendas rurales con tratamientos adecuados y supervisados por las autoridades competentes, de acuerdo al cumplimiento de la normatividad vigente.

Tabla XXVIII.- Superficies ocupadas por viviendas de tipo rural, bajo la perspectiva del escenario contextual.

Año	Superficie ocupada por viviendas de tipo rural.	Población proyectada
2020		9,540
2023	1,285.84 ha - Ocupación actual	10,124
2050	5,713.62 ha - Escenario tendencial	23,166
2050	4,480.90 ha - Escenario contextual	18,168

Y la demanda diaria de servicios básicos en el mismo escenario contextual para el 2050 sería el siguiente:

Tabla XXIX.- Generación de Residuos Sólidos Urbanos y Aguas Residuales, derivadas del crecimiento poblacional en el medio rural bajo las perspectivas del escenario contextual en el municipio de Benito Juárez.

Año	Población proyectada	Generación de RSU (ton) (1 kg/día)	Demanda de agua potable (m^3) (180 lt/ día)	Generación de aguas residuales (m3) (140 lt/día)
2050	18,168 hab	18.168 ton	3,270 m^3	2,544 m^3

También cabe destacar que a través de las superficies máximas de aprovechamiento, este desarrollo tendría que ajustarse a zonas específicas para el desplante de la infraestructura, dejando las zonas

de conservación de estos proyectos en franjas coincidentes que permitan conformar corredores biológicos que provean y no limiten los servicios ambientales que pueden prestar para el municipio (zonas verdes, de infiltración de agua y de conservación de la biodiversidad, entre otros).

Escenario Contextual de los asentamientos irregulares

El escenario de los asentamientos irregulares en el contexto del Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, entre 2014 y 2023, ha sido un tema complejo y crítico debido a la rápida urbanización, la expansión descontrolada y el crecimiento demográfico. Este fenómeno tiene implicaciones directas tanto en la sostenibilidad ambiental como en la equidad social, especialmente en áreas con gran atractivo turístico como Cancún.

Dentro del contexto la tendencia analizada sobre las actividades sectoriales del municipio puede comenzar a modificarse. Los instrumentos de planeación vigentes, así como las actualizaciones en proceso que se están llevando a cabo (PDU y POEL), vislumbran un cambio y una nueva dirección para solventar los principales problemas que enfrenta el municipio (sobre todo por el desmedido crecimiento de los asentamientos irregulares y mancha urbana). La concentración de la población en ciertas zonas del municipio está vinculada con la degradación ambiental como es el caso de los asentamientos irregulares la recurrencia, acumulación y la extensión de esta actividad humana produce impactos significativos sobre el medio ambiente. Cabe resaltar que parte de la población que se ubican en situación de pobreza, no pueden garantizar el ejercicio de sus derechos para el desarrollo social adecuado, por motivo de que sus ingresos son insuficientes para adquirir los bienes y servicios que requieren para satisfacer sus necesidades básicas. (vivienda digna, agua potable, electricidad, educación, salud, entre otros).

Derivado de lo anterior, para mitigar estos efectos adversos socioeconómicos y ambientales que son ocasionados por esta actividad humana, es fundamental mejorar la planificación urbana, implementar programas de vivienda asequible, restaurar ecosistemas dañados y fortalecer las políticas de uso del suelo. Además, la participación comunitaria y la educación ambiental serán elementos clave para garantizar un crecimiento más sostenible y ordenado de la ciudad.

Identificación de Impactos Ambientales y Sociales de los asentamientos irregulares.

Degradación de Ecosistemas:

- La proliferación de asentamientos irregulares ha afectado directamente zonas de valor ecológico como manglares, selvas bajas, y zonas de captación de agua. La deforestación, la contaminación del suelo y la infiltración de aguas residuales en cuerpos de agua subterráneos son algunos de los efectos más graves, comprometiendo la integridad ecológica de áreas clave.

Vulnerabilidad a desastres naturales:

- Los asentamientos irregulares suelen estar ubicados en zonas con alto riesgo de inundaciones, lo que expone a sus habitantes a riesgos mayores durante fenómenos naturales como huracanes y tormentas. Además, la destrucción de ecosistemas que brindan protección natural, como los manglares, agrava esta vulnerabilidad.

Impactos sobre la infraestructura y los servicios públicos:

- El crecimiento desordenado sobrecarga la infraestructura y los servicios públicos, que no están diseñados para atender a una población creciente de manera no planificada. Esto genera deficiencias en el suministro de agua potable, drenaje, manejo de residuos sólidos y transporte, afectando tanto a los habitantes de los asentamientos como a las áreas formales de la ciudad.

Conflictos sociales y legales:

- Los asentamientos irregulares generan tensiones entre los habitantes, el gobierno y los propietarios legítimos de las tierras, lo que intensifica los conflictos sociales y la inseguridad para las personas que viven en estas áreas.

Implementación de Políticas y Programas de Gobierno

1. **Programa de Regularización de la Tenencia de la Tierra:**
   - El gobierno de Quintana Roo ha implementado programas para la regularización de la tenencia de la tierra, buscando otorgar títulos de propiedad a los habitantes de asentamientos irregulares siempre y cuando las áreas ocupadas no estén en zonas de conservación. Sin embargo, estos programas enfrentan desafíos debido a la magnitud del problema y la complejidad jurídica de muchos casos.
2. **Programa de Reubicación de Asentamientos en Zonas de Riesgo:**
   - Implementar y Fortalecer este programa con el fin de buscar soluciones más objetivas en lo jurídico -administrativo incluyendo los tres órdenes de gobierno con injerencia en esta materia, con el propósito de reubicar a las personas que viven en asentamientos ubicados en zonas de extracción de pozos de agua potable, zonas de alto riesgo ambiental, especialmente en áreas propensas a inundaciones y huracanes. No obstante, la falta de alternativas accesibles ha dificultado el éxito de este programa.
3. **Fortalecimiento del OEL y del Plan de Desarrollo Urbano (PDU):**
   - A partir de 2014, se ha fortalecido el marco regulatorio a través de la actualización del OEL y el PDU, con el fin de controlar el crecimiento desordenado y proteger áreas sensibles. Aunque se han hecho avances en la planificación, la implementación efectiva de estas regulaciones sigue siendo un reto importante.

Conclusión. - El crecimiento de los asentamientos irregulares en el municipio de Benito Juárez entre 2014 y 2023 ha sido impulsado por la falta de acceso a vivienda formal, el crecimiento poblacional acelerado y la falta de planeación urbana efectiva. Estos asentamientos han generado graves impactos ambientales y sociales, que requieren políticas más eficaces de ordenamiento territorial, regularización de la tierra y protección de los ecosistemas para mitigar los efectos negativos y asegurar un desarrollo urbano más equitativo y sostenible.

Mecanismos Vitales, Necesarios y Deseables.

Para prevenir y controlar los asentamientos irregulares dentro del contexto del Ordenamiento Ecológico Local (OEL) en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, en 2024, es crucial implementar una serie de mecanismos vitales, necesarios y deseables. Estos mecanismos deben ser tanto preventivos como correctivos, involucrando la coordinación entre las autoridades locales, estatales y federales, así como la participación de la ciudadanía. A continuación, se detallan estos mecanismos:

Mecanismos Vitales:

1. **Fortalecimiento de la Aplicación del OEL y del Plan de Desarrollo Urbano (PDU):**
   - Zonificación estricta: Es esencial reforzar las áreas de protección ecológica en el OEL y el PDU, y hacer cumplir las restricciones de uso de suelo en áreas vulnerables (manglares, cuerpos de agua, selvas) mediante un monitoreo continuo.
   - Instrumentos de sanción efectiva: Implementar un sistema de sanciones severas para quienes promuevan, construyan o vendan terrenos en áreas no urbanizables. Esto requiere fortalecer las capacidades de inspección y sanción de las autoridades locales.
2. **Monitoreo y Control Territorial con Tecnologías Avanzadas:**
   - Sistemas de información geográfica (SIG): Utilizar tecnologías de geolocalización y monitoreo satelital para detectar asentamientos irregulares en etapas tempranas. Esta herramienta permitirá a las autoridades identificar ocupaciones ilegales y actuar de manera rápida.
   - Drones y monitoreo aéreo: Emplear drones para realizar sobrevuelos periódicos en zonas de riesgo y áreas ecológicas protegidas, lo que facilita la vigilancia constante de grandes extensiones de terreno.
3. **Creación de un Catastro Público Digitalizado y Actualizado:**
   - Base de datos catastral digital: Mantener un registro actualizado y público de los terrenos disponibles, las zonas prohibidas para el desarrollo y las áreas de protección ecológica. Esto evitaría la venta ilegal de tierras y reduciría la incertidumbre sobre la propiedad del suelo.
   - Transparencia en la información: Asegurar que la ciudadanía tenga acceso fácil a la información sobre el uso de suelo y las zonas de riesgo, promoviendo un ambiente de confianza y evitando fraudes relacionados con la compra de tierras.
4. **Fortalecimiento de la Tenencia de la Tierra y la Regularización de Asentamientos Existentes:**
   - Programas de regularización de tierras: Acelerar y facilitar los programas de regularización de asentamientos en áreas donde sea factible (sin valor ecológico crítico), proporcionando títulos de propiedad legales. Esto dará seguridad jurídica a los habitantes y reducirá la necesidad de ocupaciones ilegales.
   - Mejorar los procesos de titulación: Reducir los tiempos y costos de los procesos de titulación de tierras para promover la tenencia legal.

Mecanismos Necesarios:

1. Creación de Proyectos de Vivienda Social y Accesible:

- Vivienda social planificada: Implementar programas de desarrollo de viviendas accesibles para sectores de bajos ingresos, en zonas adecuadas y con infraestructura básica. La falta de vivienda formal y accesible es una de las causas principales de la proliferación de asentamientos irregulares.
- Incentivos fiscales para desarrolladores: Ofrecer incentivos fiscales o beneficios para los desarrolladores privados que promuevan proyectos de vivienda social, garantizando que las viviendas sean asequibles y cumplan con los lineamientos ecológicos.

2. Creación de una Ventanilla Única de Gestión Territorial:

- Coordinación interinstitucional: Establecer una ventanilla única para gestionar todos los trámites relacionados con la propiedad del suelo, títulos de propiedad y permisos de construcción. Esto facilitaría la regularización y evitaría confusiones que puedan ser aprovechadas por redes informales o fraudulentas.
- Agilidad en la gestión de permisos: Asegurar que los procesos de obtención de permisos sean rápidos y transparentes, con el fin de desalentar las ocupaciones ilegales por falta de alternativas legales.

3. Plan Integral de Ordenamiento y Desarrollo Urbano:

- Revisión del PDU y su alineación con el OEL: Asegurar que el Plan de Desarrollo Urbano esté alineado con las directrices del OEL, priorizando el desarrollo sostenible, preservando las áreas naturales protegidas y determinando zonas aptas para la expansión urbana controlada.
- Áreas de amortiguamiento: Crear zonas de amortiguamiento alrededor de áreas de alto valor ecológico donde se limite el tipo de uso del suelo permitido y se fomenten prácticas ecológicas de bajo impacto.

4. Programas de Inclusión Social y Participación Comunitaria:

- Educación ambiental y legal: Impulsar campañas de concienciación sobre la importancia de respetar el OEL y las áreas protegidas, enfocándose en las comunidades más vulnerables y los migrantes. Las campañas deberían explicar los riesgos y las consecuencias de habitar en zonas irregulares, y ofrecer alternativas legales.
- Participación ciudadana activa: Involucrar a las comunidades locales en la toma de decisiones sobre el ordenamiento territorial, fomentando que sean parte de los esfuerzos de vigilancia y protección de sus propias áreas.

Mecanismos Deseables:

1. Fomento de la Economía Verde y Proyectos Sustentables:

- Proyectos de ecoturismo y actividades económicas sostenibles: Promover la creación de empleos en sectores que respeten el medio ambiente, como el ecoturismo, la agricultura

sustentable o el manejo forestal. Estos proyectos pueden generar empleo para las personas que actualmente se asientan en zonas irregulares debido a la falta de oportunidades.

- Incentivos para la infraestructura verde: Ofrecer apoyo a iniciativas que integren la infraestructura verde en proyectos urbanos, como techos verdes, sistemas de captación de agua pluvial y jardines comunitarios, lo que promoverá una planificación urbana más sostenible.

2. Reubicación Voluntaria con Apoyo Gubernamental:

- Incentivos para reubicación voluntaria: Para los asentamientos que se encuentran en áreas de alto riesgo ambiental o zonas ecológicas críticas, se podrían ofrecer incentivos para que las familias acepten la reubicación voluntaria en zonas seguras con servicios básicos.
- Subsidios y apoyo para reubicación: Facilitar la reubicación proporcionando subsidios para vivienda en áreas formales y apoyo financiero para la construcción de nuevos hogares en áreas reguladas.

3. Fomento de la Investigación y el Desarrollo Sostenible:

- Estudios de impacto ambiental y social: Impulsar la realización continua de estudios que analicen los impactos de los asentamientos irregulares en el medio ambiente, para ajustar las políticas en función de los resultados y tendencias.
- Innovación en modelos de vivienda sustentable: Promover la investigación y desarrollo de nuevos modelos de vivienda que sean ecológicamente viables y asequibles para la población, especialmente en áreas cercanas a centros urbanos.

4. Mecanismos de Transparencia y Anticorrupción:

- Fiscalización pública y denuncias ciudadanas: Fomentar la creación de plataformas donde los ciudadanos puedan reportar ventas ilegales de terrenos, corrupción o irregularidades en la construcción. Un mayor control ciudadano y transparencia en la gestión del suelo evitará la venta ilegal de tierras.
- Auditoría pública continua: Realizar auditorías periódicas de las áreas de crecimiento urbano, verificando que los nuevos desarrollos y asentamientos respeten las normativas ecológicas y de uso de suelo establecidas.

Conclusión. - Prevenir y controlar los asentamientos irregulares en el municipio de Benito Juárez, requiere una combinación de mecanismos que aborden el problema desde una perspectiva ambiental, social y económica. Estos mecanismos deben ser multidimensionales, involucrando tecnología, regulación, desarrollo urbano sostenible, inclusión social y gobernanza participativa. Si se implementan de manera integral y con un enfoque preventivo, se podrá gestionar eficazmente el crecimiento poblacional y proteger los ecosistemas críticos, garantizando un desarrollo equilibrado y sostenible.

D.- Desarrollo Económico.

De acuerdo a ambos Planes de Desarrollo en lo referente al planteamiento del DESARROLLO ECONÓMICO, se busca diversificar las actividades económicas y fortalecer la infraestructura comercial e industrial (corredores industriales) cercanos a las áreas de desarrollo (sobre todo, cercanos a zonas urbanas), en las zonas de:

a) Corredor Cancún – Puerto Morelos (Antes "Milla de Oro"). Esta zona, por su ubicación estratégica sobre la vialidad más transitada del municipio (carretera federal 307), además de su cercana ubicación a Cancún, a la entrada de la zona hotelera, por tener sascab en el subsuelo y por estar colindante al aeropuerto internacional, le confieren un potencial muy variado de actividades sectoriales, funcionando como un "comodín" ante varias perspectivas de desarrollo, pero también presenta por consiguiente, un alto potencial para conflictos sectoriales.

b) Corredor Cancún -Leona Vicario. Esta zona también presenta una muy alta dinámica socioeconómica, pero que también presenta mayores afectaciones ambientales. Como vía importante de comunicación, se observa una cantidad importante de localidades (definidas por INEGI como: Localidad: Todo lugar ocupado con una o más viviendas, las cuales pueden estar o no habitadas; este lugar es reconocido por un nombre dado por la ley o la costumbre); además de comercios de varios tipos, pequeños hoteles, centros de esparcimiento, balnearios, pequeños ranchos agrícolas y ganaderos, bodegas, industrias, entre otros. Adicionalmente, existen también sitios de extracción de materiales pétreos. Y también vale la pena comentar que también existen pozos de extracción de agua y líneas de conducción de la misma hasta el centro de población de Cancún. Finalmente, existe un marcado desarrollo y tendencia de la ocupación de algunas parcelas ejidales, para asentamientos humanos, la mayoría sin servicios; pero destaca la presencia de un polígono que desde hace más de 10 años, quedó considerado para ordenarse a través de un programa o plan parcial de desarrollo urbano (UGA 16-A), lo cual daría certeza legal de ocupación a sus habitantes, y también la pauta para un desarrollo urbano ordenado. Pero este polígono aun no se anexa a la UGA 21, ni cuenta con el PPDU requerido. Todo lo anteriormente descrito denota el potencial de actividades varias en la zona, pero que también generan conflictos entre los diferentes sectores que ocupan esta franja.

c) Recinto Portuario de la Administración Portuaria Integral (API), Puerto Morelos. Aun cuando las instalaciones portuarias de la APIQROO se ubican fuera del municipio, las diferentes perspectivas de desarrollo del municipio de Benito Juárez y de la zona norte de Quintana Roo, así como su potencial de crecimiento poblacional son bastante promisorias en papel, pero en la práctica, la falta de un puerto de altura que permita el arribo de cruceros y barcos de carga, limita la diversificación de las actividades productivas, por lo que eficientizar y ampliar las actuales instalaciones portuarias ubicadas en Puerto Morelos es una necesidad básica y estratégica sin la cual no es posible vislumbrar un desarrollo equilibrado, y que debe vincularse con el reciente proyecto del Tren Maya, que entre ambos permitirán un mayor movimiento de mercancías (insumos) para las diversas actividades productivas, abatimiento en costos de fletes y un menor impacto ambiental y menores emisiones a la atmósfera.

E.- Conservación del Medio Ambiente.

En lo que respecta al desarrollo económico del rubro CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE se busca la preservación del medio ambiente a través del impulso de la cultura de cuidado y respeto, además de fortalecer el marco legal (para actuaciones en contra de quien dañe al medio ambiente). Esto se realizará a través de:

a) Desarrollo de Políticas Ambientales. Incluye la implementación de programas de prevención de incendios forestales, así como de controles para evitar la proliferación de asentamientos irregulares; también considera la restauración de los manglares y de las zonas incendiadas; y finalmente se consideran también los programas y estrategias para preservar los acuíferos libres de contaminación;

b) Gestión Integral de Residuos Sólidos. A través de la implementación de un Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos para las principales localidades del municipio, así como el fortalecimiento del marco legal en la generación, separación, colecta, reciclaje y disposición final de los residuos sólidos urbanos, desde las casas hasta los grandes hoteles e industrias en el municipio.

c) Ordenamiento Ecológico del Territorio. Actualizando el Convenio de Coordinación que obligue a las autoridades competentes a compartir la información de permisos y autorizaciones expedidas que modifiquen la cobertura vegetal; e implementando una bitácora ambiental que sea eficiente y efectiva, y en la que se involucren las autoridades competentes en la continua revisión y seguimiento de los instrumentos ambientales que regulan los usos de suelo y actividades productivas en el territorio municipal;

d) Protección ambiental. Aplicando medidas más severas que garanticen la protección y conservación de los recursos naturales, además de elaborar un padrón de los generadores de residuos de manejo especial (RME); y definiendo sitios autorizados para la correcta disposición de estos RME.

De lo plasmado en estos programas de gobierno, de la información obtenida en los talleres realizados, de la información contenida en estudios y análisis de fenómenos socioeconómicos derivados de la actividad turística, así como de las nuevas necesidades esperadas de la población, se realizaron los análisis tendenciales con este contexto de actualización de los programas municipales de Desarrollo Urbano, mismos que consideran las nuevas reservas urbanas con certeza jurídica para un desarrollo planificado, así como eficientización del desarrollo turístico como motor de las diferentes actividades económicas, y de la regularización de la actividad de desarrollo rural ordenado como una alternativa generadora de inversión y fuentes de empleo, bajo un esquema de sustentabilidad.

Cabe destacar que adicionalmente existen proyectos específicos que fueron analizados en la etapa de Diagnóstico (ya mencionados en la imagen objetivo) y que también incidirán en la toma de decisiones derivada de la actualización del Ordenamiento vigente y que son las siguientes:

F.- Proyectos considerados en el Escenario Contextual.

Sitios para la disposición final de:

- **Residuos Sólidos Urbanos (RSU):**

La disposición final de los residuos sólidos urbanos que genera una ciudad siempre ha sido un tema complicado, pues se ven involucradas decisiones políticas, económicas, ambientales y sociales; en el proceso se debe escoger un sitio que cumpla (ambiental y legalmente) con la normatividad vigente (NOM 083 SEMARNAT 2003), pero que no se encuentre dentro de las tendencias de crecimiento de la ciudad. También debe estar a una distancia suficiente para que no afecte a los habitantes cercanos, pero no tan lejos como para que se incremente el costo y tiempo de traslado de los RSU. Y debe ubicarse a suficiente distancia de cuerpos de agua superficiales y de pozos de extracción de agua y de áreas naturales protegidas.

En el municipio de Benito Juárez, por varios años se dispusieron de estos residuos en la zona continental del vecino municipio de Isla Mujeres y en menos ocasiones dentro de los propios límites municipales.

Actualmente, el municipio de Benito Juárez cuenta desde principios de 2024 con una celda emergente, en la que se disponen los RSU de las municipalidades de Cancún, Isla Mujeres y Puerto Morelos, y que cumple con la NOM ya señalada. En dicha celda se depositan aproximadamente 1,300 toneladas diarias de RSU, y su tiempo de vida útil programado es de 2 años, en lo que se define el sitio para el establecimiento del sitio definitivo de disposición final de los RSU y que requiere el municipio, en una visión de largo plazo (al menos durante los siguientes 20 años), y en el que se pueda planear y establecer no solo las celdas necesarias para los residuos orgánicos, sino también las áreas esenciales para el establecimiento de parques de tecnologías que realicen la selección y separación de los residuos reciclables, disminuyendo el volumen de RSU que llegan diariamente a las celdas e incrementando la vida útil del sitio de disposición final (SDF).

Es por esta razón que, en este proceso de actualización del POEL, se debe analizar cual sitio es el óptimo para la ubicación de un sitio definitivo (al menos 20 años) para la correcta disposición de los RSU y el reciclaje de todo material/ residuo susceptible de serlo.

Actualmente, la denominada “celda emergente” se ubica en la actual Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 20 B y parcialmente en una fracción de la UGA 06 A, a más de 3,900 metros lineales (al oriente) del pozo de extracción de agua más cercano.

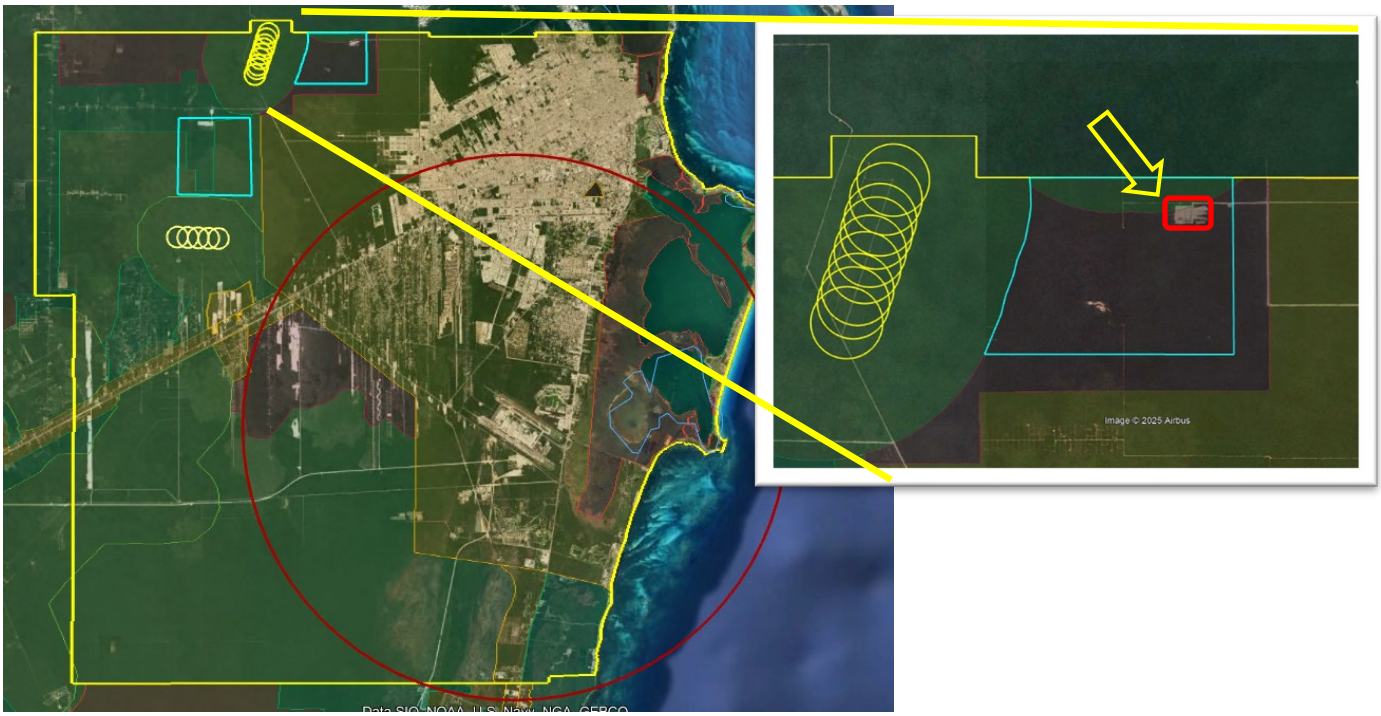


Figura 29.- Ubicación de la "celda emergente" dentro de los límites del municipio de Benito Juárez. El círculo rojo representa los 13 km de distancia respecto del aeropuerto; los círculos amarillos representan el radio de 500 m alrededor de cada pozo de extracción de agua y los cuadros azules representan lo posibles sitios de ubicación del SDF de RSU, considerando una distancia mínima de 500 m respecto del centro de población.

Como puede observarse en la imagen, dentro del municipio existen tan sólo 2 sitios donde podría ubicarse y ser operativamente funcional el sitio de disposición final (SDF) de los RSU que se generan en Cancún. Adicionalmente al cumplimiento de la NOM 083 SEMARNAT 2003, en el predio donde se ubica la celda emergente (Parcela 174 del ejido Isla Mujeres), existen vialidades importantes (como el Arco Norte) que conectan el sitio con la parte Norponiente de la ciudad de Cancún (que es donde la densidad poblacional es mayor, y por ende, donde se genera el mayor volumen de RSU), por lo que su traslado y disposición actualmente abaratan el costo del flete.

La superficie de esta parcela es de 90 hectáreas, por lo que cuenta con una superficie importante para la construcción de la infraestructura necesaria para la contención de los RSU y los lixiviados que se generan en el proceso de descomposición y estabilización de la materia orgánica que se disponga, e incluso considerar áreas para el establecimiento de las áreas de selección y separación de los residuos reciclables. Sin embargo en un horizonte o proyecciones de escenarios a 25 o 30 años, se considera que se requiere de una superficie mayor para asegurar la correcta disposición de los RSU por más tiempo (considerando el incremento poblacional propio del municipio, además del crecimiento inducido por el plan de impulsar el desarrollo turístico de Isla Blanca, en el vecino municipio de Isla Mujeres -zona continental) que se verá reflejado en la ciudad de Cancún (por la presencia del ANP estatal Sistema Lagunar Chacmuchuch y el ANP federal Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano). Además de considerar también la presencia aledaña de los sitios para la selección y separación de residuos, para su posterior reciclaje / reaprovechamiento.

Finalmente, el dar continuidad a la disposición final de residuos en la misma zona (en la que finalmente quedará la huella de la celda emergente), evitará que existan áreas dispersas dentro del municipio que pudieran tener restricciones (que marca la misma NOM 083) respecto de la etapa de estabilización de los residuos depositados en su sitio de disposición final.

- **Residuos de Manejo Especial (RME):**

Existe otro sitio que cumple con la NOM 083 SEMARNAT 2003; se ubica también al norponiente del municipio de Benito Juárez, pero se ubica entre dos polígonos de la UGA 06 A y 06 B, que son UGA con política ambiental de Protección, específicamente de los pozos de agua. Adicionalmente, carece de caminos o vialidades definidos para llegar al sitio, y se encuentra más lejano al conglomerado urbano donde se generan más residuos. Pero cumple con la Norma. Esta situación abre la posibilidad a considerar esa zona como apta para la ubicación de un sitio de disposición final de residuos, pero no necesariamente de residuos sólidos urbanos. Actualmente, en el municipio de Benito Juárez no existe una zona autorizada para la disposición final de residuos de manejo especial, aun cuando existe una alta generación de este tipo de residuos (entre los que se encuentran residuos de rocas, de servicios de salud, residuos generados por actividades primarias, residuos de servicios de transporte, lodos provenientes de plantas de tratamiento, residuos eléctricos y electrónicos, de construcción, de automóviles inservibles los demás determinados por la legislación vigente).

Considerando la alta generación de RSU que existe actualmente en el municipio (superior a las 1,300 ton / día), además de los RME ya mencionados en el apartado anterior y de los restos del sargazo que por temporadas arriban a las costas del estado; y próximamente los residuos generados por los procesos industriales aparejados a la presencia del centro logístico del Tren Maya, si estos RME son dispuestos en el sitio de los RSU, acortarán la vida útil del sitio designado para la presencia del relleno sanitario (o su equivalente), por lo que estos RME deberían ser dispuestos en sitios diferentes, sobre todo considerando que durante su proceso de disposición final, no generan el mismo tipo de contaminantes (en cantidad ni en toxicidad) y que la infraestructura para su disposición es diferente, es que se propone esta zona para la presencia de este tipo de infraestructura de residuos de manejo especial.

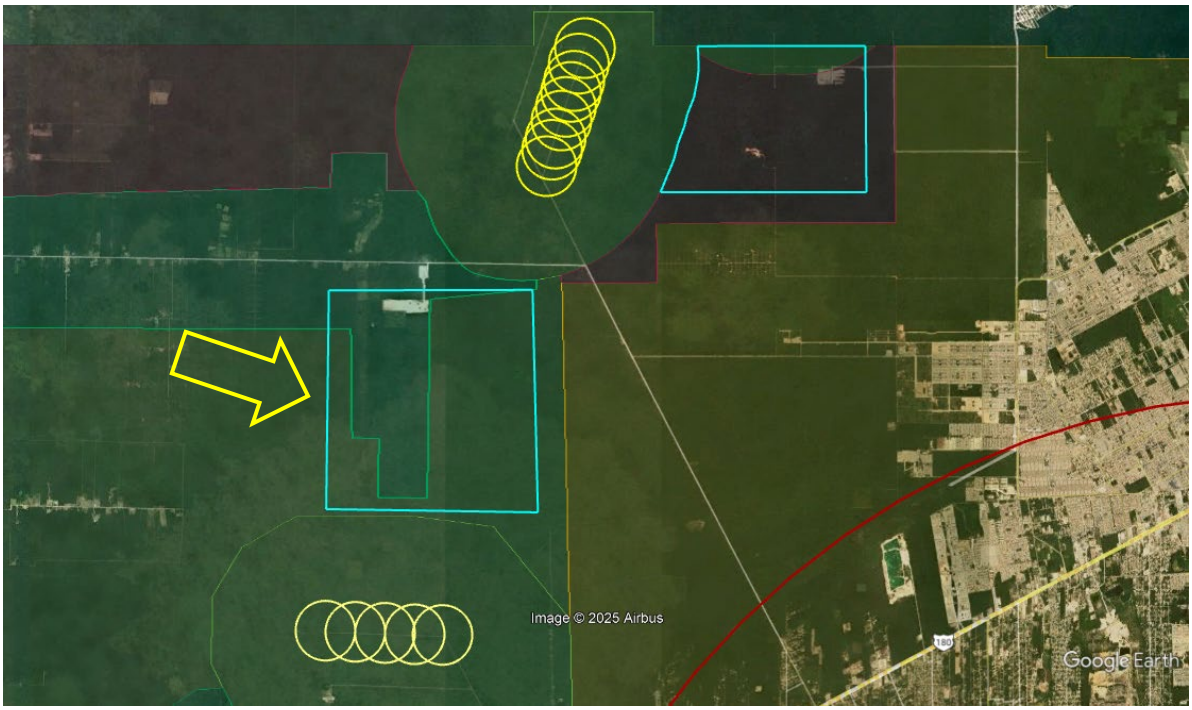


Figura 30.- Ubicación del espacio que cumple con la NOM-083-SEMARNAT-2003, y en el que podría considerarse la construcción del sitio para la disposición final de los residuos de manejo especial que se generen en el municipio.

Centro Penitenciario (Gobierno del estado)

La seguridad es un derecho humano y una responsabilidad indelegable del Estado, que se relaciona con el respeto y la protección de múltiples derechos y bienes jurídicos, como la vida, la libertad, la integridad, el patrimonio, como lo consagra nuestra Carta Magna en su parte dogmática.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), en el artículo 21 establece:

> *La seguridad pública es una función del Estado a cargo de la Federación, las entidades federativas y los Municipios, cuyos fines son salvaguardar la vida, las libertades, la integridad y el patrimonio de las personas, así como contribuir a la generación y preservación del orden público y la paz social, de conformidad con lo previsto en esta Constitución y las leyes en la materia.*

El proyecto "Centro Penitenciario del Municipio Benito Juárez, Quintana Roo" se refiere al establecimiento de infraestructura relacionada a la seguridad pública, con el cual se pretende cubrir las necesidades básicas y óptimas que requiere un centro penitenciario de primer nivel. Este se considera de interés público y de seguridad local, regional y nacional. Este proyecto considera un conjunto de obra y actividades relacionadas con la mejora de las condiciones de infraestructura que requiere el personal interno y administrativo del centro.

Puede considerarse que la ejecución del proyecto consiste en la "reubicación" de la UGA 07 (Infraestructura de Seguridad) en las actuales UGA 18 A y 19, ya que la superficie es similar y las condiciones para su ejecución y operación serían prácticamente las mismas.

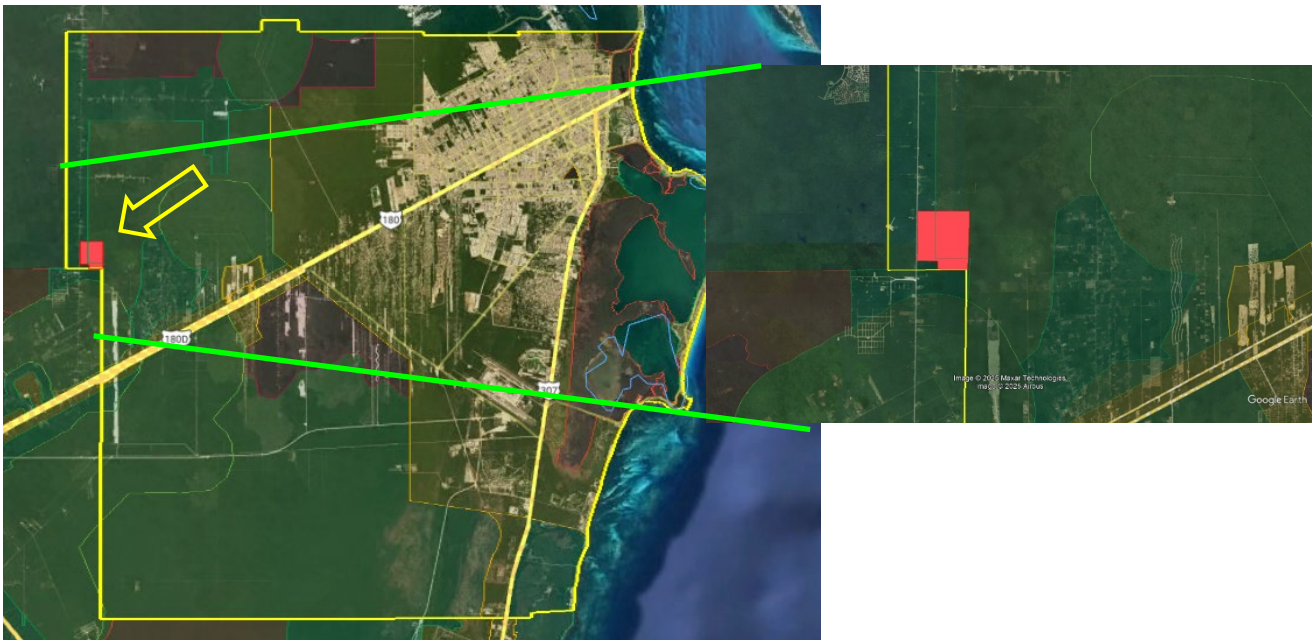


Figura 31.- Ubicación del Centro Penitenciario dentro de los actuales límites municipales de Benito Juárez.

Adicionalmente a la necesidad de que el municipio cuente con un lugar adecuado y que cumpla con la normatividad para las personas privadas de la libertad, el centro penitenciario puede generar ciertos beneficios económicos y sociales en su área de influencia, especialmente en términos de empleo, desarrollo de infraestructura y provisión de servicios. Sin embargo, es crucial gestionar adecuadamente sus impactos potenciales, así como la percepción de inseguridad o la estigmatización de la zona, para maximizar los beneficios sociales esperados.

Nueva línea de alta tensión (Comisión Federal de Electricidad).

La Comisión Federal de Electricidad también tiene considerada su intervención en el municipio, con el establecimiento de una nueva línea de alta tensión (aumento en la capacidad de transmisión para atender el crecimiento de la demanda de energía eléctrica en las zonas de crecimiento de Cancún). Para tal efecto, la CFE instalará un nuevo tendido de cables de energía eléctrica que viene desde Dzitnup, Yucatán, entrando por el vecino municipio de Puerto Morelos (por la ruta de los cenotes), y cuyo trazo atraviesa las siguientes UGA: 05 B, 06 B, 06 C, 08, 18 B, 19, 20 B y 21.

Este tendido se realiza desmontando los árboles presentes en una brecha de poco menos de 30 m de ancho, y que en este caso, tendrá 22.24 km de largo (dentro del municipio, pasando por las UGA ya mencionadas. Una vez limpio el terreno, se colocan las torres de alta tensión y los cables e infraestructura necesaria.

Este proyecto cuenta con sus autorizaciones ambientales correspondientes, presentando un beneficio social importante (al satisfacer la demanda de energía eléctrica), pero también de que no se obstruye la recarga del acuífero y no se limita la libre circulación de la fauna presente en el municipio.

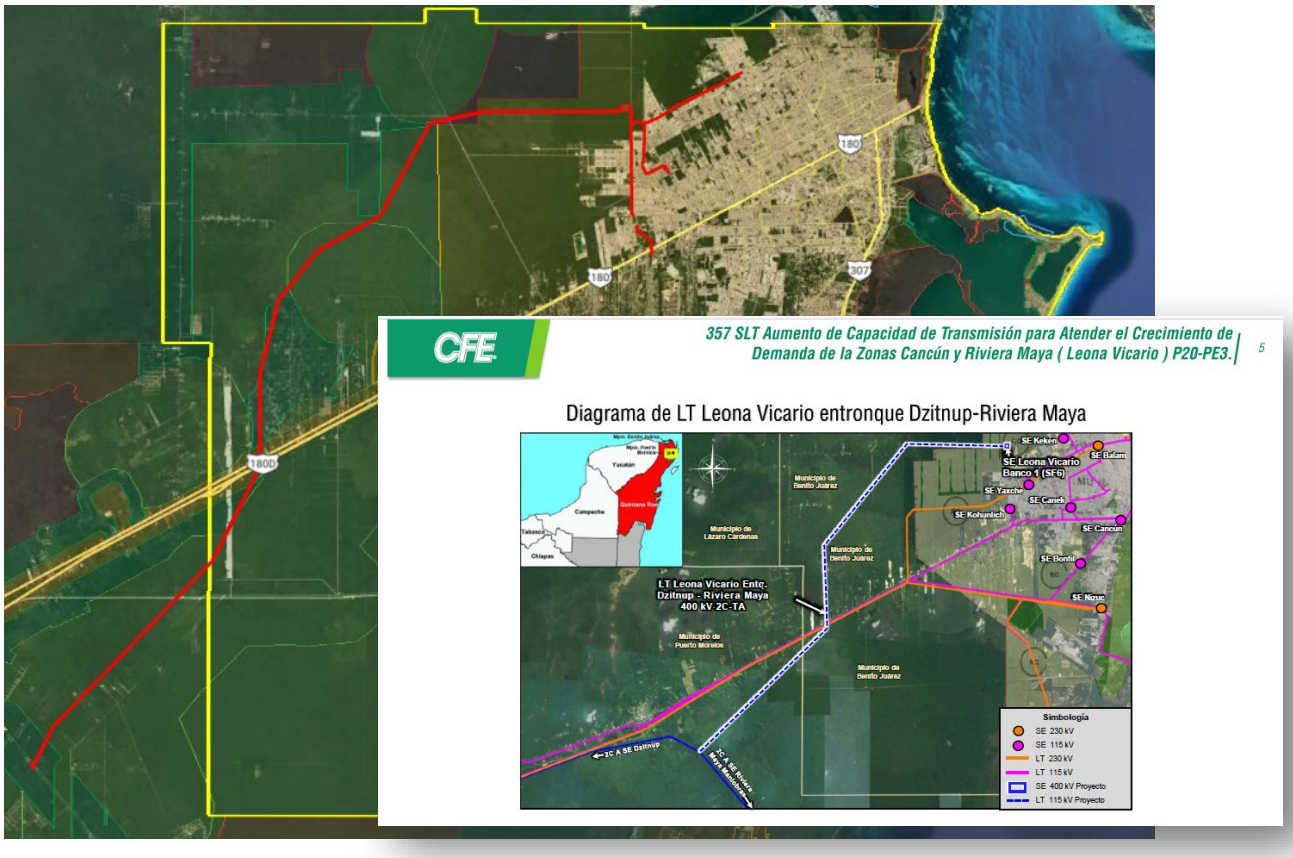


Figura 32.- Trazo del tendido de alta tensión de la CFE para cubrir la demanda de energía eléctrica en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

Ampliación en los pozos de extracción de agua potable (CAPA / AGUAKAN).

La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) de Quintana Roo, junto con la empresa concesionaria Aguakan, también han considerado la ampliación de su infraestructura para cubrir la creciente demanda de agua potable para la ciudad de Cancún y para el vecino municipio de Isla Mujeres.

Para eso, han planteado la ampliación (construcción) de una nueva batería de pozos en las inmediaciones de los ya existentes. Actualmente, en la UGA 06 A existen 30 pozos de extracción de agua, y el proyecto de CAPA / AGUAKAN pretende la construcción de 10 pozos más (al Norte y Este de los ya existentes), para elevar a 40 el número de pozos destinados a cubrir la demanda de agua potable para los 2 municipios de la zona norte del estado.

Cabe resaltar que esta nueva línea de pozos representaría un incremento en la superficie de protección alrededor de los pozos de agua, tal y como lo hace actualmente el POEL vigente, por lo que alrededor de los últimos pozos, se deberá trazar nuevamente el radio de protección de 2 km y definir nuevamente el área que debe proteger a esta zona de captación respecto de actividades que pudieran poner en riesgo la calidad del acuífero.

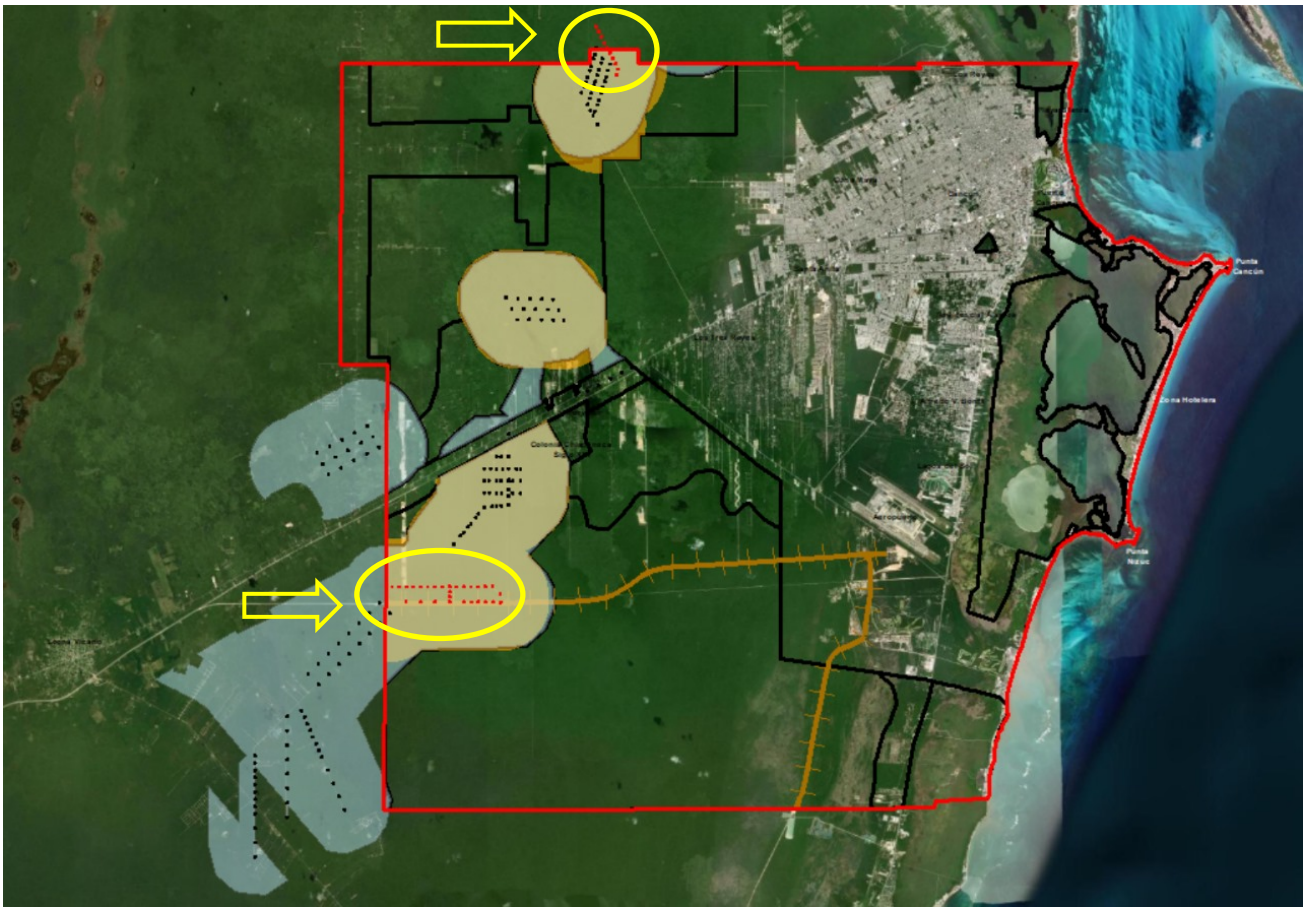


Figura 33. Imagen de los pozos existentes (en negro) y su delimitación de UGA (en azul). También se presentan los nuevos pozos de agua propuestos por CAPA y Aguakan (en rojo), para cubrir la demanda de agua potable. La presencia de los nuevos pozos obliga a reconsiderar su radio de 2 km de protección (en amarillo).

Inclusión en el PDU de la Colonia Chiapaneca / El Porvenir (Estado / Municipio).

Como ya se ha comentado, el tema de los asentamientos irregulares es uno de los principales problemas socio-ambientales que existe en el municipio de Benito Juárez. Ya en los documentos de Caracterización y Diagnóstico se analizó el problema, donde para esas fechas, se calculaba en más de 260 colonias y cerca de 85 mil habitantes en esas condiciones; recalcando que la mayoría de estos asentamientos se ubican dentro de los límites del PDU, distribuidos por toda la ciudad, pero con énfasis en los distritos 16, 17 y 18 del PDU. Sin embargo, existen también varios de estos asentamientos fuera del PDU y que debe escogerse la mejor estrategia para atender y frenar este complicado problema.

Uno de los sitios con mayor densidad poblacional fuera del PDU es la denominada Colonia Chiapaneca / El Porvenir, que desde la publicación del POEL vigente (2014), esta colonia fue considerada como una UGA (16 A, polígono sujeto a PDU) cuyo orden y crecimiento debía ser regulado por un Programa de Desarrollo Urbano. Pero a casi 11 años, esta zona sigue sin regulación urbana, por lo que en este proceso de actualización del instrumento, las autoridades urbanas

(municipales y estatales) han considerado su nueva delimitación y su inclusión a un programa de desarrollo urbano.

Esta UGA 16 A posee 269.17 Ha y se ubica colindante al tramo carretero Cancún – Leona Vicario, a 2.5 km al Poniente del límite del PDU. El análisis detallado de las imágenes de satélite actuales y anteriores han mostrado el crecimiento poblacional en esta UGA y que en su mayoría han sido en condiciones de falta de uno o más servicios básicos. De acuerdo al último censo de INEGI 2020 (https://www.inegi.org.mx/app/scitel/consultas/index#), en estas colonias existían 906 hogares censales, con una población entre 3,800 y 4,500 habitantes, y que al día de hoy, seguramente serían más.

Al incluir esta zona con una alta población, se estaría en posibilidades de regularizar la situación de estas personas, dándoles además de certeza jurídica, la posibilidad de la paulatina regularización respecto de la dotación de servicios básicos (agua, drenaje, recolecta de RSU), además del equipamiento necesario para esa proyección poblacional, regularizando así a casi un 40 % de la población fuera del PDU que se encuentra en asentamientos irregulares.

Adicional a la UGA donde se encuentran la Colonia Chiapaneca y El Porvenir, se consideró parte de la UGA 08 (Corredor Cancún – Leona) como la fracción de interconexión / integración de esta zona, a la UGA 21 de Cancún, lo que implicaría una nueva superficie de aproximadamente



Figura 34. Imagen de la propuesta de ampliación del PDU de Cancún, para integrar al instrumento urbano regulatorio, lo que permitiría regularizar y dotar de servicios básicos a los habitantes de estas colonias.

Bancos de material pétreo (sitios de extracción para cubrir la demanda) y restauración de sitios explotados.

El aprovechamiento de materiales pétreos es una de las actividades que más impactan a los ecosistemas, pues retira por completo la vegetación existente, con el consecuente desplazamiento total de la fauna presente; el retiro de la tierra fértil y la extracción de las capas de material pétreo. Adicionalmente, el retiro de esta capa mineral (que actúa como filtro natural) implica el adelgazamiento de la protección al manto acuífero, lo que incrementa su vulnerabilidad a posibles escenarios de contaminación. Sin embargo y desde los puntos de vista del desarrollo, los bancos de material son "un mal necesario". Si no se cuenta con material para la construcción, no se pueden desarrollar las edificaciones (viviendas, edificios, plazas, oficinas) ni la infraestructura necesaria (vialidades, puentes, plantas de tratamiento de aguas residuales, material de cobertura para el sitio de disposición final de RSU, entre otros) que se requiere para dotar de una calidad de vida adecuada a los habitantes del municipio.

El POEL vigente consideró varias Unidades de Gestión Ambiental en la que pudiera extraerse material pétreo para el desarrollo del municipio (UGA 08; 17 A; 17 B; y 26). Y se consideró para esta actividad, hasta un 30 % de la superficie del predio para su aprovechamiento, dados los impactos que genera. Sin embargo, la presencia de algunos proyectos específicos, detonaron la demanda de grandes volúmenes de material pétreo (Tren Maya y Puente Nichupté), lo que provocó la apertura de decenas de bancos de material pétreo, sobre todo en parcelas ejidales de Alfredo V. Bonfil, y la mayoría de ellas sin los permisos ambientales requeridos por Ley, y en UGA que no permitían la realización de esta actividad.

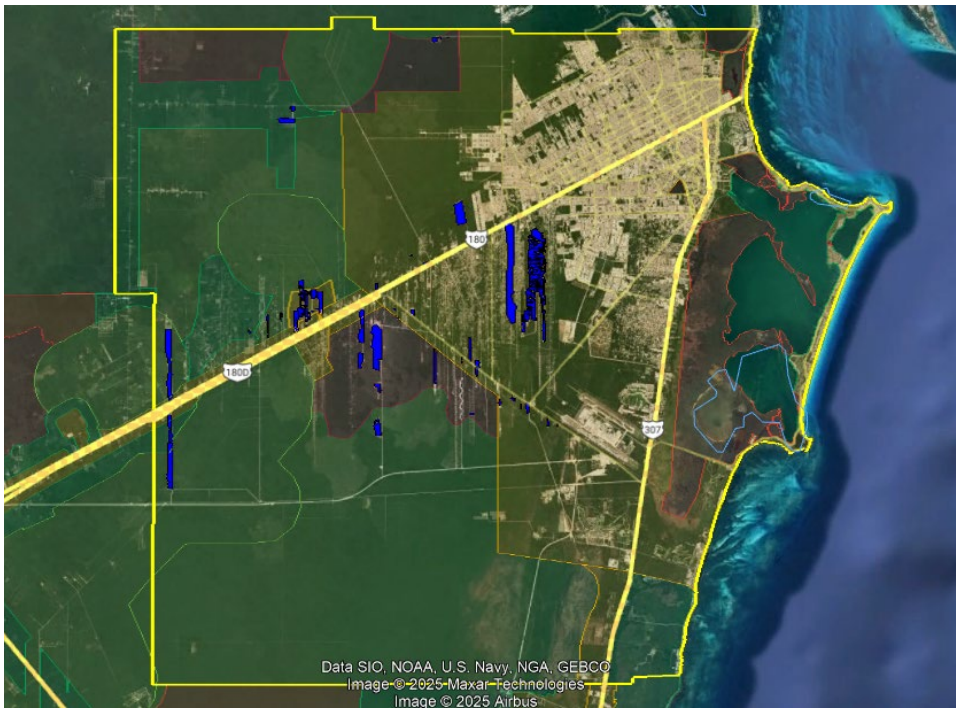


Figura 35. Identificación de los sitios donde fue explotado material pétreo y que son reconocibles en la imagen satelital. Muchos de estos bancos se encuentran en UGA incompatibles para su presencia y operación.

Independientemente de las consecuencias ambientales, existen también observaciones legales que limitan, por una parte, regularizar su situación y permitirles operar, y por otra, tampoco pueden ser consideradas como alternativas para desarrollo rural (establecimiento de vivienda), ya que al encontrarse por debajo del nivel de suelo, de acuerdo a la Ley General de Protección Civil éstas se vuelven zonas bajas, y por ende, de riesgo para el desarrollo de vivienda de cualquier tipo.

Por todo lo anterior, y ante los diferentes escenarios de crecimiento poblacional y turístico, y con las consecuentes necesidades de infraestructura y equipamiento, es que se tiene que decidir cuales son los sitios más óptimos que pudieran ser designados para el aprovechamiento de material pétreo, considerando desde esta designación que se debe regular no sólo la superficie de aprovechamiento, sino también la profundidad (respecto del manto freático), así como la conveniencia o no de permitir el alumbramiento del manto acuífero durante la extracción del material pétreo. Otros criterios para la propuesta de ubicación son que la vegetación ya presente algún grado importante de afectación; el que no se encuentre tan alejado del centro de población, pero preferentemente fuera del mismo, ni cercano a los pozos de extracción de agua.

Bajo los criterios señalados, y derivado del taller participativo de la etapa de Pronóstico, la zona que cumple con las características antes señaladas se ubica paralela al sur de la vialidad conocida como “Libramiento Aeropuerto”, lo cual también coadyuvaría a limitar o “desincentivar” la presencia de viviendas (asentamientos irregulares) en la zona.

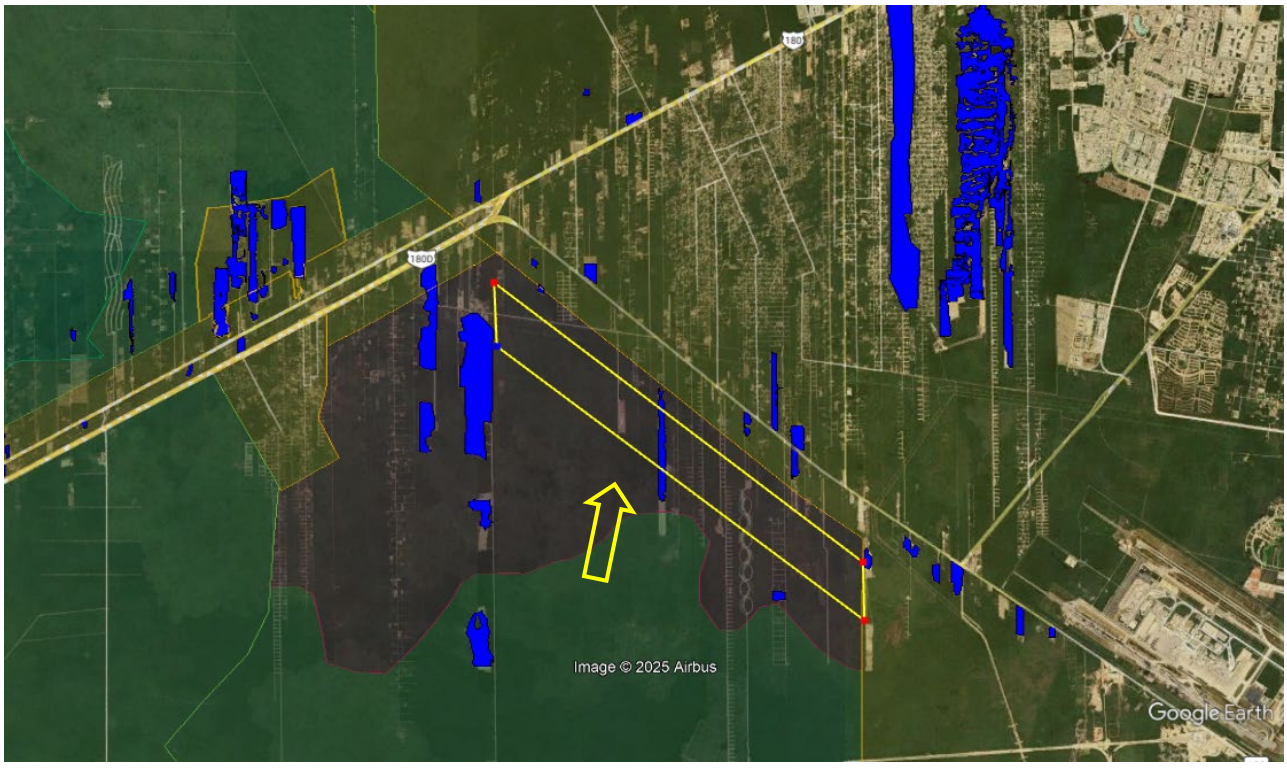


Figura. Propuesta de ubicación del sitio con mejores condiciones para destinarse a la extracción de material pétreo para el desarrollo urbano y de infraestructura en el municipio.

Parque eólico (Gobierno del estado).

El desmesurado crecimiento poblacional que tuvo Cancún hace algunas décadas se ha ralentizado pero todavía tiene una alta tasa de crecimiento poblacional, muy por encima de la media nacional. Esto ha sido un problema desde el punto de la dotación de servicios: se construyen casas a una velocidad mucho mayor de la que se instalan redes municipales de servicios (agua potable, drenaje sanitario, vialidades pavimentadas, calles alumbradas y suministro de energía eléctrica). Respecto de este último servicio, el Gobierno del estado de Quintana Roo ha planteado que, para disminuir la dependencia del estado en materia eléctrica, ya que la mayor parte de la que se consume, proviene de otras entidades.

Esto se pretende materializar a través de la construcción y operación de un parque eólico de generación de energía eléctrica, con capacidad total de 600 Mw y construido en etapas, en el área de la llamada Zona Agropecuaria, en el municipio de Benito Juárez.



Figura 37. Ubicación del sitio designado por el Gobierno del estado para la posible realización de un proyecto de generación de energía eólica y/o energías alternativas.

Aun faltan estudios para determinar la factibilidad y suficiencia de la intensidad de vientos en la zona, pero l necesidad de cubrir la demanda de energía eléctrica para el municipio y depender menos de la Comisión Federal de Electricidad, es una realidad que debe ser considerada en este proceso de actualización (modificación) del POEL BJ.

Tren Maya (Gobierno Federal).

El Tren Maya es un proyecto prioritario cuyo objetivo principal es lograr el desarrollo sustentable del sureste de México. Este proyecto constituye una oportunidad para potenciar el desarrollo social, cultural y económico de la península de Yucatán. El Proyecto es una obra de infraestructura ferroviaria que recorre la región sureste del país, abarcando estados como Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. En su ruta recorre más de 1,470 Kilómetros en donde mejora la movilidad de 40 Municipios y 181 Localidades.

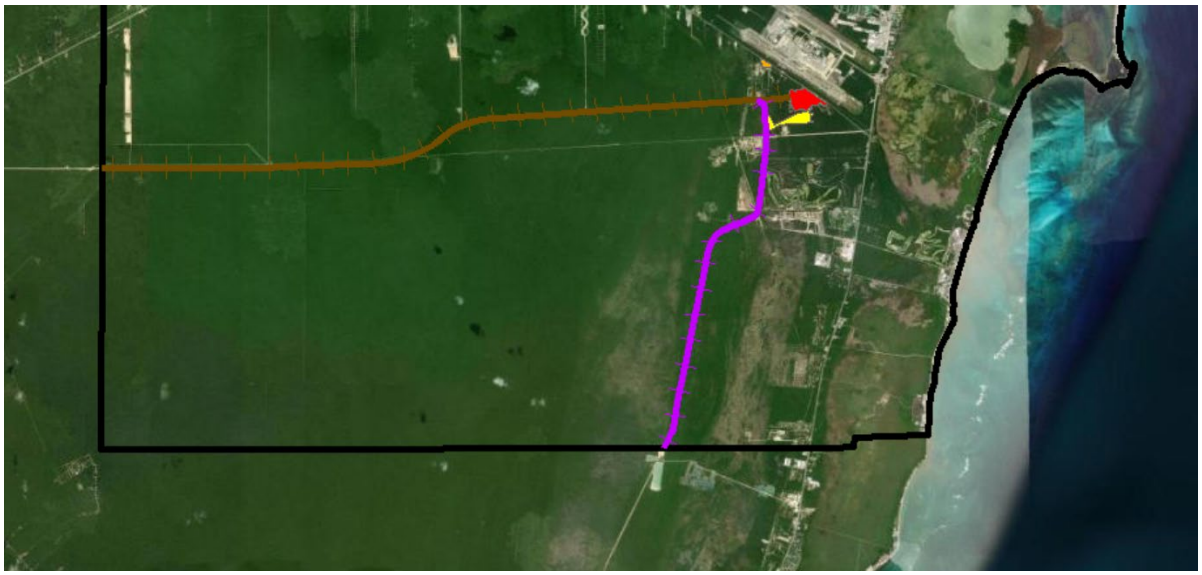


Debido a la gran Extensión de territorio que recorre el tren maya, se dividió en siete diferentes tramos siendo los siguientes:

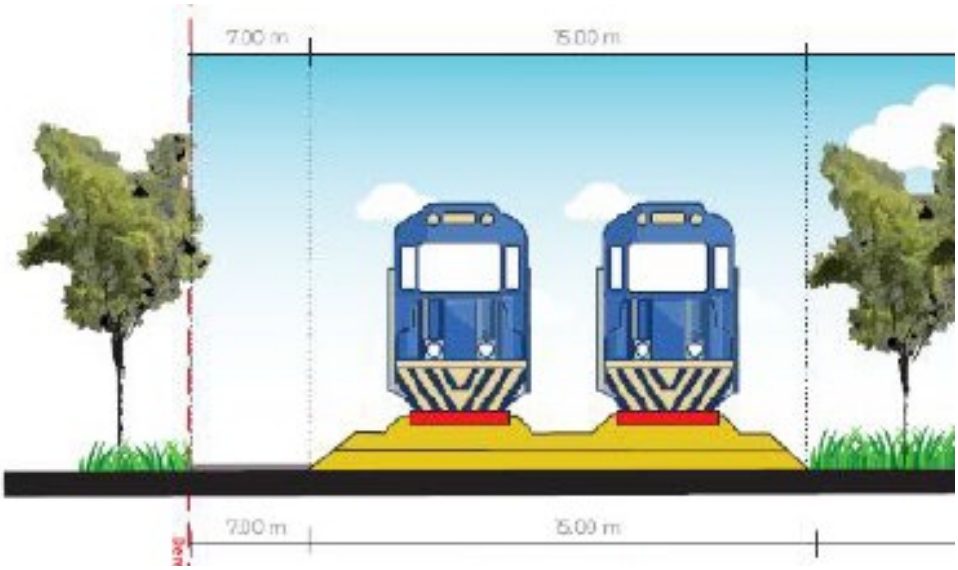
Tramo	Localidades	Distancia
Tramo 1	Palenque- Escárcega	226.3 km
Tramo 2	Escárcega- Calkini	215.9 km
Tramo 3	Calkini- Izamal	159.7 km
Tramo 4	Izamal-Cancún	239.0 km
Tramo 5	Cancún- Tulum	111.3 km
Tramo 6	Tulum- Chetumal	255.4 km
Tramo 7	Chetumal- Escárcega	256.1 km

Dentro del municipio de Benito Juárez, la ruta del Tren Maya recorre un total de 32.91 km, de los cuales 21.25 km corresponden a una porción del tramo 4 (Cancún- Leona Vicario) y 11.66 km al tramo 5 (Cancún – Puerto Morelos).

En la siguiente imagen se puede observar en color café el tramo 4 y de color morado el tramo 5. Por otro lado, en la misma imagen de color rojo se muestra el área de la Terminal de Cancún y Oficinas generales del Tren Maya, de color Naranja el Centro de Capacitación y de Color amarillo el área de los talleres.



Como se puede ver en la siguiente imagen el derecho de vía del Tren Maya es de 15 metros para las vías y de siete metros para el camino de servicio.



Se espera que el Tren Maya transporte alrededor de 3 millones de pasajeros al año una vez que esté en operación completa. Este número puede variar dependiendo de la demanda de los servicios de transporte y del desarrollo turístico en la región. El proyecto también tiene como objetivo fomentar el turismo en el sureste de México, por lo que se espera que una parte significativa de los pasajeros sean turistas que visiten las zonas arqueológicas y playas de la región.

Por lo anterior, este proyecto del gobierno federal (Tren Maya) tendrá una influencia muy grande en el estado de Quintana Roo, y especialmente en el municipio de Benito Juárez, por ser un inductor del desarrollo, además de una nueva vía de comunicación que trasportará desde y hacia Cancún, a miles de turistas, incrementando la demanda de espacios y servicios aparejados a esta actividad.

Escenario Contextual para el municipio de Benito Juárez (crecimiento poblacional al 2050).

En el capítulo del escenario tendencial se realizaron las proyecciones de este crecimiento poblacional, económico y social (sectorial), con el consecuente deterioro / degradación ambiental; Sin embargo, con las nuevas perspectivas de desarrollo agrupadas en los 4 ejes rectores identificados, este desarrollo considerará:

1. Orden y Planificación adecuada del Desarrollo Urbano y Rural, derivado de la actualización de los programas urbanos vigentes que ya eran obsoletos para la dinámica poblacional de las principales localidades del municipio, donde se consideran las posibles modificaciones a los límites del centro de población, reservas urbanas suficientes y con una visión a largo plazo, y la actualización de los programas de desarrollo urbano, considerando la perspectiva ambiental como base para una planificación y desarrollo sustentable.
2. Consideración de nuevas zonas turísticas diversificadas, diferentes al concepto tradicional de “Sol y Playa” (por las condiciones ambientales de las zonas con potencial y aptitud para este turismo diversificado, posiblemente bajo un esquema mixto residencial para potenciar la infraestructura y equipamiento de estas zonas, y maximizar el futuro valor agregado en zonas consideradas para este desarrollo. Estas nuevas zonas de reserva turística deben considerar estrategias que observen las consecuencias del Cambio Climático, específicamente en las áreas consideradas para la futura conurbación entre los 3 municipios de la zona norte del estado, y con énfasis en las franjas costeras del municipio.
3. Regularización de algunos asentamientos irregulares, así como el fomento de la actividad de Desarrollo Rural en tipo de fraccionamientos rurales de alta plusvalía para un mercado de alto poder adquisitivo, en zonas de alto valor paisajístico y con presencia de vialidades y poblados de apoyo.
4. Fomento del Desarrollo Económico a través de proyectos detonadores que puedan ser considerados como el inicio de la diversificación de la actividad económica productiva en el municipio, ubicándolos en los sitios más aptos, y con una observancia estricta en el cumplimiento de la normatividad ambiental.
5. Fomento, consolidación y fortalecimiento del Desarrollo Rural a través de la implementación y apoyo de Agronegocios y Actividad Agrícola en el ejido de Alfredo V. Bonfil, además del fortalecimiento de programas de apoyo para la actividad de Aprovechamiento Forestal Sustentable (maderable y no maderable) enfocado a los ejidos forestales del municipio y en las propiedades privadas de Bosques de Cancún.
6. Fomento a los programas y acciones encaminadas a la preservación del medio ambiente, enfocados en las zonas afectadas por los incendios forestales, donde se ubiquen asentamientos irregulares, en las acciones encaminadas a la restauración efectiva de los manglares y elevando el nivel de protección de las zonas de recarga y extracción de agua para consumo humano.

De lo anterior, se realizó un análisis comparativo entre las expectativas actuales de desarrollo y la visión general del municipio a largo plazo, contra el espíritu del POEL del 2014 y la visión que en aquel entonces se tenía para el municipio, para después establecer (del análisis y condiciones de sus respectivos desarrollos), un escenario más “real” de los procesos sociales y ambientales en el municipio de Benito Juárez.

Tomando las experiencias (tanto positivas como negativas) del desarrollo económico, poblacional y ambiental del municipio (derivado de su apertura turística), y analizando los factores ambientales, sociales, económicos y legales que prevalecían cuando se dio esta apertura económica, se obtuvieron puntos de comparación (en el análisis tendencial) que permitieron extrapolar las tendencias de crecimiento de Cancún, y así analizar y calcular las posibles tasas de crecimiento poblacional, demanda de servicios, posibles impactos ambientales y modificaciones a los ecosistemas, derivados de dicha apertura a la actividad turística en el municipio de Benito Juárez.

Análisis e identificación de las zonas con potencial para el desarrollo del municipio de Benito Juárez:

Para aterrizar las perspectivas de los Planes Estatal y Municipal de Desarrollo para la presente administración y que servirá de base para la diversificación de las actividades productivas y la consolidación del desarrollo económico y social del municipio, se realizaron diversas reuniones con autoridades del ámbito estatal y municipal (IMPLAN, Desarrollo Urbano, Turismo, Medio Ambiente, entre otras), con el fin de establecer y analizar las posibles áreas donde pudiera comenzar el desarrollo (tanto turístico como rural), con una perspectiva de inicio y crecimiento en un período de 25 años.

Las zonas consideradas para el Desarrollo Sustentable son:

Zona	Tipo de Aprovechamiento/ Sector
Polígono de conurbación Cancún – Puerto Morelos	Mixto Urbano / Turístico
Eje carretero Cancún – Leona Vicario	Industria Ligera / Material Pétreo/ Desarrollo rural
Sur del libramiento Aeropuerto	Industria Ligera / Material Pétreo
Polígonos de extracción Agua potable	Conservación

De acuerdo al análisis y al consenso con los participantes en diversas reuniones de trabajo, en esos sitios existe el potencial para llevar a cabo estas actividades, pero anteponiendo la necesidad de dotación previa de los servicios básicos para las actividades consideradas y que servirán como apoyo a este desarrollo esperado.

Factores a considerar para el crecimiento del municipio y que pueden modificar los escenarios planteados.

Existen diversas situaciones externas al municipio y que pudieran alterar las tendencias del crecimiento poblacional del municipio, y por consecuencia, la demanda de servicios básicos y varios impactos ambientales sinérgicos a los evaluados. Por una parte, la presencia del **Tren Maya** es muy reciente y apenas se acaban de concluir los tramos 6 y 7, por lo que este novedoso medio de transporte (en la península) aun no traslada a tantos usuarios; sin embargo, la reciente conclusión de las obras prevé el incremento en el número de viajeros desde y hacia Cancún, con la consecuente demanda de más servicios turísticos y servicios básicos (agua, drenaje, energía eléctrica, recolecta y disposición de RSU, entre otros).

Por otra parte, dentro de los 100 compromisos del gobierno federal, El **corredor turístico Cancún-Isla Blanca** es una de las primeras grandes obras anunciadas por la presidenta Claudia Sheinbaum Pardo en su mandato, y será construido en aproximadamente dos años.

Este ambicioso proyecto busca mejorar la conectividad y la movilidad entre Cancún y la zona turística de Costa Mujeres, al norte de Isla Blanca (Zona continental del municipio de Isla Mujeres), con una inversión federal inicial de casi 3 mil millones de pesos.

Características del Corredor Turístico Cancún-Isla Blanca

La obra consistirá en la construcción de más de 25 kilómetros de infraestructura vial, con un diseño moderno que incluirá:

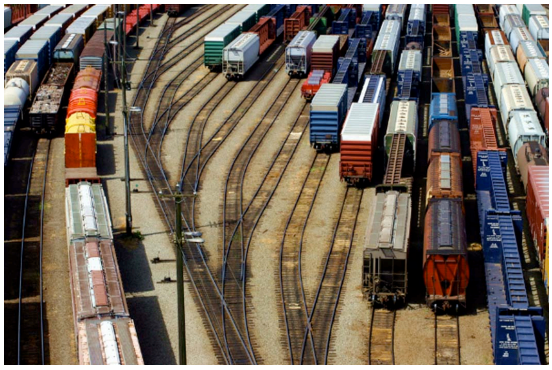
- Cuatro carriles
- Alumbrado público
- Banquetas y ciclovías
- Camellón central

El objetivo principal es reducir los tiempos de traslado para los trabajadores y turistas que se dirigen a la zona hotelera de Costa Mujeres. Se estima que la construcción del corredor turístico creará al menos 500 empleos directos y consolidará a Costa Mujeres como uno de los destinos turísticos más atractivos de Quintana Roo. El corredor turístico Cancún-Isla Blanca es solo el comienzo de una serie de proyectos que transformarán la infraestructura y la movilidad de Quintana Roo, impulsando su economía y reforzando su posición como uno de los principales destinos turísticos de México.

Este proyecto también traerá repercusiones en el municipio de Benito Juárez, ya que no existe una “vinculación vial” entre Los centros de población de Isla Mujeres (Isla Mujeres – Isla Blanca – Ciudad Mujeres), tanto por el mar como por la Laguna Chacmuchuch y por la presencia del Área Natural Protegida Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano, que no permite el establecimiento de una conexión vial. Por lo anterior, el futuro desarrollo de Isla Blanca forzosamente estará vinculado comercial y socialmente con Cancún, y la mayor parte de los trabajadores (residentes y migrantes) y proveedores de ese nuevo destino turístico proyectado, residirán en esta ciudad (con la demanda de los servicios básicos ya señalados con anterioridad).

Por otra parte, dentro de los *100 Compromisos para el Segundo Piso de la Cuarta Transformación*, se encuentra específicamente el **compromiso 77. Implementación del transporte de carga en el Tren Maya**; que consiste en la construcción de una terminal multimodal de carga, donde se espera que existan varias vías, bodegas, almacenes y centros de distribución que permitirán distribuir por carretera hacia el resto del estado, todos los productos que traiga el Tren Maya.

Esta importante infraestructura para el movimiento masivo de carga también requerirá de cierta infraestructura y equipamiento para su operación, entre las que destacan: vialidades adecuadas, además de requerimientos de agua potable, plantas de tratamiento de aguas residuales, almacenamiento de combustible, sitios adecuados para el manejo de residuos peligrosos y residuos de manejo especial, entre otros.





Pero en contraparte, el servicio de transporte de carga del Tren Maya disminuirá sustancialmente la gran cantidad de tráileres que diariamente se trasladan desde Puerto Progreso (Yucatán) y desde el centro del país, hasta el estado de Quintana Roo, para el suministro de los habitantes y de la industria turística (alimentos, combustibles, productos de construcción, muebles, y demás productos). Aun cuando no hay un censo específico de la cantidad de vehículos de carga ingresan al estado, se calcula que son más de 500 vehículos diarios de este tipo. Y cada vehículo automotor, además de las emisiones a la atmosfera, también presentan el riesgo de accidentes, derrames y otros impactos ambientales potenciales que se espera disminuyan con la puesta en operación del transporte de carga del tren.

Escenario contextual para el sector Desarrollo Urbano.

Así, algunas de las perspectivas que se consideran con la modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Benito Juárez son las de definir nuevas bases y actualizar las perspectivas de desarrollo poblacional bajo el esquema del aprovechamiento sustentable, para la eficientización del desarrollo turístico convencional, el orden y regularización del desarrollo urbano y rural (estableciendo las áreas factibles para su desarrollo planificado), y el fomento de proyectos que impulsen la diversificación de las actividades productivas del municipio, además del seguimiento adecuado en el cumplimiento de la normatividad ambiental que permita alcanzar os objetivos del POEL.

ETAPA DE PRONÓSTICO

De lo anterior, y partiendo de la situación tendencial actual mencionada, se proyectaron diferentes tasas de crecimiento poblacional (a 25 años) tomando los ya mencionados Ejes Estratégicos como punto de partida para el análisis:

1).- El ordenamiento ecológico del crecimiento urbano y Rural. El municipio regulará la ocupación de la propiedad ejidal, disponiendo de manera legal y suficiente de suelo apto para satisfacer ordenada y anticipadamente las necesidades de vivienda y de bienes públicos urbanos, conforme a las proyecciones del crecimiento de la población y las tendencias de la migración, para abatir la incorporación de tierras al desarrollo urbano y rompiendo el ciclo invasión-regulación; e integrando mediante concertación, la dotación con tierras de origen ejidal y comunal al centro de población, de acuerdo con los planes de desarrollo.

   Por medio de la compatibilidad entre los instrumentos de planeación y la aplicación coordinada de la normatividad ambiental, se logrará establecer desarrollos urbanos y rurales integrales y sustentables, para satisfacer de viviendas dignas a la población local (independientemente de la situación socioeconómica de los habitantes en zonas rurales); con una visión ambiental adaptada a las condiciones particulares de los ecosistemas costeros (por efectos del Cambio Climático). A largo plazo, se considera debe quedar satisfecha la necesidad de mantenimiento y modernización de la infraestructura urbana y el equipamiento suficiente para una ciudad en crecimiento.

2). Protección del agua.- Se llevarán a cabo acciones de conservación del agua como recurso prioritario y vital para el desarrollo del municipio, sustentado en la propuesta interinstitucional para la delimitación y decreto de las áreas de protección de las zonas de extracción, las áreas de amortiguamiento y de reserva del acuífero propuestas por CAPA y CONAGUA. Mediante los acuerdos de coordinación entre los tres niveles de gobierno, se ejecutarán los programas sectoriales previstos y se aplicará la normatividad de manera irrestricta para lograr una propuesta integral de protección de los acuíferos del Norte de Quintana Roo, los cuales descargan sus excedentes en playas limpias y arrecifes saludables.

3) Conservación de la biodiversidad.- Para salvaguardar la biodiversidad se mantienen y fortalecen los programas de manejo de las áreas naturales protegidas de este municipio y se determinan acciones coordinadas de protección y restauración en los humedales y zonas inundables, incluyendo manglares, tulares, sabanas y selvas bajas, donde se mantienen los servicios ambientales que ofrecen estos ecosistemas.

4) La diversificación de las actividades productivas.- El fomento de acciones y la canalización de inversiones para el establecimiento y desarrollo de nuevas actividades productivas, industriales, comerciales y científico-tecnológicas que sean compatibles con el turismo y la conservación de los ecosistemas terrestres y costeros, son la mejor opción para diversificar las actividades productivas y generar estabilidad económica en el futuro de este municipio. Se implementará un programa permanente de saneamiento de las lagunas costeras, así como la instalación y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales en todos los asentamientos humanos; se rehabilitan los caminos rurales; y se cuenta con pasos hidráulicos en los humedales.

ETAPA DE PRONÓSTICO

Los proyectos que darán continuidad y/o mejora en la atracción de la inversión, en la generación de empleos, y en mejoras en la calidad de vida de los habitantes del municipio serían básicamente la eficientización y diversificación de la actividad turística (convencional); el impulso y establecimiento de la actividad turística alternativa, la actualización y cumplimiento de los instrumentos de planeación urbana, así como el ordenamiento y reubicación de los habitantes de asentamientos irregulares; y el impulso de un desarrollo rural ordenado con densidad habitacional baja, de acuerdo a la normatividad vigente.

Bajo estas premisas, el escenario tendencial se modificaría a posibles escenarios contextuales y que incluso pudieran presentar diferentes tasas de crecimiento:

Tabla XXX.- Comparación de los escenarios tendenciales y contextuales de crecimiento poblacional y mancha urbana, así como la demanda de servicios básicos, en el Municipio de Benito Juárez.

	Escenario Tendencial (tasa mixta)						Escenario Contextual Esperado (tasa mixta)					
Año	**Población esperada**	**Sup. Mancha urbana (Ha)**	**Demanda Agua potable (m^3/día)**	**Gen Agua residual (m^3/día)**	**Gen RSU (ton/día)**	**Tasa %**	**Población esperada**	**Sup. Mancha urbana (Ha)**	**Demanda Agua potable (m^3/día)**	**Gen Agua residual (m^3/día)**	**Gen RSU (ton/día)**	**Tasa %**
2020	911,503	13,870	200,531	164,071	911.5	3.3	911,503	13,870	200,531	164,071	911.5	3.3%
2025	1,031,430		226,915	185,658	1,031.4	2.5	1,036,667		228,067	186,600	1,036.6	2.6%
2030	1,153,709	18,808	253,816	207,668	1,153.7	2.3	1,161,830	18,940	255,603	209,130	1,161.8	2.3%
2035	1,275,987	22,669	280,718	229,678	1,275.9	2.0	1,286,994	22,865	283,139	231,659	1,287.0	2.1%
2040	1,398,266	26,530	307,618	251,752	1,398.2	1.8	1,412,157	26,794	310,675	25,189	1,412.1	1.9%
2045	1,520,545	29,020	334,520	273,699	1,520.5	1.7	1,537,321	29,340	338,211	276,718	1,537.3	1.7%
2050	1,642,824	31,509	361,422	295,709	1,642.8	1.6	1,662,484	31,886	365,747	299,248	1,662.5	1.6%

NOTA:

Para este análisis, se consideraron los siguientes parámetros:

- Consumo promedio de agua potable: 220 lt/persona/día
- Generación de aguas residuales: 180 lt/persona/día
- Generación de residuos sólidos urbanos: 1.0 kg/persona/día

De acuerdo a las tablas anteriores, se observan las tendencias de crecimiento poblacional y de demanda de servicios básicos para el municipio de Benito Juárez, bajo diferentes escenarios inducidos por tasas de crecimiento diferenciado, calculadas por los factores ya mencionados de apertura y consolidación del desarrollo, y por la realización de los diferentes proyectos estratégicos ya descritos con anterioridad.

Los diferentes escenarios se plantean bajo la perspectiva que rara vez el desarrollo y crecimiento poblacional y económico se presentan de manera lineal, por lo que se planteó el escenario contextual

esperado, con una tasa mixta (no lineal) de crecimiento, comenzando por una tasa realista (de acuerdo a los últimos censos de INEGI), mientras se trabajan y construyen las condiciones para eficientizar el desarrollo de las diferentes actividades (estas condiciones son diferenciadas para cada actividad, pero se resumen en realizar la introducción previa de servicios, tanto en la zona urbana como en las localidades existentes, además de un mejor control de las actividades permitidas en el territorio municipal).

Posteriormente se manejan tasas diferenciadas a la baja (ante el agotamiento de las reservas turísticas), tendientes a un crecimiento turístico y poblacional asintótico (de estabilización) hacia una población que en los próximos 25 años no alcanzaría el millón setecientos mil habitantes; esto, sin menoscabo al medio ambiente y/o los recursos naturales presentes en las áreas detonantes. Esta desaceleración de las actividades económicas (que no necesariamente deben ser vistas como pérdida económica, pues abre la posibilidad a la muy requerida "diversificación económica- productiva") también consideraría una disminución en la presión sobre el recurso "tierra" (cambio de uso de suelo forestal) y de otros recursos naturales, como la vegetación, la fauna los servicios ambientales y el recurso agua, lo que podría coadyuvar a alcanzar el objetivo del desarrollo sustentable que se espera para este municipio.

Escenario Contextual para el sector Turismo Convencional.

Ya se analizó la evolución histórica de la construcción de cuartos hoteleros para este municipio de Benito Juárez, así como la posible tendencia a ocupar lo que los instrumentos actuales permiten. También ya se comentó que desde la división de este municipio para crear el municipio de Puerto Morelos, quedaron en esa última circunscripción, las áreas con mejor masa forestal, las zonas de recarga del acuífero y gran parte de la línea de costa. En este último punto es donde más se afectó al Turismo Convencional, al quedar prácticamente sin reservas territoriales para la realización de la actividad de "Sol y Playa" en la que se basó inicialmente el desarrollo de todo este destino turístico. Al quedar el municipio sin costa arenosa libre de edificaciones, se limita la posibilidad de continuar con la construcción de más cuartos hoteleros bajo el esquema ya descrito, lo cual obliga a buscar alternativas (diversificación) de esta actividad (turismo médico, de convenciones, cultural, e incluso, de impulsar el ecoturismo, que se realiza de forma limitada en el municipio).

Otro factor a considerar, es que FONATUR cedió al Gobierno del estado (SEDETUR) las facultades para la promoción turística en todo el estado. Y ya SEDETUR ha analizado el tema del agotamiento de la reserva turística y está impulsando en el territorio municipal lo que llaman "*Zona Prioritaria de Gestión Turística Sustentable*", en la que plantean llevar a cabo una serie de acciones tendientes a la continuidad de la actividad turística, bajo un enfoque de sustentabilidad social, ambiental y económica, de acuerdo al Plan Maestro de Turismo Sustentable de Quintana Roo, publicado en el Periódico oficial del gobierno del estado de Quintana Roo el 10 de diciembre de 2020. Este *Plan Maestro de Turismo Sustentable* es considerado como el instrumento rector de la actividad turística del estado, permitiendo la implementación de un modelo que prioriza la sustentabilidad, competitividad, inclusión y prosperidad en cada uno de los destinos turísticos del Caribe Mexicano.

La propuesta de *Zona Prioritaria de Gestión Turística Sustentable* de SEDETUR para el municipio de Benito Juárez se presenta a continuación:

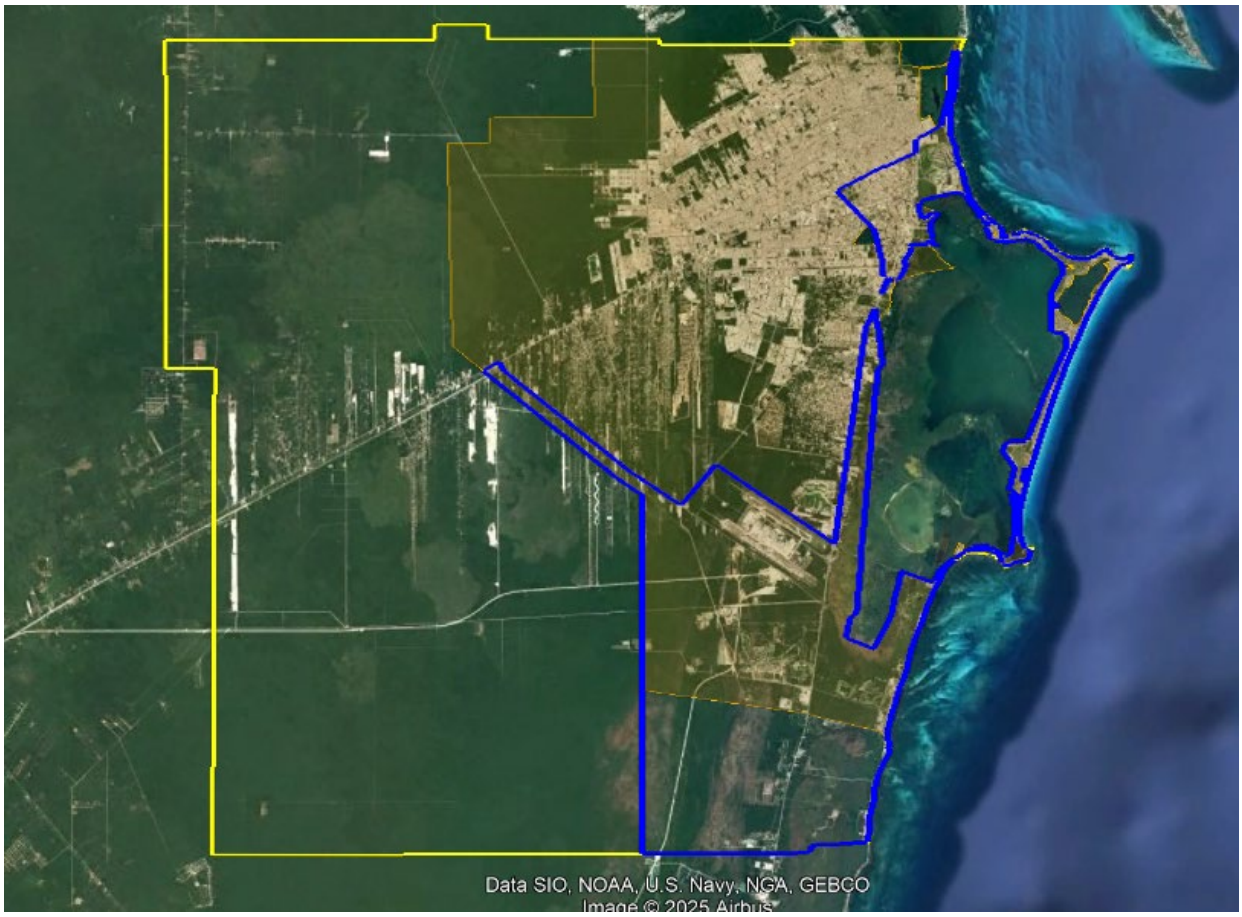


Figura 37. Propuesta de la Zona Prioritaria de Gestión Turística Sustentable (en contorno azul), propuesta por SEDETUR para el municipio de Benito Juárez. La imagen incluye la UGA 21 (zona urbana de Cancún), regulada por PDU.

Esta propuesta de Zona Prioritaria para el turismo incluye una buena parte de la zona urbana, así como la totalidad de la zona hotelera, el aeropuerto y el libramiento que une ambas carreteras federales (307 y 180), así como la porción regulada por POEL que une a los municipios de Benito Juárez con Puerto Morelos. La zona urbana y zona hotelera cuentan con prácticamente todos los servicios básicos municipales, pero la franja entre ambos municipios aún no cuenta con infraestructura ni equipamiento. Pero cuenta con la carretera federal 307, una porción de la vía del Tren Maya (tramo 5), además de la franja costera y ecosistemas de manglar, selva mediana, selva baja y tulares, que son ecosistemas atractivos para impulsar desarrollos de turismo alternativo, adecuadamente planificados y en los que existan todos los servicios básicos.

De los análisis realizados de la afluencia turística y considerando que ya no existe una reserva turística costera, como ya se comentó, se espera en este escenario contextual, que la asistencia de turistas a este destino se vaya ralentizando y su crecimiento sea asintótico y llegue (alrededor del año 2030) a un promedio máximo de hasta 8.5 millones de turistas por año (considerando la posible diversificación de la actividad turística y con campañas de promoción adecuadas) derivadas de esta Zona Prioritaria de Gestión Turística Sustentable.

Escenario contextual del consumo de agua en el municipio de Benito Juárez (derivado de los escenarios de crecimiento urbano y turístico).

El turismo es y ha sido, desde los inicios de Cancún a principios de los años 70's, la principal actividad económica que ha impulsado el desarrollo económico y social, no solo en este municipio, sino en el estado y en el país. Esto ha dado origen a un vertiginoso crecimiento poblacional en este municipio de Benito Juárez y en toda la zona norte del estado de Quintana Roo. Entre los años 80´s y 90´s, la ciudad de Cancún llegó a presentar una tasa media de crecimiento anual (TMCA) superior al 17%, contrastando con el promedio nacional del 1%.

Este crecimiento poblacional obviamente impulsó una muy fuerte demanda de servicios básicos, entre las que destacan la demanda de agua potable, el tratamiento de las aguas residuales generadas y la recolecta y correcta disposición de los residuos sólidos urbanos que genera dicha población.

Sin embargo, estos servicios no solo son requeridos por la población local. Los turistas de este esquema de turismo de "Sol y Playa" también demandan de los mismos servicios, y en muchas ocasiones, estas llegan a ser mayores que incluso los de la población local.

Por ejemplo, la población de Cancún consume un promedio de 220 lt agua/ persona/ día (POELMBJ, 2014); pero los turistas demandan más agua potable que un habitante promedio. De acuerdo a diversos estudios (*Consumo de agua en establecimientos hoteleros de México*; https://www.redalyc.org/journal/1807/180762690008/html/#redalyc_180762690008_ref18), el turismo es cada vez más reconocido como un sector importante que consume agua dulce a nivel local, regional y mundial. Los turistas la usan para ducharse, en el inodoro, pero también se requiere para regar jardines o los campos de golf, para llenar las piscinas o lavar la ropa de cama. Adicionalmente, se ha encontrado que los destinos que más consumen agua son los de litoral. Por lo anterior, **se estima que se requieren de 550 litros por turista en zonas como Cancún**, que contrasta con los 233 litros por día que un turista consume en promedio en la ciudad de Guanajuato, México, cantidad dos y media veces mayor que la que gastan los residentes permanentes de Cancún.

Analizar la demanda de agua por el sector turístico es relevante y fundamental ya que puede conducir a establecer estrategias de gestión del agua y al ordenamiento de ese sector sobre todo cuando se asientan en zonas con deficiencia en las fuentes de suministro de agua o en las que entra en competencia con otros usos (Rico-Amorós, 2007).

Sin embargo, la CONAGUA recomienda considerar **una dotación de 269.23 lt/turista/día**; esto, con base a lo estipulado con el Reglamento de Construcción vigente de Benito Juárez (https://transparencia.cancun.gob.mx/uploads/24/28/10-Reglamento-De-Construccion-Mbj-26-Agosto-2019.Pdf), el cual se encuentra vigente a la fecha, que señala una dotación de 1000 a 400 l/cuarto/día (700 l/cuarto/día en promedio). Por lo que para efectos de cálculo de las necesidades de agua por turista, **se tomará el rango entre 269.23 y 550 lt/día/turista**.

Se han establecido medidas de ahorro en las instalaciones hoteleras, y se considera que esas reducciones impactan hasta en un 25 % de la factura del consumo energético de un hotel. Así se señala que es importante la instalación de ahorradores de agua o la sensibilización de los clientes y trabajadores del hotel, incluso el incremento en la tarifa del agua, entre otros.

Es importante cuantificar y analizar el consumo de agua en el sector turístico de México, partiendo de la premisa de que este sector contribuye de manera importante a la economía del país, pero que

ha sido impulsado con políticas gubernamentales sin considerar que la demanda de bienes públicos, como el agua, se ha incrementado notablemente provocando impactos socioambientales que no son incorporados en los planes y estrategias de impulso de dicho sector.

Por lo anterior, se procedió a analizar cuál es la afluencia turística a este destino turístico durante los últimos años, con base a las estadísticas oficiales de la Secretaría de Turismo del estado de Quintana Roo (SEDETUR QROO). En el siguiente vínculo (https://sedeturqroo.gob.mx/ARCHIVOS/pturistas/2018/TURISTA%20CANC%C3%9AN%20%20ENE-MZO%202018.pdf) se encontraron datos interesantes respecto del ***Perfil y Comportamiento del Turista. Cancún (2018)***, destacando lo siguiente:

- Los turistas que visitaron Cancún tuvieron una **estancia promedio de 6.2 días** y viajaron en **grupos de 2.6 personas**.
- El 80.2% de los turistas se hospedó en hoteles y el 6.8% en tiempos compartidos.
- El 8.7% de los turistas de Cancún pernoctaron al menos una noche en otro destino de la región, sobresaliendo la Riviera Maya e Isla Mujeres.

Respecto del primer punto, se enfatiza que, **en promedio cada cuarto hotelero fue ocupado por 2.6 turistas y su estancia promedio fue de 6.2 días**.

Por otra parte, también se consultó la página de la misma SEDETUR donde expone los datos de la afluencia turística desde el año 2008 y hasta el 2023, por destino, porcentajes, infraestructura hotelera, entre otros (https://transparenciafocalizada.qroo.gob.mx/sedetur /indicadores-turisticos); y de la cual se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla XXXI. Número de visitantes a Cancún y a Quintana Roo por año, y su comparación respecto del número de cuartos hoteleros

Infraestructura Hotelera							
	Cancún				Estado		
Año	Hoteles	Cuartos	Afluenc. Tur	Ocupación	Hoteles	Cuartos	Afluenc. Tur
2008	145	28,371	3,265,591	0.70	807	76,305	8,025,745
2009	145	28,536	2,878,811	0.61	852	80,855	6,855,385
2010	148	29,951	3,015,690	0.70	893	82,983	7,518,458
2011	148	28,417	3,115,177	0.69	908	83,326	7,850,161
2012	148	29,743	3,642,449	0.73	913	85,141	8,640,958
2013	145	30,608	4,093,942	0.77	910	86,588	9,411,263
2014	145	30,608	4,387,798	0.80	931	88,280	10,137,509
2015	145	30,667	4,622,286	0.79	943	90,048	10,634,681
2016	187	35,549	4,761,482	0.82	963	97,606	11,186,645
2017	185	35,272	4,733,549	0.78	1067	100,986	11,522,815
2018	187	35,923	5,771,370	0.76	1074	102,890	14,282,738
2019	190	37,335	6,006,822	0.80	1129	107,128	16,753,844

2020	196	38,599	3,363,072	0.47	1188	114,789	8,830,917
2021	201	40,414	4,611,532	0.76	1200	118,772	13,530,307
2022	207	43,109	6,786,004	0.82	1331	127,399	19,680,330
2023	218	45,575	7,475,785	0.79	1349	130,123	21,084,629

Fuente: Elaboración propia a partir de SEDETUR (Datos estadísticos).

Esta tabla presenta datos muy interesantes, incluyendo el comportamiento de los turistas ante 2 pandemias: La pandemia de gripe H1N1, también conocida como gripe porcina, que ocurrió en 2009 y 2010; La Organización Mundial de la Salud la declaró pandemia en 2009 y la terminó en 2010; y el COVID 19, donde la Organización Mundial de la Salud (OMS) la declaró una emergencia de salud pública de importancia internacional el 30 de enero de 2020, condición que mantuvo hasta el 5 de mayo de 2023, cuando la OMS decretó el fin de la emergencia sanitaria. Entre el 2008 y 2009, hubo una disminución en 386,780 turistas (casi un 10 % menos que el año anterior). Y fue hasta el 2012 (casi 3 años después) que pudo superarse ese "déficit" en el número de turistas.

Misma situación pasó tras la declaración de la pandemia del COVID 19 (2020), que dejaron de venir 2'643,750 turistas (una disminución de poco más del 33% respecto del año anterior), y que también fue hasta 2 años después (2022) que se pudo superar y retomar el crecimiento en cuanto a número de visitantes. De los resultados de esta información se obtuvo la siguiente gráfica:

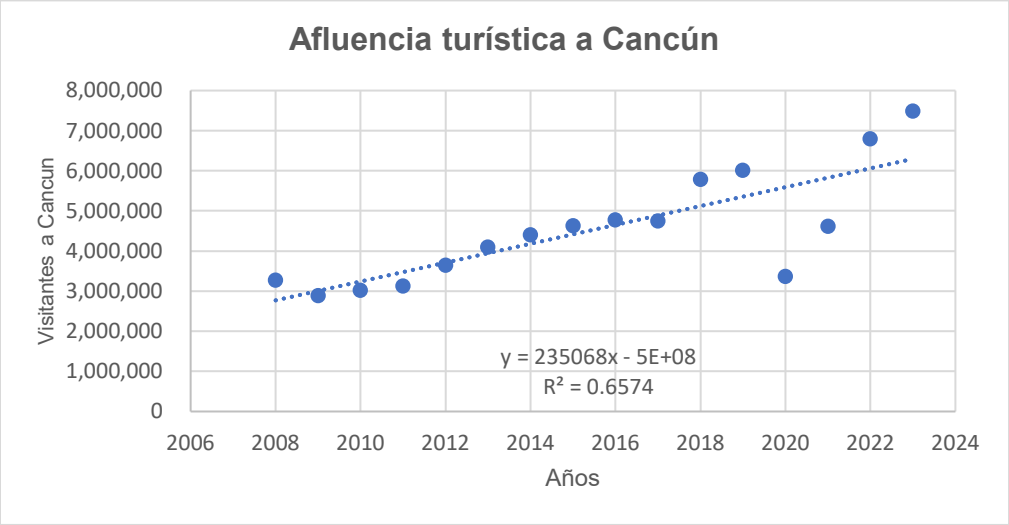


Figura 37. Tendencias de afluencia turística al municipio de Benito Juárez.

Fuente: SEDETUR (2025)

Retomando los datos del *Perfil y Comportamiento del Turista. Cancún (2018)*, que mencionan que *los turistas que visitaron Cancún tuvieron una estancia promedio de 6.2 días y viajaron en grupos de 2.6 personas*, y los datos del *Consumo de agua en establecimientos hoteleros de México* (550 lt/turista/día), nos permite calcular cual fue el consumo estimado (promedio) de agua por año, derivado de la actividad turística en este destino vacacional.

ETAPA DE PRONÓSTICO

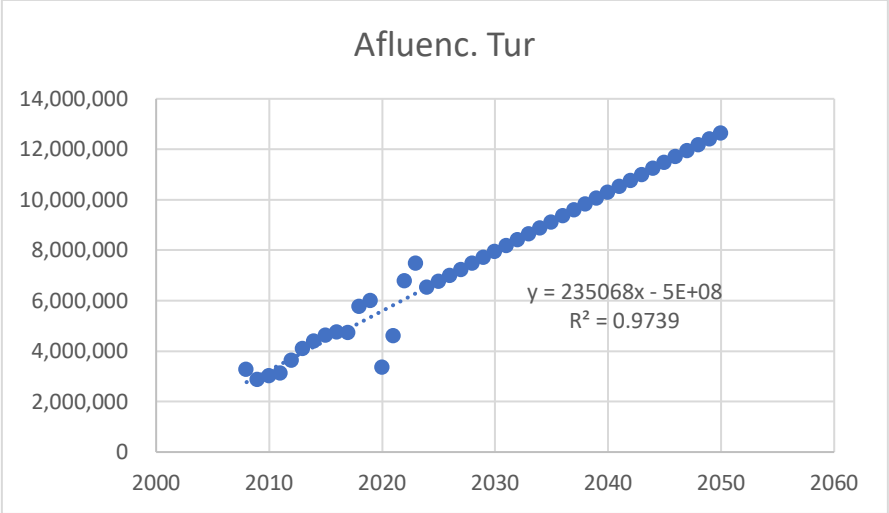
Tabla XXXI. Análisis del consumo de agua, derivado de la afluencia turística a Cancún

Turistas en Cancún					
Año	**Afluencia turística**	**Consumo Agua (m^3/Año) (269.23 l/tur/día)**	**Hectómetros 269.23 l/tur/día**	**Consumo Agua (m^3/Año) (550 l/tur/día)**	**Hectómetros 550 l/tur/día**
2008	3,265,591	5,451,009,403	5.451	11,135,665	11.136
2009	2,878,811	4,805,386,170	4.805	9,816,746	9.817
2010	3,015,690	5,033,868,156	5.034	10,283,503	10.284
2011	3,115,177	5,199,934,443	5.200	10,622,754	10.623
2012	3,642,449	6,080,070,574	6.080	12,420,751	12.421
2013	4,093,942	6,833,714,429	6.834	13,960,342	13.960
2014	4,387,798	7,324,226,504	7.324	14,962,391	14.962
2015	4,622,286	7,715,639,971	7.716	15,761,995	15.762
2016	4,761,482	7,947,989,553	7.948	16,236,654	16.237
2017	4,733,549	7,901,363,063	7.901	16,141,402	16.141
2018	5,771,370	9,633,720,860	9.634	19,680,372	19.680
2019	6,006,822	10,026,743,460	10.027	20,483,263	20.483
2020	3,363,072	5,613,727,222	5.614	11,468,076	11.468
2021	4,611,532	7,697,689,114	7.698	15,725,324	15.725
2022	6,786,004	11,327,374,313	11.327	23,140,274	23.140
2023	7,475,785	12,478,774,692	12.479	25,492,427	25.492

Derivado de la tabla XXVI de la afluencia turística, se trabajó sobre la proyección lineal de la afluencia turística hacia el año 2050. Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla XXXIII. Proyección lineal (tendencial) de la afluencia turística en Cancún, al año 2050 (por quinquenio) y su gráfica, e un escenario tendencial (en negro los datos oficiales y en verde, las proyecciones de afluencia).

Cancún	
Año	**Afluencia Turística**
2008	3,265,591
2009	2,878,811
2010	3,015,690
2011	3,115,177
2012	3,642,449
2013	4,093,942
2014	4,387,798
2015	4,622,286
2016	4,761,482
2017	4,733,549
2018	5,771,370
2019	6,006,822
2020	3,363,072
2021	4,611,532
2022	6,786,004
2023	7,475,785
2025	6,766,352
2030	7,941,690
2035	9,117,027
2040	10,292,365
2045	11,467,703
2050	12,643,041



Como se observa en la tabla XXXIII y su gráfica, las proyecciones lineales (escenario tendencial) de afluencia turística llegarían a más de 12.6 millones de turistas (al 2050).

Posiblemente este hubiese sido el escenario del crecimiento turístico, si el municipio de Benito Juárez tuviera aun reserva territorial turística (especialmente en predios colindantes al Mar Caribe). Pero la realidad es que ya Cancún no cuenta con estas reservas; prácticamente la totalidad de la costa del municipio está ocupada por infraestructura hotelera y los esquemas de planificación y difusión del destino siguen enfocados en el turismo de "sol y playa" y aun no se diversifica a las opciones ya mencionadas de turismo cultural, médico, de convenciones y/o ecoturismo (en sus diversas modalidades).

Por lo anteriormente expuesto, se considera que esta afluencia turística (en un escenario contextual) se vaya ralentizando y su crecimiento sea asintótico y llegue (al año 2030) a un promedio máximo de hasta 8.5 millones de turistas por año (considerando la posible diversificación de la actividad turística y con campañas de promoción adecuadas).

Bajo este posible escenario, y considerando aún el consumo estimado de 269.23 a 550 lt/turista/día y la estancia promedio de 6.2 días por turista, hasta un posible consumo anual de agua de hasta 28'985,000 m^3 / año (28.985 hectómetros) como una constante, a partir del año 2030 en adelante.

Por lo anterior, y considerando el consumo de agua por parte de la población (también proyectado al año 2050 (página 50 del presente documento), se presentan las siguientes tablas considerando el consumo de la población local.

Tabla XXXIV. Escenario tendencial de demanda de agua potable para el aprovechamiento urbano y turístico para el municipio de Benito Juárez (2025 – 2050).

Escenario tendencial de demanda de agua potable para Benito Juárez al 2050.						
Año	**Población esperada**	**Demanda Urbana Agua potable (hm^3/ año)**	**Afluencia de turistas**	**Demanda Turística Agua potable (269.23 lt/tur) (hm^3/ año)**	**Demanda Turística Agua potable (550.00 lt/tur) (hm^3/ año)**	**Demanda total de agua potable (hectómetros^3 / año)**
2020	911,503	73.194	3,363,072	5.614	11.468	**78.808 a 84.662**
2025	1,031,430	82.824	6,766,352	11.295	23.073	**94.119 a 105.897**
2030	1,153,709	92.643	7,941,690	13.256	27.081	**105.899 a 119.724**
2035	1,275,987	102.462	9,117,027	15.218	31.089	**117.680 a 133.551**
2040	1,398,266	112.281	10,292,365	17.180	35.097	**129.461 a 147.378**
2045	1,520,545	122.100	11,467,703	19.142	39.105	**141.242 a 161.205**
2050	1,642,824	131.919	12,643,041	21.104	43.113	**153.014 a 175.032**

De acuerdo a la información de la tabla anterior, en un escenario tendencial de crecimiento urbano y turístico, el municipio de Benito Juárez requeriría para este año, de un suministro de entre 94.119 a 105.9 millones de metros cúbicos de agua potable (94.2 a 105.9 hectómetros cúbicos) para cubrir la demanda del vital líquido por parte de habitantes y turistas a este municipio. Y para el año 2050, con un improbable escenario de más de 12.5 millones de turistas, este municipio requeriría de al menos entre 153 a 175 hectómetros cúbicos de agua potable para cubrir las necesidades de habitantes y turistas. Esta demanda de agua de la tabla anterior presenta un crecimiento anual que va del 11.55% (entre 2025 a 2035), disminuyendo a 10.35% (2040); 9.38 % (2045) y 8.58% al 2050.

Sin embargo, ya se comentó que es improbable el arribo de tantos turistas, por el agotamiento de las reservas turísticas, por lo que se espera que después del 2030, el arribo de turistas sea prácticamente constante en alrededor de 8.5 millones por año.

ETAPA DE PRONÓSTICO

Tabla XXXV. Escenario contextual de demanda de agua potable para el aprovechamiento urbano y turístico para el municipio de Benito Juárez (2025 – 2050).

Escenario Contextual de demanda de agua potable para Benito Juárez al 2050.						
Año	Población esperada	Demanda Urbana Agua potable (hm^3/ año)	Afluencia de turistas	Demanda Turística Agua potable (269.23 lt/tur) (hm^3/ año)	Demanda Turística Agua potable (550.00 lt/tur) (hm^3/ año)	Demanda total de agua potable (hectómetros^3 / año)
2020	911,503	73.194	3,363,072	5.614	11.468	**78.808 a 84.662**
2025	1,036,667	83.244	6,766,352	11.295	23.073	**94.539 a 106.317**
2030	1,161,830	93.295	7,941,690	13.256	27.081	**106.551 a 120.376**
2035	1,286,994	103.346	8,500,000	14.188	28.985	**117.534 a 132.331**
2040	1,412,157	113.396	8,500,000	14.188	28.985	**127.584 a 142.381**
2045	1,537,321	123.447	8,500,000	14.188	28.985	**137.635 a 152.432**
2050	1,662,484	133.497	8,500,000	14.188	28.985	**147.685 a 162.482**

Con este último escenario, y aun cuando el crecimiento turístico se estabilice en los 8.5 millones de turistas, la población continuará creciendo a una tasa cada vez menor, por lo que en **las proyecciones al 2050**, se calcula que **las necesidades de agua del municipio de Benito Juárez rondarán entre los 147.685 hasta 162.5 hectómetros cúbicos**, cantidad menor entre 5.3 y 12.5 hectómetros, comparado con el escenario tendencial.

Sin embargo, éste NO es el único uso que se le da al agua en el municipio de Benito Juárez, Q. Roo. Existen varios usos diferenciados en concesiones vigentes otorgadas tanto a dependencias gubernamentales como a particulares, y que de alguna manera, es un consumo adicional de este recurso y que en los cálculos de disponibilidad del agua, ya están considerados bajo el rubro de "volumen de extracción de aguas subterráneas". Pero también es un hecho que estos datos deben ser considerados en los análisis del consumo actual y futura, para considerar la presión real sobre el recurso y que las autoridades puedan establecer las estrategias reales para una mejor administración y aprovechamiento sustentable del recurso Agua y que no se comprometa el desarrollo socioeconómico y ambiental del municipio por este rubro.

De la consulta a la base de datos del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la CONAGUA (https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx), se identificó que en el municipio de Benito Juárez existen, hasta el año 2024, un total de 1,011 concesiones de aprovechamiento de agua, distribuidas en ocho usos distintos: acuacultura, agrícola, diferentes usos (agropecuario), doméstico, industrial, pecuario, público urbano y servicios. El volumen total concesionado asciende a 372.367 hm^3.

Del análisis de dicha información se desprende que los dos rubros con mayor consumo de agua son:

- **Público-Urbano**, que concentra el 28.23 % del volumen total concesionado.
- **Servicios**, que representa el 68.90 % del volumen total concesionado.

En contraste, los seis usos restantes en conjunto representan únicamente el 2.87 % del volumen total concesionado.

En los distintos tipos de uso destacan los siguientes casos:

- **Uso Industrial:** comprende a empresas refresqueras e industrias de producción de hielo, así como algunas constructoras y compañías dedicadas al aprovechamiento de agregados pétreos.
- **Uso Público-Urbano:** resalta la participación de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo (CAPA), que, a través de la empresa Aguakán, se encarga de la extracción y distribución de agua potable para la población de la ciudad. En este rubro también participan algunas empresas inmobiliarias.
- **Uso de Servicios:** constituye el sector con mayor volumen de agua concesionada. En él se incluyen el Aeropuerto Internacional de Cancún y la mayoría de los hoteles de Cancún, que extraen agua para cubrir la demanda de sus huéspedes, así como para el funcionamiento de sus instalaciones (albercas, áreas verdes, entre otros), previa desalinización o potabilización. Dentro de este mismo rubro se encuentran igualmente diversas empresas inmobiliarias.

Cabe destacar que los volúmenes concesionados no necesariamente son extraídos en su totalidad. La Comisión Nacional del Agua lleva un estricto control sobre los principales concesionarios de este recurso; pero aun cuando no todos extraen el volumen señalado en sus concesiones, este volumen si es tomado en consideración en los volúmenes comprometidos en la extracción de aguas subterráneas. También cabe destacar que la mayoría de los hoteles y el mismo aeropuerto (que obtienen el agua bajo el rubro de Servicios), extraen aguas salobres (con más de 2,500 mg/L de sólidos disueltos totales), por lo que los volúmenes considerados para la extracción de agua (de acuerdo a estas concesiones), no necesariamente es agua dulce.

Estos datos resultan relevantes, ya que, si bien existe un volumen considerable de agua comprometido mediante las concesiones otorgadas por la CONAGUA, la mayor parte corresponde a aguas salobres. No obstante, ello no disminuye la importancia de atender, desde una perspectiva ambiental, los procesos de tratamiento (desalinización y/o potabilización), el uso eficiente y la disposición final de las aguas utilizadas, así como de los residuos generados en dichos procesos. De igual forma, debe subrayarse que la sobreexplotación de la interfase salobre puede ocasionar o agravar la intrusión de agua marina hacia el interior del municipio, al reducir el caudal que naturalmente mantiene la presión frente al avance del mar tierra adentro.

Asimismo, es necesario considerar que, de acuerdo con los registros del consumo de agua por parte del sector hotelero y con base en las proyecciones de crecimiento de cuartos de hospedaje, resulta previsible que los nuevos desarrollos turísticos soliciten concesiones de aprovechamiento de agua salobre, debido a los costos asociados al uso de agua potable. Esta situación implicaría que la diferencia en la demanda de agua proyectada para el turismo entre 2025 y 2050 (5.912 hm^3) se cubra, en su mayor parte, con aguas salobres, reduciendo con ello la presión sobre los volúmenes de agua dulce concesionados a la CAPA.

Ahora bien, retomando el tema de la disponibilidad del acuífero, en el documento "*Actualización de la Disponibilidad Media Anual de agua en el Acuífero Península de Yucatán (3105), Estado de Yucatán (Conagua, 2024)*" (https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/yucatan/DR_3105.pdf) se menciona en el punto **8.4 Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA)** que *La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea*

disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas. Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

DMA = R – DNC – VEAS

DMA = 14931.8 – 7686.8 – 5185.365077

DMA = 2,059.634923 hm3 /año

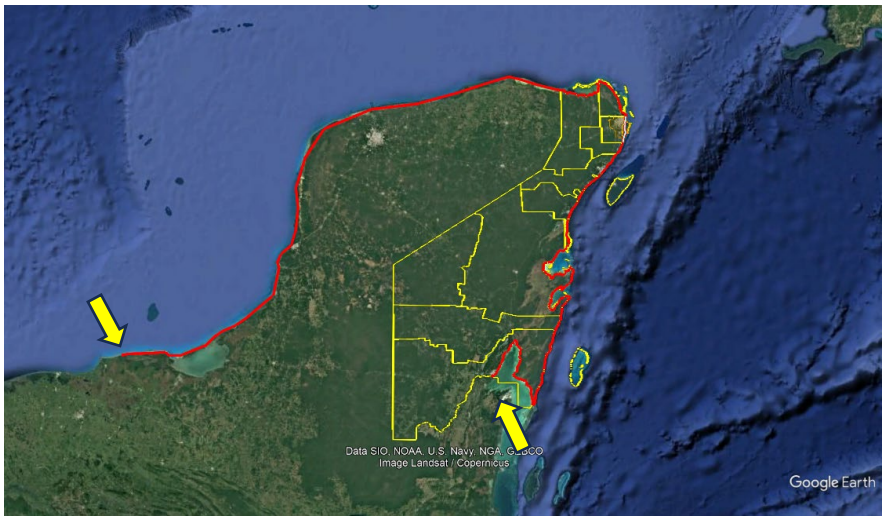
El resultado indica que existe un volumen disponible de 2,059,634,923 m³ anuales (2,059.635 hectómetros) para otorgar nuevas concesiones.

Ahora bien, de ese acuífero que representa gran parte de la costa de la Península de Yucatán, considerando gran parte de las costas de Campeche y Quintana Roo, y toda la costa de Yucatán, ¿Cuál sería realmente el agua disponible del DMA calculado por la CONAGUA para el municipio de Benito Juárez o en su caso, para la zona Norte de Quintana Roo?

Al respecto, se midió de forma aproximada la longitud de la costa del acuífero “Península de Yucatán 3105”, y se hicieron las siguientes presunciones (dado que no existe información precisa respecto de los flujos o gasto y dirección preferencial):

- El agua se distribuye de manera uniforme, proporcional y equitativa.
- Toda el agua fluye hacia la costa.
- El flujo es homogéneo.
- La calidad del agua se mantiene.

Bajo esas presunciones y con apoyo de Google earth, se estimó de forma aproximada la longitud de la línea de costa de:



Longitud de la costa (descarga) del acuífero DR 3105 = 1,530.66 km

EN ROJO

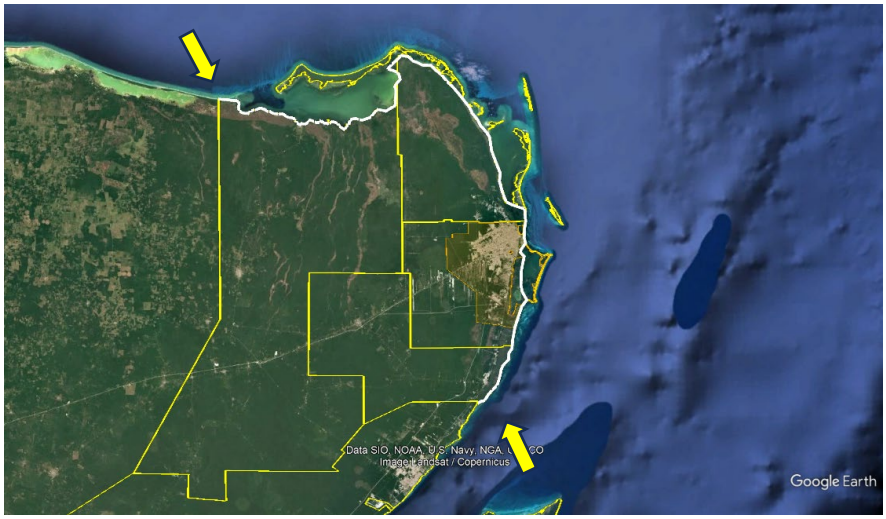
	Longitud de costa de la Zona Norte de Quintana Roo (Mpios de Lázaro Cárdenas, Isla Mujeres, Benito Juárez y Puerto Morelos) = 175.32 km EN BLANCO
	Longitud de la línea de costa del municipio de Benito Juárez = 32.84 km EN ROSA

Figura 36 a 38. Longitudes calculadas con apoyo de Google earth respecto de la costa del Acuífero 3105: Completo (en rojo); Costa Norte de Quintana Roo (en blanco) y municipio de Benito Juárez (en rosa).

Así y bajo las consideraciones ya señaladas, si los 2,059.635 hm³/ año se distribuyeran de manera uniforme en las costas del acuífero DR 3105 (1,530.66 km), en cada kilómetro lineal drenarían 1.346 hm³/año.

Así, en el municipio de Benito Juárez, con 32.84 km lineales de costa, desaguarían 44.203 hm³/año. Y en la zona Norte de Quintana Roo (Lázaro Cárdenas, Isla Mujeres, Benito Juárez y Puerto Morelos), con 175.32 km lineales de costa, drenarían 235.981 hm³/año.

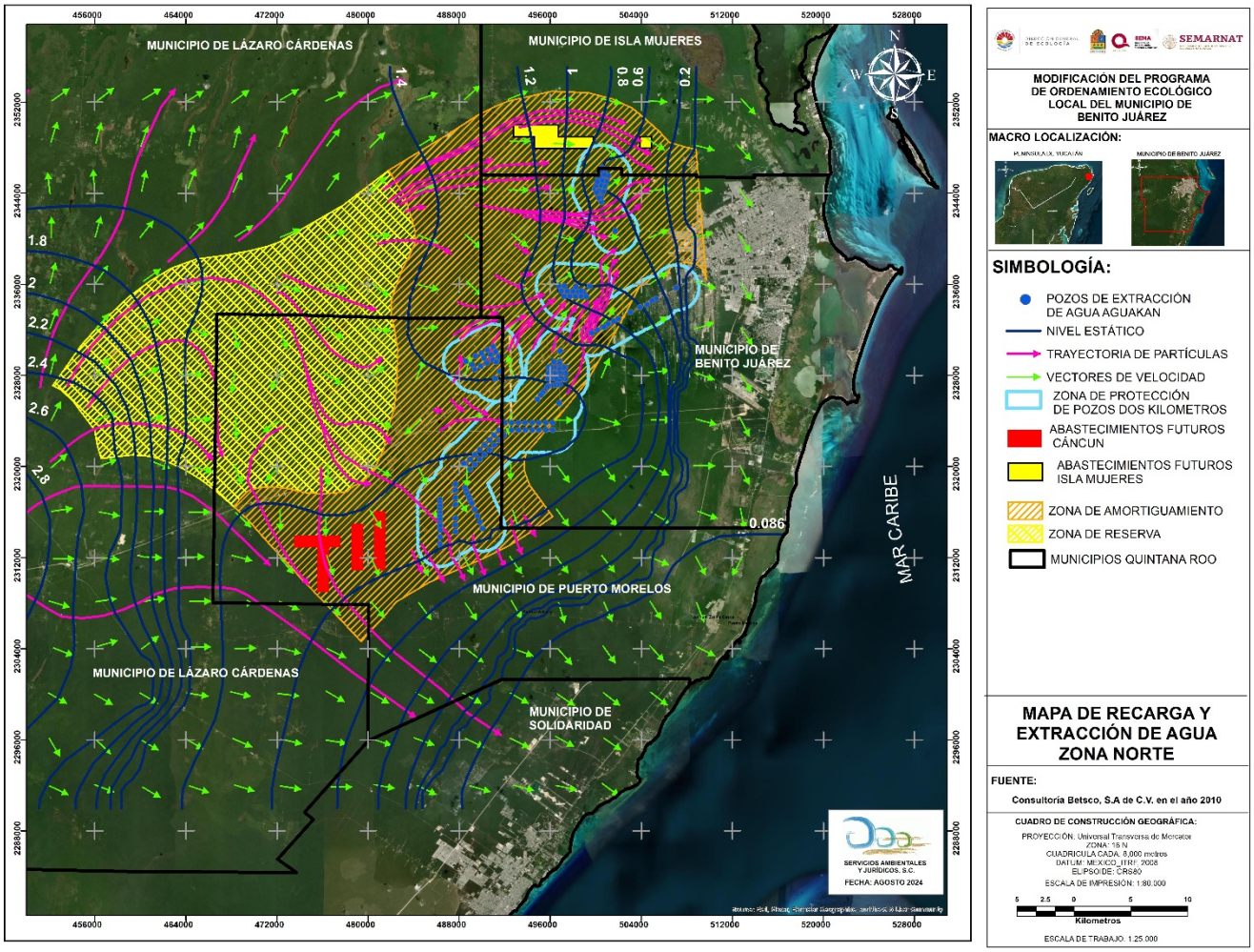


Figura 37.- Zona de Reserva (amarillo) y de amortiguamiento o recarga (naranja) y zonas de Protección a la contaminación (contorno azul cielo). (Abastecimientos futuros: Cancún cuadros rojos e Isla Mujeres cuadros amarillos).

Fuente: Consultoría BETSCO, S.A. de C.V. (2010).

Considerando entonces que el agua que se extrae para la población se ubica en 3 municipios, donde comparten incluso de infraestructura para la extracción y conducción del agua a los centros de población, y que el agua viene desde el vecino municipio de Lázaro Cárdenas (y que su población es muy escasa), tal y como lo señala el documento *Estudio de caracterización geohidrológica, calidad del agua e integración del documento legal, técnico, administrativo para el establecimiento de zona de reserva de los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres y estudio de la zona de captación de agua potable de la franja continental del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo*, realizado por la empresa Consultoría Betsco, S.A de C.V. en el año 2010, a petición de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) del estado de Quintana Roo, se puede observar que el agua para el consumo de los municipios de la Zona Norte de Quintana Roo proviene de estos 4 municipios, razón por la cual se soporta la decisión de tomar la línea de costa de estos 4 municipios costeros como base para el cálculo de la celda correspondiente para la disponibilidad de agua (DMA), siendo esta de 235.981 hm^3/año para esta zona propuesta.

Considerando que el consumo actual sería de hasta 105.897 hectómetros cúbicos (al 2025) y que al año 2050, en el escenario contextual ya descrito, el consumo pudiera ser de hasta 162.482 hectómetros cúbicos, se considera que aún existe disponibilidad de agua para satisfacer la demanda presente y futura.

Sin embargo, esto no significa que la tasa de consumo actual de agua no pueda disminuirse tanto en el sector urbano como en el turístico (mediante diversas políticas públicas y estrategias enfocadas a la reducción en el consumo de agua), incrementando así la DMA aún más, a largo plazo. Estas políticas públicas y estrategias serán reflejadas en la propuesta de Modelo de Ordenamiento como Estrategias y Criterios de Regulación Ecológica, tendientes a uso de tecnologías para la reducción en el consumo de agua, además de la propuesta de modificación a las leyes locales ambientales y de construcción para la obligatoriedad en usar equipamientos urbanos y turísticos que ahorren el consumo de agua y la generación de aguas residuales.

Desde la perspectiva del Ordenamiento Ecológico Local en el municipio de Benito Juárez, se reconoce que no se cuenta con información precisa respecto a la disponibilidad real de agua subterránea. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) advierte la existencia de inconsistencias conceptuales en la delimitación y funcionamiento del acuífero, ya que no toda el agua que fluye hacia los límites costeros corresponde a la descarga efectiva dentro del ámbito territorial de Benito Juárez.

Bajo este contexto, no es procedente realizar una ponderación directa de la Disponibilidad Media Anual (DMA) del acuífero, debido a que no se incorpora su capacidad de almacenamiento ni la variabilidad temporal de sus flujos. Para una gestión sustentable, se requiere incorporar información que refleje la evolución del acuífero en al menos dos periodos de análisis, conforme a lo señalado en el documento técnico “Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Península de Yucatán (3105), Estado de Yucatán” (CONAGUA, 2024).

En consecuencia, el POEL deberá considerar estas limitaciones hidrológicas como criterio rector en la definición de políticas de aprovechamiento y conservación del recurso hídrico en el municipio.

En la zona norte del estado de Quintana Roo, dada su relevancia como líder en el sector turístico y principal fuente de ingresos de la región, se deberá garantizar la identificación y aseguramiento de las fuentes de suministro de agua potable dentro de los instrumentos de planeación urbana y ambiental. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es la entidad responsable de elaborar los estudios de disponibilidad y proyecciones de consumo, mismos que deberán ser considerados de manera obligatoria por los tres órdenes de gobierno en la actualización de sus instrumentos de planeación y en la definición de políticas públicas relacionadas con la dotación, el uso eficiente, el ahorro y la disposición adecuada del recurso hídrico, conforme a la normatividad vigente.

Asimismo, se deberá prever y evitar la generación de condiciones de estrés hídrico que pongan en riesgo la continuidad del desarrollo turístico y urbano en la región. Para tal efecto, los instrumentos de planeación deberán contemplar fuentes alternas de abastecimiento, aun cuando estas se localicen fuera del territorio municipal.

De igual forma, se deberá asegurar no solo la cantidad, sino también la calidad del recurso agua, estableciendo restricciones a las actividades que representen riesgos de contaminación, en particular aquellas localizadas aguas arriba de los actuales y futuros sitios de extracción determinados por las autoridades competentes.

Escenario contextual para el sector Desarrollo Rural.

Para el escenario contextual de este sector, ya no se considera al Desarrollo Rural como los asentamientos dispersos e irregulares que proliferaron por varias zonas del municipio, pero principalmente dentro de los límites del ejido de Alfredo V. Bonfil, cercanos a las vías de comunicación. Para este escenario, se vislumbra el Desarrollo Rural como la presencia de fraccionamientos de tipo rural (campestre) de baja densidad. De acuerdo a la Ley de Acciones Urbanísticas del estado de Quintana Roo (P.O. 16 de Agosto de 2018), en su artículo 23, Fracc IV establece lo siguiente: ***IV.*** *Los lotes unifamiliares rurales, serán destinados a habitación aun cuando podrán tener utilización agropecuaria, se ubicarán fuera de los centros de población, no podrán tener un frente menor a 20.0 metros y una superficie no menor a 600.0 metros cuadrados*; es decir que en observancia de esta Ley y demás leyes locales, la densidad máxima fuera del centro de población sería de hasta 11 viviendas por hectárea, en lotes no menores a 600 m². Esto no significa que todo el desarrollo rural tenga esta densidad. Este parámetro de desarrollo será otorgado con base a las características ambientales y sociales de cada UGA propuesta fuera del centro de población y de las superficies máximas de aprovechamiento que sean asignadas a las diferentes UGAs, y deberán contar con los servicios básicos establecidos en el Artículo 28 de la mencionada Ley de Acciones Urbanísticas del estado de Quintana Roo.

Bajo este panorama y en la observancia estricta de la normatividad local en materia de asentamientos humanos, la densidad de ocupación de vivienda fuera de los centros de población debiera reducirse sustancialmente, ya que en los actuales asentamientos existentes, la densidad calculada por hectárea llega en algunos casos a más de 40 viviendas por hectárea, donde se comercializan lotes entre 120 y 400 m²/lote y sin la presencia de servicios básicos de agua potable, drenaje, energía eléctrica y/o recolecta de RSU.

Adicionalmente, el desarrollo Rural que se propone, del tipo de fraccionamientos rurales, implica lotes mayores (600 m² en adelante), además de la presencia de los servicios básicos proporcionados por el fraccionador o promovente. Al obligar a los desarrolladores a dotar de los servicios básicos a estos nuevos fraccionamientos, se estaría solventando en gran parte los impactos al suelo, subsuelo y manto freático, atendiendo así uno de los principales ejes de desarrollo de la modificación del actual instrumento y que es el cuidado y preservación del agua.

Finalmente, se destaca que las autoridades han realizado diversas estrategias para frenar e inhibir el crecimiento de los actuales asentamientos irregulares, a través de operativos y clausuras, además de socializar la información y ofrecer asesoría a los ciudadanos que ya pueden consultar si las diferentes ofertas de lotes cuentan o no con autorizaciones reales para el establecimiento de viviendas.

Bajo estas proyecciones, la superficie ocupada por esta actividad sectorial, y su proyección poblacional a 25 años (al 2050) sería la siguiente:

ETAPA DE PRONÓSTICO

Tabla XXXVI.- Superficies ocupadas por fraccionamientos rurales, bajo la perspectiva del escenario contextual.

	TENDENCIAL		CONTEXTUAL	
Año	Superficie ocupada por asentamientos irregulares.	Población existente y proyectada	Superficie ocupada por asentamientos irregulares.	Población existente y proyectada
2006	357.35 ha	2,817	- -	- -
2011	627.93 ha	4,945	- -	- -
2023	1,285.84 ha	10,124	1,285.84 ha	10,124
2025	1,395.23 ha	11,087	1,395.23 ha	11,087
2030	2,215.19 ha	14,603	1,737.15 ha	13,840
2035	3,035.16 ha	16,806	2,380.17 ha	14,485
2040	3,855.11 ha	19,631	3,023.18 ha	15,937
2045	4,675.07 ha	21,955	3,666.19 ha	17,054
2050	5,713.62 ha	23,166	4,480.90 ha	18,168

Y la demanda diaria de servicios básicos en el mismo escenario contextual a 25 años sería el siguiente:

Tabla XXXVII.- Generación DIARIA de Residuos Sólidos Urbanos y Aguas Residuales, derivadas del crecimiento poblacional contextual que presentarían los “fraccionamientos rurales”.

	CONTEXTUAL				
Año	Superficie ocupada por asentamientos irregulares.	Población existente y proyectada	Generación de RSU (ton) (1 kg/día)	Demanda de agua potable (m^3) (120 lt/ día)	Generación de aguas residuales (m3) (65 lt/día)
2023	1,285.84 ha	10,124	10.1 ton	1,214.88 m^3	658.06 m^3
2025	1,395.23 ha	11,087	11.1 ton	1,330.44 m^3	720.65 m^3
2030	1,737.15 ha	13,840	13.8 ton	1,660.80 m^3	899.60 m^3
2035	2,380.17 ha	14,485	14.5 ton	1,738.20 m^3	941.53 m^3
2040	3,023.18 ha	15,937	15.9 ton	1,912.44 m^3	1,035.91 m^3
2045	3,666.19 ha	17,054	17.0 ton	2,046.48 m^3	1,108.51 m^3
2050	4,480.90 ha	18,168	18.2 ton	2,180.16 m^3	1,180.92 m^3

Cabe destacar que aun cuando se considera que la generación de residuos y aguas residuales sería paulatinamente con tratamientos/ manejos adecuados, la teoría es que la dinámica de estos asentamientos es muy intensa y van a pasar algunos años antes de que todos se regularicen. De ahí la importancia de evaluar claramente los riesgos que puede ocasionar la inacción ante esta problemática municipal.

También cabe destacar que a través de las superficies máximas de aprovechamiento, este desarrollo tendría que ajustarse a zonas específicas para el desplante de la infraestructura, dejando las zonas de conservación de estos proyectos en franjas coincidentes que permitan conformar corredores biológicos que provean y no limiten los servicios ambientales que pueden prestar para el municipio (zonas verdes, de infiltración de agua y de conservación de la biodiversidad, entre otros).

ETAPA DE PRONÓSTICO

Escenario contextual para el sector Industrial y Aprovechamiento de materiales pétreos:

Desde las etapas iniciales de este proceso de Ordenamiento, se justificó que las actividades de industria y Aprovechamiento de materiales pétreos se analizaran de forma conjunta, dada la escasa presencia del sector industria fuera del centro de población, y en la que, en muchas ocasiones van aparejadas, ocupando los mismos espacios (a un costado de las principales vialidades federales, estatales y municipales), dados los usos de suelo establecidos por el Ordenamiento vigente. Por la misma razón, este análisis se centra en la actividad de extracción (aprovechamiento) de material pétreo.

Cabe destacar que esta actividad de extracción de materiales pétreos es una actividad que no tiene una inercia propia, sino que responde a la demanda de crecimiento que presentan otros sectores, principalmente de Desarrollo Urbano, Desarrollo Rural y de Turismo Convencional (incluyendo el Tren Maya y el Puente Nichupté), y en menor grado por la Industria Ligera y el Turismo Alternativo, la variación en las perspectivas de crecimiento de las actividades ya mencionadas afectará de manera directa al crecimiento y/o proliferación de los bancos de material pétreo.

Por lo anterior, y observando las tendencias de crecimiento del desarrollo urbano, derivado de la posible variación de los límites del centro de población, de la promoción en el desarrollo y ocupación de los cuartos hoteleros que los actuales instrumentos permiten (tanto en zonas urbanas con PDU, como del desarrollo en las zonas reguladas por el POEL), y de las tendencias de crecimiento y proliferación de asentamientos (desarrollos rurales) de baja densidad, pero que igualmente requieren de ciertos volúmenes de material pétreo para la nivelación de carreteras, accesos y áreas de desplante, así como para la construcción en sí, se puede inferir que los bancos de material pétreo tendrían que ampliarse o establecerse en nuevos sitios para cubrir esta nueva demanda.

Sin embargo, dentro de los planes y programas de gobierno, específicamente para evitar la expansión y/o proliferación de estos sitios, está el de eficientizar su uso, analizando los límites actuales de los niveles freáticos, y permitiendo ahondar en la extracción del material, pero sin alcanzar el manto freático y así evitar que éste aflore. Adicionalmente se considera la inclusión de los sitios explotados (en su etapa de abandono) como zonas de equipamiento y áreas verdes (en aquellos ubicados dentro de los límites de los centros de población), y en sitios fuera de los centros de población, las sascaberas abandonadas se considerarán en primera instancia para su restauración a través de la creación de sistemas naturales sujetos a inundaciones temporales (humedales artificiales conformados por tulares y selvas bajas), y en segunda instancia para sistemas agroforestales, tendiendo en cuenta que en eventos meteorológicos, estas zonas estarán sujetas a inundaciones periódicas.

Con estas acciones se pretende hacer más eficientes a los bancos autorizados que realizan esta actividad sectorial, conteniendo así su expansión y proliferación, además de contar con la perspectiva de uso, una vez que la vida útil de dichos bancos haya concluido y puedan ser incorporados nuevamente a las actividades productivas y/o de conservación.

Bajo estas proyecciones, la superficie ocupada por esta actividad sectorial a 25 años, bajo la perspectiva del escenario contextual sería la siguiente:

Tabla XXXVIII.- Superficies ocupadas por bancos de material pétreo, bajo la perspectiva del escenario contextual.

Contextual					
Año	**Población esperada**	**Sup. Mancha urbana (Ha)**	**Superficie ocupada bancos material pétreo (ha)**	**Porcentaje municipal (%)**	**Tasa**
2020	911,503	13,870	1,021.44 ha	1.10	3.0%
2025	1,036,667				
2030	1,161,830	15,517	1,597.52 ha	1.72	2.3%
2035	1,286,994	17,206	1,769.62 ha	1.90	2.1%
2040	1,412,157	18,896	1,894.36 ha	2.04	1.9%
2045	1,537,321	20,548	2,113.82 ha	2.27	1.7%
2050	1,662,484	22,201	2,177.06 ha	2.34	1.6%

En este escenario contextual de la superficie ocupada por bancos de material pétreo, se observa que el crecimiento va principalmente aparejado al crecimiento de la mancha urbana (crecimiento poblacional), pero que también obedece a otros factores, como la construcción de hoteles (lo cual ya no será tan frecuente, por el ya mencionado agotamiento de la reserva turística) o por mega proyectos de los diferentes órdenes de gobierno (como el Tren Maya y su patio multimodal), que aun requerirán de importantes volúmenes de agregados pétreos para su construcción).

Al ir disminuyendo la tasa de crecimiento poblacional y agotarse la reserva turística en este municipio de Benito Juárez, la tendencia de aprovechamiento de material pétreo también va a disminuir, pero no podrá desaparecer (por ser la materia prima para la construcción). Y aún cuando las proyecciones contextuales de crecimiento de esta actividad corroboran igual un crecimiento asintótico, la disminución de la capa lítica que forma una barrera de protección al recurso Agua, incrementará el riesgo de contaminación al acuífero que se encuentra por debajo de la superficie del municipio.

Por lo anterior, se deberán establecer claramente en el Modelo de Ordenamiento, los sitios y condiciones a las que debe quedar sujeta esta actividad.

Escenario contextual para el Sector Agropecuario.

El marco normativo de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable y el Plan Estatal de Desarrollo 2023 - 2027, del Estado de Quintana Roo, consideran que las diferentes instituciones de los tres órdenes de gobierno, deberán coordinarse para la aplicación integral de los programas dirigidos al desarrollo de las comunidades rurales. De tal manera, que los apoyos otorgados se traduzcan en un mejoramiento integral y sostenido del bienestar social de la población y de las actividades económicas en el

territorio comprendido fuera de los núcleos considerados urbanos, de acuerdo con las disposiciones aplicables, asegurando la conservación permanente de los recursos naturales, la biodiversidad y los servicios ambientales de dicho territorio;

Los lineamientos del Programa de Sustentabilidad de los Recursos Naturales señalan que este programa tiene como objetivo: *Contribuir a la conservación, uso y manejo sustentable de los recursos naturales utilizados en la producción primaria mediante el otorgamiento de apoyos y servicios que permitan desarrollar sistemas integrales, obras, acciones y prácticas sustentables que ayuden inducir una nueva estructura productiva, incluyendo cultivos para la producción de insumos para bioenergéticos, el aprovechamiento sustentable de la energía, el uso de fuentes alternativas de energía; así como a la conservación y aprovechamiento sustentable del suelo, agua y vegetación de las unidades productivas*.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento especifican entre sus objetivos: *contribuir al desarrollo social, económico, ecológico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos; así como impulsar la silvicultura y el aprovechamiento de los recursos forestales, para que contribuyan con bienes y servicios que aseguren el mejoramiento del nivel de vida de los mexicanos, especialmente el de los propietarios y pobladores forestales y entre otros objetivos respetar el derecho al uso y disfrute preferente de los recursos forestales de los lugares que ocupan y habitan las comunidades indígenas, en los términos del artículo 2 fracción VI de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y demás normatividad aplicable*.

La Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural federal y la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca consideran que el sector agropecuario es estratégico, porque ofrece los alimentos que consumen las familias mexicanas y provee de materias primas a las industrias manufacturera y de transformación; y para facilitar su tránsito hacia la modernidad, acordaron establecer bases de coordinación y cooperación para alcanzar los siguientes objetivos en forma conjunta con los tres órdenes de gobierno y la sociedad rural:

El concepto de **Desarrollo Rural** consta de 2 términos: para lo Rural puede ser definido desde el criterio demográfico, por la densidad de población por área, por su cercanía con respecto a centros urbanos o por las actividades económicas predominantes. La actividad económica se entiende como “el esfuerzo dirigido a aumentar la producción de un esfuerzo o recurso dado, o hacia le reducción del costo de una producción dada”. Para Desarrollo, se define como el estado más avanzado en un orden social, por oposición al rezago o al atraso. Desarrollo como centro y subdesarrollo como periferia a manera de un núcleo que concentra los beneficios y desplaza los costos al margen.

Se puede definir como un proceso de mejoramiento sustantivo de las condiciones de bienestar de la población rural. En este sentido el desarrollo rural se asume como un proceso gradual de transformación positiva, un progreso en el nivel de vida de los habitantes de estas zonas.

Lo rural no es únicamente una delimitación geográfica, sino que se refiere a territorios con poblaciones de baja densidad y determinadas características socioeconómicas. El espacio rural es un tejido económico social, que comprende un conjunto de personas, territorio, culturas y actividades diversas, que sirve de amortiguador y de espacio regenerador para el equilibrio ecológico. Así

tenemos al territorio, como un espacio que acoge y en el que se desarrolla la vida social, la actividad económica, la organización política de una comunidad social.

Para el escenario contextual de una actividad prácticamente nula en este municipio de Benito Juárez, pero de gran relevancia por la superficie que puede ocupar y sobre todo, para brindar más apoyos que eviten la reconversión de tierras ejidales a urbanas, se considera que puede lograrse a través de un gran esfuerzo de acercamiento, diálogo, apoyo y asesoría continua, alcanzar una economía competitiva y generadora de empleos.

- Garantizar la igualdad de oportunidades y la sustentabilidad ambiental.
- Alcanzar un mayor impacto en productividad y eficiencia de los productores del sector agropecuario, pesquero y acuícola, mediante inversión en bienes públicos.
- Generar un mayor impacto en el desarrollo y sustentabilidad de las actividades agropecuarias, acuícolas y pesqueras.

Con este marco de referencia, se considera que el fomento de agro-negocios sustentables y la reconversión agropecuaria representan los ejes rectores del escenario contextual para el sector agropecuario de este instrumento de planeación local, que indica el rumbo hacia donde debe avanzar la producción agropecuaria del municipio de Benito Juárez, en el corto, mediano y largo plazo.

En su aplicación, se contempla lograr un mayor nivel de participación de la comunidad y de los productores rurales, para decidir un rumbo del desarrollo agropecuario municipal, acorde con la vocación de los suelos y su potencialidad. Se establece como línea primordial de esta propuesta que la actividad agropecuaria contribuya a satisfacer de manera prioritaria, algunas de las necesidades locales de la población, y de la actividad turística que se pretende diversificar, la aportación de alimentos saludables y se procure de manera permanente el mejoramiento de las condiciones de vida en el medio rural (ejidos).

Por lo tanto, el fomento de agro-negocios sustentables y la reconversión agropecuaria contemplan la inducción de la actividad, considerando el establecimiento de modalidades de cultivo alternativos, con menos afectación ambiental, con mayor viabilidad agronómica, con rentabilidad económica y aceptación social. Es en virtud de este enfoque, que se propone promover el desarrollo de actividades productivas acordes al uso potencial del suelo, apoyando proyectos integrales de reconversión agropecuaria para transformar las áreas con cultivos anuales de temporal, hacia sistemas de cultivos perennes y sucesionales; la reconversión de las actividades agrícolas y el establecimiento de pastizales en terrenos marginales, hacia sistemas agroforestales y silvo-pastoriles, así como la conversión de los pastizales establecidos en terrenos marginales dentro de áreas forestales hacia plantaciones forestales mixtas, o bien el cambio de las actividades primarias hacia el desarrollo de proyectos integrales de transformación de las materias primas para la generación de valor agregado mediante cadenas de producción fortalecidas que permitan aprovechar racionalmente el suelo, el agua y los terrenos agropecuarios.

Escenario contextual para el sector Conservación de la Biodiversidad.

La actividad de conservación promueve el mantenimiento, cuidado y/o restauración de todos los ecosistemas presentes, considerando, entre otras, una tasa muy baja de cambio de uso de suelo. Y

para el presente documento, también considera el cuidado y conservación del recurso Agua (en cantidad y calidad), para las actividades presentes y futuras dentro de este municipio de Benito Juárez. Adicionalmente, las autoridades de los 3 órdenes de gobierno han reconocido al agua como un eje fundamental del desarrollo y que es de suma importancia considerar acciones tendientes a la protección de los acuíferos de la zona norte del estado de Quintana Roo, para asegurar calidad y cantidad para el consumo humano y las actividades productivas que generan empleo y bienestar a los habitantes de este municipio. En este sentido, las autoridades competentes han considerado la protección de las zonas de recarga de los acuíferos hacia el vecino municipio de Lázaro Cárdenas y Puerto Morelos, así como polígonos de protección alrededor de los pozos de extracción del agua de Isla Mujeres, Benito Juárez y Puerto Morelos, generando no solo una representatividad en la superficie municipal, sino sumando esfuerzos para la conservación de este preciado recurso a mediano y largo plazos en la zona norte del estado.

Esto es importante señalarlo, pues el crecimiento de los sectores productivos se realiza sobre las áreas aun no desarrolladas u ocupadas por otro tipo de infraestructura, por lo que este avance se realiza entonces sobre los sectores que no modifican el uso de suelo, principalmente sobre el sector Conservación. De ahí la importancia de la representación de las instituciones públicas y privadas involucradas con la protección y aprovechamiento sustentable del recurso agua, ya que permitirá considerar estrategias sobre los polígonos propuestos a fin de contener, limitar y/o revertir los posibles impactos causados en dichas áreas.

Pero no solo los polígonos de protección a los acuíferos han sido afectados. Se observa en la superficie municipal una degradación importante del ecosistema con mayor representación en el municipio y en el estado, que es la selva mediana subperennifolia. La comparación entre las imágenes de 2011 y 2023 es alarmante. Esta degradación se ha presentado en aproximadamente un 75 % del territorio municipal, derivada principalmente por la presencia de asentamientos irregulares y por la proliferación de bancos irregulares de extracción de material pétreo que, para poder facilitar su establecimiento y/o explotación (según sea el caso), propician incendios forestales con el fin de promover un cambio de uso de suelo forestal y justificar su presencia.

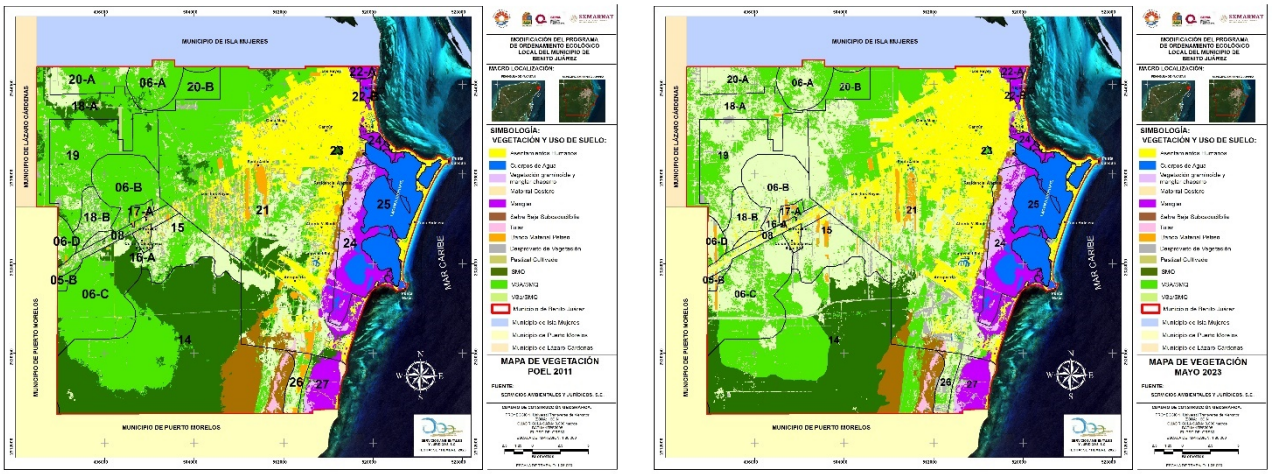


Figura 37.- Mapa de vegetación del municipio de Benito Juárez en los años 2011 y 2023.

Obviamente, esta degradación por actividades irregulares ha traído fuertes consecuencias, no solo respecto de la vegetación afectada, sino en el crecimiento desordenado de la población (y carencia de servicios básicos), el desplazamiento de la fauna nativa, contaminación del suelo, subsuelo y acuíferos, entre otros.

La figura donde se reflejan las diferentes proyecciones de ocupación del suelo, se presenta en la página 181, donde se muestra el mapa del escenario Contextual para el municipio de Benito Juárez.

Análisis e identificación de las zonas con potencial para la Conservación.

Así como se realizó la identificación de los sitios con mayor potencial para el desarrollo planificado dentro del municipio, se consideró igualmente importante destacar las zonas que por sus características ambientales y el estado de conservación de sus ecosistemas y/o por su importancia respecto de los bienes y servicios ambientales que proveen. Por lo anterior, se identificaron aquellas áreas que poseen un potencial y/o características suficientes como para considerar su conservación y/o actividades de bajo impacto que no afecten los recursos naturales presentes, que mantengan o mejoren los servicios ambientales que proveen y que además pueden dar consecución a los procesos ecológicos de los diferentes ecosistemas representados en el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

Las zonas que poseen las características anteriormente descritas y que ameritan ser consideradas en la modificación del POEL corresponden a:

Zona	Tipo de Uso/ Sector
Zonas de extracción de agua	Extracción del agua
Bosques de Cancún (Zona centro -sur del municipio)	Conservación de la Biodiversidad
Zonas de humedales (selvas bajas, tasistales y manglares fuera de ANPs)	Conservación de la Biodiversidad

La justificación en la designación de estas zonas es bastante lógica: Por una parte y dando continuidad al principal eje rector para el desarrollo del municipio se encuentra la protección del recurso Agua, mismo que debe conservar o incluso mejorar su calidad para el consumo humano. Por lo anterior y de acuerdo a la información presentada por la CAPA y la CONAGUA, se procedió a integrar la propuesta del polígono considerado como la zona de extracción del agua (zona de pozos), por su vulnerabilidad a los procesos de contaminación, y más si se considera que dentro de los polígonos de protección con que cuenta actualmente (los diferentes polígonos de la UGA 06), existe una fuerte presión al recurso por la proliferación de los ya mencionados asentamientos irregulares y bancos de extracción de materiales pétreos. Esta cercanía, además del adelgazamiento de la capa de tierra que pudiera “filtrar” parte de los contaminantes, provoca una menor capacidad de dilución de los posibles contaminantes que pudieran encontrarse en el manto freático. Adicionalmente y derivado de la presencia de los caminos de acceso y de ubicación de la infraestructura (pozos, líneas de tubería

y cárcamos de bombeo), existe una fuerte presión por parte de los propietarios de la tierra, e incluso de personas sin escrúpulos que invaden terrenos, por asentarse en dichos sitios, por la facilidad que brinda la presencia del camino y la cercana presencia de líneas de conducción del agua. Por lo anterior, y retomando también las peticiones de la CAPA y la CONAGUA, se incluyen para ser considerados para incrementar su nivel de protección bajo un esquema de declaratoria de área natural protegida estatal (por ubicarse estos polígonos de extracción en más de un municipio). Estos polígonos propuestos se consideran a partir de un radio de 2 km alrededor de todas las baterías de pozos, incluyendo los actualmente considerados en la expansión de las redes de extracción y bombeo para los municipios de la zona norte de Quintana Roo.

El sitio corresponde al ya mencionado “Bosques de Cancún”, aun presenta la vegetación mejor conservada de todo el municipio, y que corresponde a vegetación de Selva Mediana Subperennifolia en buen estado de conservación. Por la incidencia de fenómenos tropicales y los consecuentes incendios forestales, las zonas con mejor estado de conservación de la vegetación corresponden a esta zona, misma que incluso ya ha sido afectada por algunos de los incendios forestales provocados en el último año, por la presencia del Tren Maya, por la cercanía al ejido de Bonfil y por la intención de desarrollo de propietarios de tierras que pretenden desarrollos inmobiliarios en zonas selváticas, pero sin la introducción de servicios básicos. Sin embargo, la extensión y el estado de conservación que aun presenta este ecosistema, así como la carencia de una intrincada red de caminos y brechas, y por las zonas identificadas con mayor aptitud para el desarrollo fuera de estas áreas, se considera que o Bosques de Cancún debe ser considerado para el establecimiento de políticas ambientales enfocadas a la conservación de la biodiversidad.

Finalmente, en el municipio existen zonas de humedales, con presencia de selvas bajas y tasistales en lo que alguna vez fueron las paleocostas de Quintana Roo, y que son muy ricas en cuanto a la biodiversidad y servicios ambientales. Adicionalmente, existen leyes y atlas de riesgo que ya catalogan esas zonas como frágiles para un aprovechamiento urbano, por lo que difícilmente podrán ser consideradas para el desarrollo de infraestructura habitacional y/o turística masiva.

De la misma manera, existen también zonas con manglares que aun cuando se encuentran fuera de los límites de áreas naturales protegidas ya establecidas, se les debe asignar cierta protección, no solo en congruencia con la normatividad vigente, sino porque también son ecosistemas frágiles que brindan bastantes servicios ambientales y que también poseen una alta biodiversidad.

Una vez analizadas las zonas con potencial alto para el desarrollo económico y social del municipio, así como de las zonas que por su importancia deben quedar bajo alguna política ambiental de conservación, se analizaron el resto de los sectores y las actividades productivas que en menor grado transforman el Uso de Suelo, para su comparación con los sectores ya mencionados.

Los resultados en las proyecciones derivadas de los diferentes sectores y de las actividades que realizan se presenta en la siguiente tabla, donde se incluyen y comparan las superficies consideradas para el desarrollo y la conservación en las zonas identificadas, en un horizonte a 25 años (al 2050), misma que se presenta a continuación:

ETAPA DE PRONÓSTICO

Tabla XXXIX.- Comparativo del incremento o decremento de la superficie de ocupación de las diferentes actividades sectoriales en el municipio, bajo las perspectivas del escenario Actual, comparado contra el escenario Contextual, para el municipio de Benito Juárez.

SECTOR / ACTIVIDAD SECTORIAL	SUPERFICIES Y PORCENTAJES DE OCUPACIÓN			
	USO ACTUAL	**SUPERFICIE**	**ESCENARIO CONTEXTUAL**	**SUPERFICIE**
Aprovechamiento Forestal	0.00	0.00	11.79	10,960.22
Conservación	80.18	74,570.22	51.68	48,064.14
Protección del Agua	10.77	10,016.84	10.77	10,016.84
Turismo Alternativo	9.27	8,623.14	21.06	19,583.36
Agropecuario	0.08	74.88	8.79	8,175.08
Industria Ligera y Aprov. de Material Pétreo	2.12	1,975.74	3.00	2,790.02
Desarrollo Rural	1.38	1,285.84	4.82	4,480.90
Turismo Convencional	1.35	1,254.06	1.48	1,375.58
Desarrollo Urbano	14.91	13,870.54	26.73	24,862.62
Proyectos Sector Público	0.00	0.00	5.40	5,026.56

Esta tabla muestra la variación en superficie ocupada y su representación porcentual municipal, por cada uno de los diferentes sectores y/o actividades que se realizan en este municipio.

Como es lógico, las tendencias de crecimiento de las principales actividades productivas (urbano, rural, turístico, aprovechamiento de material pétreo e industria ligera), avanzan sobre las zonas no utilizadas u ocupadas (que actualmente presentan un alto potencial de uso como aprovechamiento forestal sustentable, protección del agua y/o conservación de la biodiversidad), por lo que el avance de las actividades económicas más fuertes se reflejan en un decremento de las superficies forestales y de conservación de la biodiversidad.

Los sectores que promueven cambios de uso de suelo y que más crecen son los de Desarrollo Urbano, Sector público (por los proyectos de desarrollo) y Desarrollo Rural (11.82%, 5.40% y 3.44% respectivamente). Y avanzan principalmente sobre áreas no ocupadas actualmente (asignadas al sector conservación) y en algunos casos, sobre áreas con vegetación en buen estado de conservación), por lo que también afectarían al sector de Aprovechamiento Forestal Sustentable.

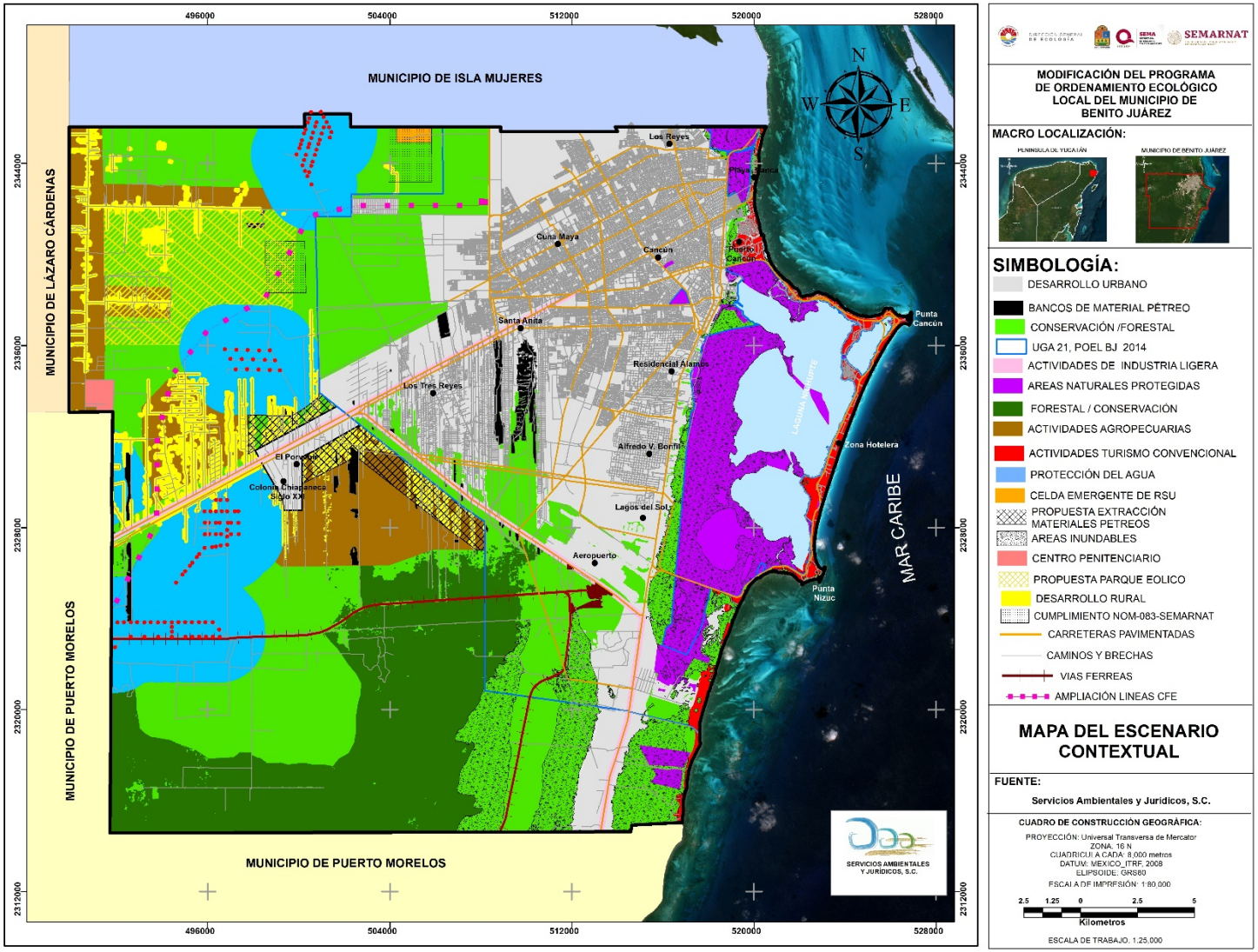


Figura 38.- Mapa del Escenario Contextual para el municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.

III.- ESCENARIO ESTRATÉGICO PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO.

El conocimiento científico de la conformación del paisaje, la caracterización de las unidades naturales; así como la evolución de las actividades productivas promisorias que se desarrollan en el territorio municipal, nos permite proponer estrategias de manejo y administración de los recursos naturales, así como el planteamiento de prácticas de conservación de los ecosistemas y el mantenimiento de procesos ecológicos clave, a través de la regulación de los usos de suelo fuera de los centros de población, con base en una propuesta de organización y orientación de las proyecciones previstas bajo los escenarios tendencial y contextual.

Las evidencias de los procesos de deterioro de los recursos naturales prioritarios y la acelerada degradación de los ecosistemas que se han registrado en este municipio, son indicios que nos obligan a definir límites y restricciones para las modalidades de los usos del suelo que generan efectos ambientales acumulativos e irreversibles y proponer alternativas de uso menos agresivas y complementarios con la vocación natural.

Las actividades productivas más importantes que se llevan a cabo en el municipio y que demandan más recursos naturales (como tierra y agua) son el Desarrollo Urbano (por intensidad y extensión), el Turismo Convencional (por intensidad) y el Aprovechamiento de materiales pétreos (también por intensidad e impactos acumulativos). Otra actividad que demanda mucha tierra (superficie) aun cuando económicamente no proporciona grandes beneficios, sino que por el contrario, requiere de grandes esfuerzos económicos y humanos para su atención, es el desarrollo rural (actualmente representado como Asentamientos Irregulares. En menor medida se presentan las actividades de turismo alternativo, agropecuarias y forestales (actualmente casi inexistentes), pero con un importante potencial para la diversificación de actividades productivas, que pueden incidir en la superficie municipal y que provocarían menores afectaciones ambientales y menor demanda de aprovechamiento de los recursos naturales que las actividades masivas ya mencionadas. Y la actividad de Conservación de la biodiversidad, que implica no solo la conservación de los ecosistemas en buen estado de conservación, sino también de las áreas que ameriten restaurarse, así como de cuidar los ecosistemas que proveen de servicios ambientales y mantienen una alta biodiversidad. Aparentemente estas actividades de conservación no aportan un beneficio económico importante, pero la realidad es que el mantener los servicios ambientales, la recarga del acuífero y agua de calidad (además de la biodiversidad y lo que esta implica en términos productivos) representa el ahorro de muchos millones de pesos de inversión presente y futura en temas de infraestructura del agua para consumo humano, en playas limpias para el turismo, o en menor gasto de combate a incendios forestales, entre muchos otros.

Los ejes estratégicos ya mencionados para alcanzar la imagen objetivo (escenario estratégico) para el municipio de Benito Juárez son:

1. El ordenamiento ecológico del crecimiento urbano y rural. - Para considerar un desarrollo ordenado, la zona urbana debe contar con su Programa de Desarrollo Urbano actualizado en el que la ocupación del suelo esté precedida por la dotación programada de los servicios básicos, con vialidades adecuadas, suficiente equipamiento y un sistema municipal de parques que cubra

las necesidades de áreas verdes y de esparcimiento de la población local. Respecto del desarrollo rural, se debe regular la ocupación de la propiedad ejidal, disponiendo de manera legal y suficiente de suelo apto para satisfacer ordenada y anticipadamente las necesidades de vivienda y de bienes públicos urbanos, conforme a las proyecciones del crecimiento de la población y las tendencias de la migración. A través de la compatibilidad entre los instrumentos de planeación y la aplicación coordinada de la normatividad ambiental, se lograrán establecer desarrollos urbanos y rurales integrales y sustentables para satisfacer de viviendas dignas a la población local; con una visión ambiental adaptada a las condiciones particulares de los ecosistemas costeros. A largo plazo, se considera satisfecha la necesidad de mantenimiento y modernización de la infraestructura urbana y el equipamiento suficiente para ciudades en crecimiento sustentable.

2. Protección del agua.- Las acciones de conservación del agua como recurso prioritario y vital para el desarrollo del municipio, se sustenta en la propuesta interinstitucional para la delimitación y decreto de las áreas de protección de las zonas de extracción de agua, además de contener y reubicar a los asentamientos que se ubican dentro de estos polígonos de protección del agua.

   El reconocimiento del agua como recurso natural prioritario y como uno de los ejes centrales para la formulación de las estrategias del Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Benito Juárez, es una manifestación de la trascendencia de este recurso natural para la vida y para el éxito de las actividades productivas. Es en virtud de este enfoque, que se propone como medida de vital importancia, limitar las actividades y obras que provocan interferencias con el ciclo hidrológico y sugerir acciones que contribuyan a mantener la calidad de agua para garantizar a largo plazo su uso y aprovechamiento racional. De acuerdo con la información recabada, se cuenta con información confiable respecto de la ubicación de las zonas de recarga del acuífero, y de la ruta subterránea que presenta entre estas zonas de captación o recarga y las zonas de extracción. Con esta información, es posible modelar los escenarios del crecimiento de los diversos sectores en el municipio, y prever la posibilidad de conflictos con los sectores de Conservación, Rural y Aprovechamiento de material pétreo. Y en el caso de que confluyan 2 o más sectores que no compitan precisamente por el agua, pero si por los espacios que ésta requiere para asegurar su calidad y disponibilidad, se podrán establecer las estrategias necesarias para controlar, minimizar y/o evitar los posibles impactos ambientales que pudieran poner en riesgo el acuífero, estableciendo alternativas económicas productivas (cargas y beneficios) para los propietarios de las tierras donde confluyan con el sector conservación (agua) y evitar así los posibles conflictos ambientales.

3. Conservación de la biodiversidad.- Para salvaguardar la biodiversidad se mantienen y fortalecen los programas de manejo de las áreas naturales protegidas de este municipio y se determinan acciones coordinadas de protección y restauración en los humedales y zonas inundables, incluyendo manglares, tulares, sabanas y selvas bajas, donde se mantienen los servicios ambientales que ofrecen estos ecosistemas. También se considera la ampliación (en superficie) de áreas naturales protegidas, a través de la posible incorporación de áreas en buen estado de conservación y/o que por los servicios ambientales que posee (como la zona de extracción de agua) pudieran ser integradas a un decreto de ANP estatal.

   El mantenimiento de la cobertura vegetal de las selvas, la protección de los ecosistemas de las dunas costeras y los humedales, se justifican tanto por sus atributos ambientales, como por las

funciones ecológicas que desempeñan. Desde una perspectiva utilitaria, es necesario reconocer que estos ecosistemas costeros, considerados como poco útiles, en realidad desempeñan una gran variedad de funciones ecológicas importantes. Una de estas funciones radica en el hecho de que constituyen barreras naturales contra los fenómenos meteorológicos (huracanes y *nortes*) y zonas de regulación de los niveles de inundación derivados de las precipitaciones pluviales y mareas, que contribuyen a la protección de los asentamientos humanos costeros (urbanos y rurales) e infraestructura turística, como se ha mencionado en las etapas de caracterización y diagnóstico de este ordenamiento territorial. Otra de las funciones ecológicas que desempeñan los humedales, es que sustentan una gran diversidad biológica, entre ellas especies protegidas por la normatividad ambiental, como son los manglares, entre muchas otras. Por lo tanto, si el desarrollo socioeconómico del municipio afecta significativamente estos ecosistemas, se restringe su desempeño para la protección civil y se genera una afectación en los ecosistemas acuáticos cercanos, destacando los arrecifes ubicados dentro de los polígonos del Parque Nacional "Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc".

Por otro lado, es necesario reconocer que al aumentar los procesos de deforestación que provocan los incendios forestales incontrolados y los desmontes para la apertura de caminos para el establecimiento de bancos de materiales pétreos y/o asentamientos irregulares, se intensificará la presión por la ocupación de estas áreas y se justificaría su cambio de uso por la supuesta pérdida de valor de los ecosistemas.

4. La diversificación de las actividades productivas.- El fomento de acciones y el desarrollo de nuevas actividades productivas, industriales, comerciales y científico-tecnológicas que sean compatibles con el turismo y la conservación de los ecosistemas costeros son la mejor opción para diversificar las actividades productivas y generar estabilidad económica en el futuro de este municipio.

   Destaca en la diversificación de las actividades, la promoción y desarrollo ordenado de los fraccionamientos rurales y la reconversión / integración de áreas no costeras a un esquema de aprovechamiento turístico (distinto al esquema de *Sol y Playa*) y ecoturístico que brinde beneficios similares, pero con un mejor control de impactos y la dotación completa de servicios básicos, con el fin de establecer condiciones más reales para el desarrollo sustentable y la promoción de un destino de primer nivel, pero certificado con sello verde o similar.

   También se considera retomar el Aprovechamiento Forestal Sustentable y otorgarles un valor agregado a los productos, a través del establecimiento de industrias forestales. El uso de biocombustibles y la promoción de energías renovables, así como la aplicación de la biotecnología en la solución de los problemas ambientales son solo algunas de las opciones productivas de bajo impacto ambiental y que al revalorar el capital humano pueden resultar atractivas en una economía municipal aun dependiente del turismo masivo.

Es importante destacar que los proyectos presentados para su análisis y posible inclusión en el escenario contextual pueden ser viables y pueden encausar las principales actividades económicas en el municipio, y que aunque pueden generar impactos ambientales adversos, de acuerdo a los análisis de Impacto Ambiental, estos pueden ser mitigados y contenidos en áreas específicas de desarrollo, lo que adicionalmente permitiría asegurar suficiente superficie que sea destinada a

Conservación de la biodiversidad, del agua y zonas forestales, asegurando a largo plazo, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen estos ecosistemas.

Cabe resaltar que a pesar de contar con un Ordenamiento Ecológico que en teoría regula el desarrollo sustentable del municipio de Benito Juárez, la realidad que muestra el escenario tendencial, dada su gran dinámica económica y social, es de un rápido agotamiento de los recursos naturales y el riesgo de afectación sobre varios de los atributos vitales utilizados por varios sectores que inciden en el municipio. Por lo anterior, muchos de los programas que se han analizado e incluido para incidir en el municipio, más que a fomentar actividades productivas, éstos están enfocados a contener y controlar el acelerado crecimiento y tasas de cambio de uso de suelo que ha mostrado en estos últimos 11 años este municipio (tomando la publicación del POEL como referencia). Esto se observa con los ejes rectores, que derivan en programas urbanos enfocados a contener y controlar el crecimiento ordenado dentro de las áreas urbanas; a los programas institucionales enfocados a proteger el recurso agua; o al interés de regularizar algunas actividades (como las de desarrollo rural) a través del establecimiento justificado de zonas con aptitud específica para estas actividades.

Así, las actividades sectoriales han estado desde hace muchos años claramente identificadas respecto de su incidencia en diversas zonas específicas dentro del municipio. Esta situación ha facilitado enormemente los análisis de aptitud e incluso el de los posibles conflictos ambientales. En las proyecciones realizadas, sólo se vislumbran un par de conflictos ambientales fuertes: el primero entre el crecimiento del sector Desarrollo Urbano (por la expansión de su mancha urbana) con el sector Conservación; y el segundo entre el sector desarrollo rural y el sector Conservación, por la tendencia a establecerse en áreas ejidales cercanas a las carreteras federales (específicamente la 180) y en terrenos privados con vegetación forestal en buen estado de conservación (Bosques de Cancún).

El resto de las actividades sectoriales, aún con sus tendencias de crecimiento y proyecciones, presentan escasos conflictos ambientales y que tienen la posibilidad de ser minimizados o evitados a través de la reasignación de usos de suelo y criterios de regulación ecológica establecidos por el instrumento vigente.

Dentro del escenario estratégico, se vislumbran claramente 4 regiones de importancia, mismas que se describen brevemente, así como las principales estrategias:

1. **Región Zona Urbana de Cancún.-** Se caracteriza por su acelerada tasa de cambio de uso de suelo y por el destino perfectamente definido como zona urbana dentro de los límites del centro de población, establecidos en la aprobación de su Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Benito Juárez, Quintana Roo (2018-2030), mismo que está representado en el POEL vigente como la UGA 21 (zona urbana de Cancún). A pesar de poseer casi 34,940 hectáreas, las tendencias de crecimiento de la mancha urbana se dirigen al norte (conurbación con Isla Mujeres) y al sur (conurbación con Puerto Morelos), y también se dirige al poniente, hacia el poblado de Leona Vicario. Estas tendencias de crecimiento dejan importantes áreas dentro de la UGA 21 que aparentemente no serán desarrolladas en el corto y mediano plazos, pero empujan el desarrollo urbano fuera de los límites del PDU vigente, lo que implicaría una futura revisión de los límites del PDU, con posibles ampliaciones en ciertas áreas, así como su posible disminución en las zonas que no serán desarrolladas en los próximos años.

2. **Región Colindancias de la zona urbana de Cancún.-** Como ya se comentó, otra de las zonas con una alta presión de desarrollo en el municipio de Benito Juárez son las colindancias de la zona urbana de Cancún, específicamente a través de las carreteras federales presentes (180 al poniente y 307 al Sur). En el caso de la carretera federal 180, ésta se ubica fuera de la zona urbana, cruzando el ejido de Alfredo V. Bonfil, y ha sido que, aprovechando la presencia de esta vialidad, se han comercializado importantes extensiones de tierra para la construcción de viviendas sin servicios básicos y sin anuencia de autoridades. Dentro del escenario estratégico, se incorpora una parte de esta región al PDU, para poder dotar de servicios básicos a la población que subsiste en condiciones de marginación.

   Para el caso de la carretera federal 307, también ya se abordó el tema del proceso de conurbación que existe entre ambos municipios; sin embargo, la reciente presencia del Tren Maya también ha generado diferentes expectativas de hasta dónde llegará la presión de desarrollo por parte de esta infraestructura considerando que el proyecto del Tren Maya también considera un Centro Logístico de carga (aproximadamente a 9.5 km al sur poniente del aeropuerto internacional de Cancún). Esto, adicionalmente al potencial turístico que se incrementa por el hecho de la presencia del Tren y la cercana estación de pasajeros, y por la que la Secretaría de Turismo estatal ha considerado como una "Zona Prioritaria de Gestión Turística Sustentable, en la que se considera un aprovechamiento de Turismo convencional de bajo impacto, Turismo alternativo y Desarrollo Urbano de baja densidad que permita la dotación de servicios y el posible incremento en la plusvalía de la zona.

3. **Región Ejido de Alfredo V. Bonfil.-** El ejido Bonfil originalmente poseía poco más de 25,113 hectáreas y se encuentra inmerso completamente en el municipio de Benito Juárez, estando aproximadamente el 50 % dentro de la zona urbana (UGA 21) y el resto fuera, en UGAs reguladas por el POEL (incluyendo parte de los polígonos de protección del agua). No hay información certera de cuantos ejidatarios tiene este ejido; de acuerdo al VII Censo agropecuario de 1991 (INEGI, 1991) había 610 ejidatarios, de los cuales 522 contaban con parcelas individuales. Pero de acuerdo a notas periodísticas (Grupo SIPSE, 2023), había 208 ejidatarios. Independientemente del número de ejidatarios, las tierras fueron repartidas en parcelas que originalmente poseían 100 m de frente de carretera por 10,000 m de fondo, lo que se entiende por la forma en que se desarrollaron los asentamientos irregulares en esta ciudad de Cancún. Esto se observa tanto dentro como fuera de la zona urbana, donde las tierras ejidales fueron fraccionadas y vendidas para diversas actividades, pero básicamente para la venta de lotes unifamiliares de entre 100 y 250 m² (en franca violación a las leyes locales), como para la explotación de material pétreo. Y requiere urgentemente de ordenarse las actividades, pues son las que actualmente están poniendo en riesgo a los ecosistemas, la biodiversidad, el acuífero y los servicios ambientales en el municipio.

4. **Región Polígonos de Protección del agua**.- Actualmente, dentro de los límites municipales, existen 3 polígonos que desde la publicación del POEL vigente (2014) se identificaron como UGAs de protección de pozos, considerando un diámetro de 2 km alrededor de cada pozo (por recomendación de CAPA y CONAGUA). De estas zonas se extrae el agua para más de un millón de habitantes de Cancún y más de 22,700 habitantes del municipio de Isla Mujeres. Aun cuando el POEL vigente impuso a estas UGAs una política ambiental de Protección, la realidad es que se han presentado incendios forestales y se han establecido asentamientos

irregulares y bancos de material pétreo que ponen en riesgo el recurso agua y que, en el actual proceso de modificación de este instrumento de regulación ambiental, se debe elevar esta protección, para asegurar la calidad de este recurso hídrico.

Como se puede observar, la identificación de las zonas susceptibles para el desarrollo, así como las propuestas de estrategias, están encaminadas a controlar el desarrollo que ya se presenta en dichas áreas, lo que provocará variaciones en cuanto a las tendencias de ocupación del suelo de varios sectores.

Objetivos del escenario estratégico en la modificación del POEL.

La comparación de las ventajas competitivas de las opciones de actividades productivas y ocupación del suelo en el municipio, con el desarrollo de las reservas turísticas (turismo convencional), el crecimiento urbano ordenado, la regularización de los bancos de material pétreo y en el freno y reconversión de asentamientos irregulares a fraccionamientos rurales, nos permite reconocer que estas alternativas presentan el potencial de desarrollo más alto en cuanto a economía y generación de empleos, pero también en cuanto a la modificación del medio ambiente. En contraste, los valores intermedios se obtienen por las actividades de industria ligera, turismo alternativo, el fomento de la actividad agropecuaria y del aprovechamiento forestal sustentable, siendo estas actividades complementarias. El valor más bajo de ocupación y conversión del suelo se obtiene para las actividades de conservación y de protección del agua.

De acuerdo al Plan Estatal de Desarrollo (2023-2027) y al Plan Municipal de Desarrollo (2021-2024), respectivamente, existen varias líneas de acción que se presentan a continuación:

I. Objetivo Estratégico I.- El ordenamiento ecológico del crecimiento urbano y Rural.

Ordenar el crecimiento poblacional dentro y fuera del centro de población del municipio, dando certeza al desarrollo urbano y rural, regularizando dentro de las zonas aptas, la presencia de asentamientos irregulares; y reubicando a aquellos pobladores que se ubiquen fuera de las zonas definidas para este desarrollo, dentro de las nuevas colonias que serán incorporadas al centro de población y que contarán con los servicios básicos, solventando así los graves problemas ambientales que se generan en las zonas (urbanas y rurales) carentes de servicios.

Estrategia I. 1. Definir a través del POEL, las zonas con mayor aptitud y menores conflictos ambientales para el crecimiento ordenado de la mancha urbana.

I.1.1.- Se promueve la definición de los nuevos límites del centro de población en el municipio de Benito Juárez, con el fin de establecer las estrategias de dotación de servicios, acorde a las tasas de crecimiento calculadas.

I.1.2.- Se aplica la normatividad vigente dentro del centro de población, a fin de verificar que el crecimiento de la mancha urbana cuente con todos los servicios básicos que exige la Ley.

Estrategia I. 2. Definir a través del Ordenamiento, las zonas con mayor aptitud y menores conflictos ambientales para el establecimiento de los fraccionamientos rurales.

I.2.1- Se promueve la definición de los sitios aptos fuera de los centros de población, para el establecimiento/ permanencia asentamientos rurales, dando así la pauta a la posible regularización de éstos.

I.1.3.- Se aplica la normatividad vigente fuera de los centros de población, a fin de verificar que en el establecimiento de los fraccionamientos rurales, estos cuenten con todos los servicios básicos que exige la Ley.

Estrategia l.3. Propiciar el desarrollo sustentable del centro de población.

I.2.1.- Se homogenizan los instrumentos normativos urbanos y ambientales, a fin de establecer las estrategias necesarias para el control de impactos ambientales dentro de los límites de los centros de población, a través de la dotación previa de servicios básicos.

l.2.2.- Se homogenizan los instrumentos normativos urbanos y ambientales, a fin de dotar a la población de los diferentes centros de población con superficies accesibles de área verde en una relación de al menos 12 m² por habitante.

I.2.3.- Se realizan gestiones necesarias para el establecimiento del sitio de disposición final de los residuos sólidos para el centro de población.

II. Objetivo Estratégico II.- Protección del recurso agua.

Promover la protección de los acuíferos a corto, mediano y largo plazos y que satisfacen las necesidades de la población, mediante la consideración de las propuestas de protección de las instancias competentes, y del establecimiento de políticas ambientales y actividades de restauración tendientes con la protección del recurso agua.

Estrategia 1. Considerar los polígonos propuestos para la conservación y explotación de los acuíferos, estableciendo políticas y acciones encaminadas a su protección, a corto, mediano y largo plazos.

II.1.1.- Impulso a la protección de los acuíferos mediante la adopción de prácticas de conservación de suelo y vegetación original en los polígonos de captación y de extracción del agua.

II.2.2.- Promover actividades de reforestación en estos polígonos a través del establecimiento de políticas ambientales de restauración, a fin de que en dichas zonas puedan realizarse pagos de servicios ambientales.

II.2.3.- Impulsar entre los habitantes del municipio, la disminución en el consumo de agua mediante la educación ambiental y concientización respecto del uso del agua.

II.2.4.- Impulsar entre los desarrolladores de vivienda urbana y suburbana, a través de los reglamentos de construcción municipal, el establecimiento de sistemas de ahorro de agua, con el fin de disminuir el consumo promedio diario de agua potable por habitante.

III. Objetivo Estratégico III.- Conservación de la biodiversidad.-

Propiciar que la selva tropical sea un capital natural permanente para el crecimiento económico a través de la consolidación, fomento y mantenimiento de la reserva forestal en aprovechamiento sustentable y con certificación ecológica internacional.

Estrategia 1. Definir las áreas forestales y las prácticas de manejo silvícola que aseguren la sustentabilidad para constituir un capital forestal permanente.

III.1.1.- Establecimiento del inventario de áreas forestales permanentes, incorporación de áreas de uso potencial, de conservación y de recuperación a la Reserva Forestal Estratégica y establecimiento de plantaciones forestales con acciones de manejo y evaluación para el rendimiento sostenido.

III.1.2.- Promoción de la certificación del manejo forestal con estándares internacionales para acceder a nichos de mercado ecológicos y posicionar la producción a nivel local, nacional e internacional.

Estrategia 2. Diversificar el aprovechamiento forestal, con un mejor aprovechamiento de productos no maderables y la introducción de actividades económicas alternativas.

III.2.1.- Gestión de servicios ambientales con especies nativas para la captura de carbono y agua y conservación de la selva y financiamiento a proyectos productivos para el manejo, aprovechamiento, procesamiento y comercialización de productos no maderables, fauna silvestre, artesanías y turismo alternativo.

Estrategia 3. Impulsar la protección de las zonas con vegetación mejor conservada en el municipio, a fin de mantener una adecuada representatividad de los principales ecosistemas y su biodiversidad, además de los servicios ambientales que nos proveen

III.3.1.- Establecimiento de políticas ambientales y usos de suelo encaminados a la limitación de apertura de nuevos caminos y vialidades en sitios con buen estado de conservación.

III.3.2.- Establecimiento de políticas ambientales y usos de suelo encaminados a la protección de los ecosistemas con mejor grado de conservación, proporcionado alternativas económicas productivas a los poseedores de tierras en dichas áreas.

III.3.3.- Establecimiento de estrategias interinstitucionales encaminadas a acciones de respuesta inmediata ante la presencia de incendios forestales y/o deforestaciones no autorizadas.

III.3.4.- Gestión ante las dependencias federales, de las autorizaciones necesarias para promover el retiro y aprovechamiento de las especies maderables afectadas de manera irreversible por tormentas y/o ciclones tropicales, y que cuya permanencia, pudiera incrementar la intensidad y daños a los ecosistemas, durante eventos de incendios forestales.

IV. Objetivo Estratégico IV.- La diversificación de las actividades productivas.

Propiciar en el municipio el desarrollo y diversificación de actividades económicas productivas, como alternativa a la mono economía y dependencia que se tiene respecto del turismo convencional.

Estrategia 1. Definir las áreas adecuadas para el desarrollo de alternativas económicas atractivas que capten la inversión, que aseguren la sustentabilidad de la región y no comprometan la calidad de los recursos naturales presentes.

IV.1.1.- Definición de los polígonos susceptibles para el desarrollo de actividades económicas alternas en la superficie municipal, donde existan las condiciones a corto y mediano plazo para el desarrollo de esta infraestructura y el equipamiento necesario.

III.1.2.- Identificación de las necesidades (ambientales y sociales) para asegurar la presencia de los servicios básicos, que aseguren la contención y mitigación de los posibles impactos ambientales derivados de las nuevas actividades.

Estrategia 2. Promoción del municipio como destino seguro para el establecimiento de alternativas económicas (turismo, industria ligera y/o desarrollo rural) para mercados económicamente acomodados que permeen beneficios hacia la comunidad.

III.3.1.- Diseño e implementación de campañas de promoción del municipio como destino seguro para el establecimiento de alternativas económicas (turismo, desarrollo urbano y/o desarrollo rural), enfocados a mercados con alto poder adquisitivo y que impulsen el consumo de productos locales, además de generar fuentes de empleo.

El establecimiento de estas líneas de acción y sus objetivos claros permite trazar las rutas críticas necesarias para verificar el cumplimiento de los objetivos y estrategias planteadas.

De manera específica, se presentan las principales estrategias para aquellos sectores que modifican el uso de suelo a tasas altas:

Desarrollo Urbano:

- Para el cumplimiento de los objetivos del sector Desarrollo Urbano respecto de contener este desarrollo dentro de los nuevos límites del centro de población, se promoverá la sobre densificación, a través del crecimiento vertical de la ciudad, a fin de disminuir la tasa de expansión de la mancha urbana, y eficientizar los servicios básicos existentes, asegurando así la dotación completa de servicios y por ende, el control de los impactos (principalmente la contaminación) que genera la falta de servicios.
- También se deberán establecer las condiciones legales para que en las zonas urbanas donde existan los servicios básicos, el ciudadano se obligue a conectarse a las redes de servicios públicos (específicamente a la red de drenaje municipal), a fin de disminuir o evitar impactos al subsuelo y manto freático.
- Los instrumentos de planeación deben formularse tomando en consideración la información actualizada existente respecto de la disponibilidad de agua y la factibilidad de dotación de servicios, previo a la asignación de parámetros de desarrollo (como densidades urbanas y/o turísticas).

Desarrollo Rural:

- Para el cumplimiento de los objetivos del sector Desarrollo Rural, respecto de la regularización de los actuales asentamientos irregulares en los sitios con aptitud para vivienda rural fuera de los centros de población, se deberá obligar a los fraccionadores a la dotación de los servicios básicos mínimos que establece la Ley de Acciones Urbanísticas del estado de Quintana Roo.

- La densidad máxima para el establecimiento de fraccionamientos rurales (campestres) será de hasta 11 viv/ha en áreas con políticas de aprovechamiento sustentable. Esta densidad pudiera ser menor, dependiendo de la política ambiental que sea impuesta en otras áreas con aptitud para el desarrollo y la factibilidad en la dotación de servicios básicos.

Turismo Convencional:

- Para poder alcanzar el objetivo de un desarrollo sustentable respecto del sector Turismo Convencional, y considerando que las reservas turísticas del municipio prácticamente se han agotado, se propondrán áreas con potencial turístico diferente al esquema de *Sol y Playa*, en las que también exista la factibilidad en la dotación de servicios básicos.
- En zonas reguladas por el POEL, las UGAs se ajustarán a las condiciones actuales de los ecosistemas y a la normatividad vigente para la definición de los nuevos límites de estas, dando así certeza real del desarrollo.
- El POEL vigente asigna una densidad baja a los ecosistemas de humedales, pero sin otorgar superficie de aprovechamiento, con el fin de otorgar un valor agregado a las zonas con este tipo de vegetación y a su vez, ser congruentes con la normatividad vigente. Con esto se busca propiciar el desarrollo ordenado fuera del PDU y a su vez, poder exigir a los desarrolladores la implementación de programas de conservación y/o restauración (en flujos y biomasa) de las zonas de humedales, con el fin de mejorar las condiciones y servicios ambientales que este ecosistema nos provee.
- Atendiendo cuestiones de cambio climático, se establecen condiciones para propiciar el desarrollo de la infraestructura turística preferentemente en áreas colindantes a la carretera federal 307, compensando con un poco más de densidad a los desarrollos que se ubiquen en sitios menos frágiles y con menos riesgos ante el posible incremento en el nivel del mar y de la incidencia de tormentas y fenómenos tropicales.

Transformación.

Aprovechamiento de materiales pétreos:

- Para el aprovechamiento de materiales pétreos se considera la posibilidad de incrementar la profundidad autorizada de extracción, pero sin aflorar el manto freático (sustentada en estudios geohidrológicos), para contener su crecimiento y evitar su proliferación ante las perspectivas de crecimiento en la demanda de este material para la construcción.
- También se establecerán criterios de ubicación de estos sitios a distancias determinadas de las áreas de demanda, evitando que se ubiquen sobre los caminos y carreteras, ya que estos corredores presentan aptitudes para otros desarrollos sectoriales menos lesivos y con mayores beneficios sociales. De esta manera se evitarán conflictos ambientales por la ocupación de las franjas carreteras.
- En la etapa de abandono de los bancos de material pétreo se establecerán (dentro de áreas urbanas) como zonas de equipamiento (incluyendo el deportivo) y áreas verdes; y

fuera de los centros de población, estas zonas serán incorporadas al sector conservación a través de la creación de humedales artificiales o zonas de restauración forestal.

Generación de energías limpias / renovables:

- Para disminuir la dependencia energética de otras entidades, se promoverá la generación de energías limpias, sustentada en estudios que demuestren la factibilidad de las instalaciones y modalidades que minimicen y compensen los impactos ambientales, con bajas tasas de ocupación del suelo y un beneficio real a los habitantes del municipio.
- También se establecerán criterios de ubicación de estos sitios (específicamente en la generación de energías eólicas), respetando rutas definidas de aves migratorias.
- Los proyectos propuestos deberán definir el posible uso de sustancias peligrosas y su manejo (incluyendo su destino final), para evitar que los posibles residuos generen afectaciones al suelo, subsuelo y/o manto freático.

Actividades agropecuarias:

- Para determinar y ordenar el establecimiento de la frontera agrícola sobre las masas forestales, se fomentarán los Agro-negocios Sustentables y la Reconversión Productiva, a través de las siguientes modalidades:

a) Sistemas de producción orgánica. Son sistemas de producción y procesamiento de alimentos, productos y subproductos animales, vegetales u otros satisfactores, con un uso regulado de insumos externos, restringiendo y en su caso prohibiendo la utilización de productos de síntesis química. Estos sistemas de producción muestran alta diversidad de opciones, debido a que pueden incluir desde productos y subproductos de animales y vegetales cultivados y silvestres hasta cualquier otro producto natural.

b) Sistemas agroforestales y silvopastoriles. Son sistemas de producción agropecuaria que mediante la incorporación de elementos arbóreos mejoran las condiciones de cultivo y aumentan la diversidad de especies en los agroecosistemas. Estos sistemas se pretenden establecer en primera instancia en los terrenos con cultivos anuales de temporal y en tierras de riego con cultivos marginales. En esta modalidad se contemplan las unidades familiares de producción y los corredores de producción agroforestal en terrenos ejidales parcelados.

c) Plantaciones forestales mixtas. Son unidades de producción que contemplan el cultivo combinado de especies forestales maderables como el cedro y la caoba, intercalados con especies nativas no maderables como el huano y el xiat, que se proponen como especies estructurales, a las que se les pueden incorporar otras especies nativas en función de los gustos y preferencias de los productores y de las condiciones ecológicas del sitio de la plantación. Estas plantaciones forestales mixtas se pretenden establecer en primera instancia en terrenos con pastizales marginales y/o con vegetación secundaria degradada por los incendios forestales.

d) Manejo agroecológico de cultivos permanentes y semipermanentes. En esta modalidad se contemplan los cambios en las prácticas de manejo intensivas hacia la incorporación de prácticas agroecológicas de cultivo. En las unidades de producción actual que manejan cultivos permanentes y semipermanentes que son rentables pero utilizan prácticas intensivas, se propone incorporar prácticas de manejo menos agresivas (con menor uso de fertilizantes y pesticidas químicos).

e) Agronegocios sustentables. Son unidades de transformación de la producción agropecuaria que se pretenden modernizar, para que dispongan de sistemas tecnificados de producción, cuenten con cadenas de comercialización estables, con un manejo eficiente de los recursos naturales, establezcan módulos de ahorro de energía y que cuenten con sistemas de tratamiento de sus residuos.

f) Fomento apícola.- La apicultura es una actividad productiva muy apreciada en la región, por lo general se realiza como una actividad complementaria, con la finalidad de producir miel. Esta actividad agropecuaria está orientada a la crianza de abejas y a prestarles los cuidados necesarios con el objeto de obtener los productos que son capaces de recolectar y elaborar estos insectos para su comercialización.

Las actividades de Industria Ligera y Turismo Alternativo, por su representación actual y futura dentro del municipio, no presentan estrategias que modifiquen su cobertura y/o presencia respecto del escenario contextual.

De la misma manera, se presentan las principales estrategias para aquellos sectores que conservan el suelo y/o que no promueven cambios al mismo.

Aprovechamiento Forestal:

- Para el cumplimiento de los objetivos del sector Aprovechamiento Forestal, se limitará la apertura de caminos, carreteras y hasta las dimensiones de las mensuras, a fin de evitar que éstas sean utilizadas posteriormente para el posible tránsito de vehículos.
- Se gestionará la autorización ante las autoridades competentes, de los residuos maderables derivados del paso de fenómenos tropicales, con el compromiso de compensar dicho aprovechamiento con actividades de reforestación de las zonas donde se extraiga la madera.

Protección de las zonas de extracción de agua:

- Se elevará el nivel de protección de los polígonos de extracción de agua hasta la posible declaratoria de área natural protegida (estatal), que permita a su vez, la contención y reubicación de los asentamientos ubicados dentro de los polígonos ya mencionados.
- Se realizarán acciones de restauración de los ecosistemas afectados por los incendios forestales, dentro de los polígonos definidos por las autoridades competentes, en

coordinación con las autoridades municipales, generando el compromiso de contratar mano de obra local.

- Las autoridades competentes en la conservación del recurso agua deberán establecer acuerdos con los poseedores de las tierras incluidas en los polígonos propuestos, a fin de inscribir dichas zonas en esquemas de conservación que conlleven en beneficios a dichos propietarios (cargas y beneficios).

Conservación de la Biodiversidad:

- Se promoverá la protección de las zonas con ecosistemas frágiles y/o en mejor estado de conservación, estableciendo políticas de protección y/o preservación, además de usos de suelo acordes a dicha perspectiva.
- Se promoverá la conformación de UMAs en estas zonas de protección y/o preservación de los corredores biológicos y en los que se puedan realizar pagos de servicios ambientales (principalmente por parte de hoteles o desarrolladores de vivienda), en cumplimiento de la Ley de Cambio Climático y a las compensaciones por las emisiones de CO_2 y gases de efecto de invernadero.

De todo lo anterior, se consideraron dichas estrategias para la tasa proyectada de ocupación del suelo por los diferentes sectores, obteniendo así la siguiente tabla:

Tabla XL.- Comparativo del incremento o decremento de la superficie de ocupación de las diferentes actividades sectoriales en el municipio, bajo las perspectivas del escenario Actual, comparado contra el escenario Estratégico, para el municipio de Benito Juárez.

SECTOR / ACTIVIDAD SECTORIAL	SUPERFICIES Y PORCENTAJES DE OCUPACIÓN			
	USO ACTUAL	SUPERFICIE	ESCENARIO ESTRATEGICO	SUPERFICIE
Aprovechamiento Forestal	0.00	0.00	11.79	10,960.22
Conservación	80.18	74,570.22	50.62	47,073.94
Protección del Agua	10.77	10,016.84	10.96	10,191.06
Turismo Alternativo	9.27	8,623.14	21.06	19,583.36
Agropecuario	0.08	74.88	8.79	8,175.08
Industria Ligera y Aprov. de Material Pétreo	2.12	1,975.74	3.00	2,790.02
Desarrollo Rural	1.38	1,285.84	4.09	3,808.34
Turismo Convencional	1.35	1,254.06	1.48	1,375.58
Sector Desarrollo Urbano	14.91	13,870.54	26.73	24,862.62
Proyectos Estratégicos	0.00	0.00	6.47	6,016.76

ETAPA DE PRONÓSTICO

A continuación, se presenta la tabla resumen de los diferentes escenarios, comparados con las superficies ocupadas en el Uso actual.

ETAPA DE PRONÓSTICO

Tabla XLI.- Comparativo del incremento o decremento de la superficie de ocupación de las diferentes actividades sectoriales en el municipio, bajo las perspectivas del escenario Actual, comparado contra el escenario Estratégico, para el municipio de Benito Juárez.

SECTOR / ACTIVIDAD SECTORIAL	SUPERFICIES Y PORCENTAJES DE OCUPACIÓN							
	USO ACTUAL %	SUPERFICIE (Ha)	ESCENARIO TENDENCIAL %	SUPERFICIE (Ha)	ESCENARIO CONTEXTUAL %	SUPERFICIE (Ha)	ESCENARIO ESTRATÉGICO %	SUPERFICIE (Ha)
Aprovechamiento Forestal	0.00	0.00	0.00	0.00	11.79	10,960.22	11.79	10,960.22
Conservación	80.18	74,570.22	62.55	58,171.52	51.68	48,064.14	50.62	47,073.94
Protección del Agua	10.77	10,016.84	9.93	9,238.53	10.77	10,016.84	10.96	10,191.06
Turismo Alternativo	9.27	8,623.14	9.27	8,623.14	21.06	19,583.36	21.06	19,583.36
Agropecuario	0.08	74.88	0.00	0.00	8.79	8,175.08	8.79	8,175.08
Industria Ligera y aprov. Material pétreo	2.12	1,975.74	4.50	4,185.06	3.00	2,790.02	3.00	2,790.02
Desarrollo Rural	1.38	1,285.84	6.14	5,713.62	4.82	4,480.90	4.09	3,808.34
Turismo Convencional	1.35	1,254.06	1.48	1,375.58	1.48	1,375.58	1.48	1,375.58
Desarrollo Urbano	14.91	13,870.54	22.57	20,988.02	26.73	24,862.62	26.73	24,862.62
Proyectos Sector Público	0.25	233.97	0.00	0.00	5.40	5,026.56	6.47	6,016.76

ETAPA DE PRONÓSTICO

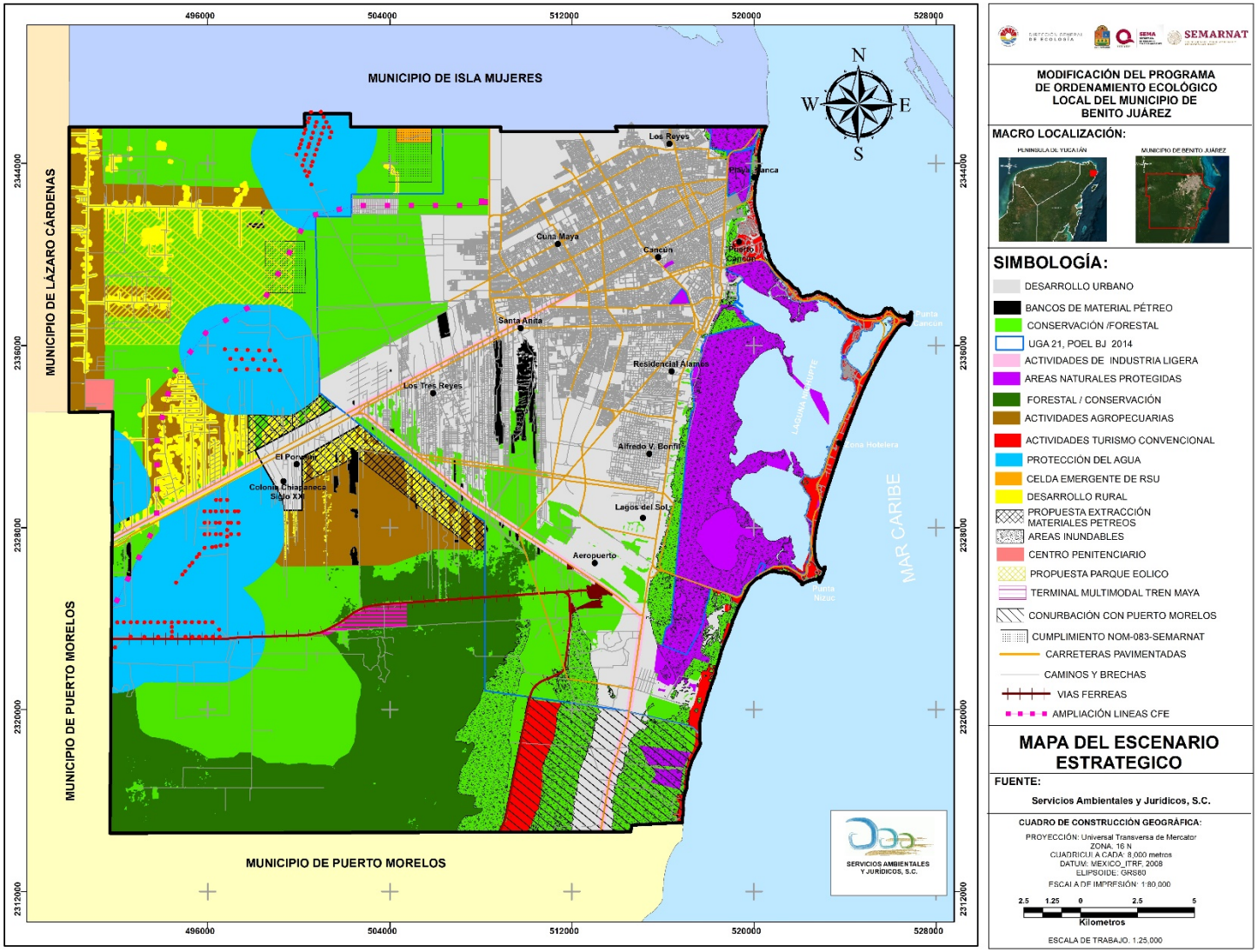


Figura 38.- Mapa del escenario estratégico para el municipio de Benito Juárez.

ETAPA DE PRONÓSTICO

IV. LAS TENDENCIAS DE MODIFICACIÓN de los recursos naturales y de cambio de los atributos ambientales que determinan la aptitud del territorio para el desarrollo de las actividades sectoriales.

Con el fin de identificar las tendencias de modificación de los recursos naturales, se analizaron los atributos ambientales que fueron previamente identificados para cada sector en la etapa de Diagnóstico. Esto permitió la construcción de la tabla XLII, donde se clasifican los atributos de cada sector en:

- Atributos vitales, como aquellos imprescindibles cuya degradación o desaparición colapsan el sistema;
- Atributos necesarios, aquellos cuya ausencia, pérdida o transformación modifica drásticamente el sistema; y
- Atributos deseables, los cuales se relacionan con la calidad o valor del sistema que son los ideales.

La clasificación anterior implica un orden de principio de prioridad, donde los atributos vitales permiten el desarrollo de los atributos necesarios considerados para los sectores de cada sector. Lo anterior implica el principio fundamental que sin existencia de atributos vitales no es posible construir o aprovechar los que de manera natural o artificial son necesarios para el aprovechamiento de los elementos que intervienen en las actividades de los sectores. A partir de lo anterior se elaboró la matriz siguiente para conocer el orden de mención de los atributos vitales y determinar su importancia relativa entre éstos que son imprescindibles (Tabla XLII).

Tabla XLII.-Importancia relativa de la mención de atributos vitales que son imprescindibles para cada sector en el sistema socio-ambiental de Benito Juárez (TC.- Turismo convencional; TA.- Turismo alternativo; DU.- Desarrollo urbano; DR.- Desarrollo rural; IL/MP.- Industria ligera y Extracción de materiales pétreos; AG.- Agropecuario; FT.- Forestal; CN.- Conservación; PB.- Servicios Públicos).

ATRIBUTO VITAL	FRECUENCIA	%	TC	TA	DU	DR	IL/MP	AG	FT	CN	PB
Agua potable	6	26.1%	X	X	X	X		X			X
Áreas Naturales Protegidas	2	8.7%								X	X
Material calizo	2	8.7%			X		X				
Paisaje	2	8.7%	X	X							
Reserva urbana	2	8.7%			X						X
Acuífero	1	4.3%								X	
Áreas de elevada biodiversidad	1	4.3%								X	
Carreteras y caminos de acceso	1	4.3%							X		
Equipamiento turístico	1	4.3%	X								
Equipamiento y Servicios	1	4.3%									X
Playas arenosas	1	4.3%	X								
Servicios básicos	1	4.3%			X						
Suelo de mayor fertilidad (Leptosol)	1	4.3%						X			
Vegetación arbórea	1	4.3%							X		
TOTALES	**23**	**100%**	**4**	**2**	**4**	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**4**

Tabla XLIII.-Identificación de Atributos (por sector) en el sistema socio-ambiental de Benito Juárez.

Sectores/ Actividades	Atributos		
	Vitales	Necesarios	Deseables
Turismo Convencional	Agua potable	Servicios básicos	Litoral costero
	Playas arenosas	Carreteras y vialidades	Cuerpos de aguas transparentes
	Paisaje		Aeropuerto
	Equipamiento Turístico		
Turismo Alternativo	Agua potable	Servicios básicos	Suelos con vegetación aterada
	Paisaje	Caminos de acceso	Lagunas/ cenotes
		Vegetación	Vestigios arqueológicos
			Zonas inundables / UMAs
Desarrollo Urbano	Agua potable	Equipamiento	Distancia Vialidades y servicios hasta 500 m
	Servicios básicos	Vialidades	Áreas verdes
	Reserva Urbana (suelo)		Poligonos de PDU
Desarrollo Rural	Agua potable	Servicios básicos	Suelos con vegetación alterada
		Carreteras y caminos de acceso	
Industria ligera y Extracción de Material Pétreo	Suelos calizos	Carreteras principales y caminos de acceso	Distancia de carreteras y caminos de acceso hasta 400m.
		Centros de consumo	Distancia de centros de consumo hasta 8 Km
			Suelos con vegetación alterada
			Disponibilidad de Agua
Agropecuario	Agua	Unidad de producción agropecuaria	Distancia de carreteras y caminos de acceso hasta 250 m
	Suelo (Leptosol)	Carreteras y caminos de acceso	Suelos con vegetación alterada
Forestal	Vegetación arbórea	Vegetación arbórea o arbustiva	Agua
	Carreteras y caminos de acceso		
Conservación	Áreas Naturales Protegidas	Manglares/ humedales/ cenotes	Ecosistemas susceptibles investigación
	Áreas de alta biodiversidad	Zonas anidación de tortugas marinas	Zonas Arqueológicas
	Zonas extracción Agua		Centros culturales
Público	Equipamiento y servicios	Asentamientos humanos	Vegetación en buen estado
	ANPs y Agua	Planes y porgramas vigentes	
	Reservas de crecimiento urbano		

Considerando la participación de los atributos para cada sector, se tiene que el agua representa el mayor número de menciones (30.4% si se incluye el atributo Acuífero) y por ende es el recurso o

atributo vital para la mayoría de los sectores. Esto obedece al hecho de que el agua (en cantidad y calidad) es necesaria para el abastecimiento de los diferentes sectores, siendo el sector de turismo convencional, el sector de desarrollo urbano, servicios públicos y el sector de desarrollo rural, los sectores principales que demandan la mayor cantidad de dicho atributo.

Los atributos vitales con menor mención que en conjunto representan el 34.8% de las menciones son ANP, material calizo, paisaje y Reserva urbana, que son indispensables para los sectores turismo convencional y alternativo, desarrollo urbano, rural, agropecuario, extracción de material pétreo, conservación de la biodiversidad. Si dichos atributos escasean o son ocupados por otro sector, se va a influir de manera negativa a tal grado que se presenten conflictos ambientales y esto minimice o afecte el crecimiento y/o permanencia de algún otro sector.

Los atributos vitales de menor mención en conjunto también representan el 34.8% de las menciones; siendo estos: áreas de elevada biodiversidad, carreteras y caminos de acceso, equipamiento turístico, equipamiento y servicios, playas arenosas, servicios básicos, suelo de mayor fertilidad (Leptosol) y vegetación arbórea. Estos atributos resultan indispensables para los sectores Turismo convencional, desarrollo urbano, agropecuario, forestal, conservación y público. Lo anterior porque cubren necesidades de recursos naturales, atractivos, servicios públicos, movilidad y materia prima.

En cuanto a los atributos necesarios, carreteras y caminos de acceso, son los que representan una mayor moda en casi todos los sectores, excluyendo únicamente los sectores de conservación, ya que para estos sectores la presencia de este atributo representa un factor negativo, que esto trae consigo acciones antropogénicas que afectan y degradan este entorno; y a los sectores de aprovechamiento de material pétreo e industria ligera y agropecuario, es justamente la presencia de carreteras y caminos de acceso que representan un atributo vital. Sin embargo, caminos y carreteras no son propiamente recursos naturales, pero influyen en su presencia/ permanencia.

Por otro lado, los servicios básicos son los que se encuentra en segundo lugar en cuanto a la moda, estos hacen referencia a energía eléctrica, redes sanitarias, recolección y disposición final de basura (no se considera el agua ya que está representado como un atributo vital); dichos atributos son indispensables para la mayoría de los sectores y la ausencia de los mismo no permitirían su desarrollo ordenado. Al igual que con caminos y carreteras, los servicios tampoco son recursos naturales 8con excepción del agua), pero la falta de servicios genera problemas de contaminación a suelo, aire y agua, con las consecuencias ya explicadas.

Para los atributos deseables, se observa que la moda más alta se representa en dos atributos principales; el primero, donde los suelos con vegetación en con mayor grado de afectación representa la moda más alta, lo cual se observa en sectores que requieren una trasformación del suelo (desarrollo urbano, turismo convencional, desarrollo rural, extracción del material pétreo e industria ligera). En contraparte, es notorio observar que la segunda mayor moda para un estado ideal es la vegetación en buen estado de conservación, la cual es requerida en sectores que no necesitan la transformación del territorio y corresponden a los sectores de conservación (incluyendo la protección de pozos) y el de aprovechamiento forestal. Estos atributos ambientales se relacionan directamente con la vegetación, suelo y la biodiversidad. Y son los sectores más masivos (en cuanto a personas y superficies ocupadas dentro del municipio) los que generan más presión sobre estos recursos naturales.

Una vez identificados los diferentes atributos por sector, se realizó una tabla resumen con los considerados atributos vitales socio-ambientales para el Municipio de Benito Juárez.

Tabla XLIV.- Atributos (recursos naturales) Socio-Ambientales vitales para el Municipio de Benito Juárez

ATRIBUTOS SOCIO- AMBIENTALES DEL MUNICIPIO DE BENITO JUAREZ	Calidad del Agua
	Disponibilidad de Suelo
	Vegetación (Disponibilidad y estado Conservación)

Por lo anterior, la identificación de las tendencias de modificación y los umbrales de aprovechamiento de los recursos naturales prioritarios, se documenta en este estudio a partir del análisis de las tendencias de cambio de los atributos ambientales vitales previstos en los escenarios tendencial y estratégico que se han descrito en los capítulos anteriores.

Estos umbrales de aprovechamiento se señalan como rangos probables de ocurrencia en un periodo de aproximadamente 25 años, por lo que los valores máximos y mínimos de consumo del agua, ocupación del suelo y uso de la vegetación (ecosistema) representan el dominio de recomendación, donde se puede lograr el funcionamiento del sistema socio-ambiental propuesto para este municipio.

Por lo tanto, en el escenario tendencial a partir de la evolución de los usos del suelo actuales y bajo los supuestos de incremento de los conflictos ambientales y del crecimiento continuo de las actividades sectoriales con mayor impacto acumulativo, se prevén condiciones por arriba del valor máximo del umbral de aprovechamiento propuesto en los bienes y servicios ambientales, con énfasis en el deterioro de la vegetación. Mientras que en los escenarios contextual y estratégico, el valor mínimo se puede lograr con la aplicación de las medidas de contención, control y regulación propuestas por los instrumentos de planeación y la aplicación de la normatividad ambiental, para aspirar a los valores mínimos de afectación. Sin embargo, por debajo del valor mínimo propuesto, se prevén limitantes económicas y sociales para el crecimiento de las actividades sectoriales que soportan el desarrollo del municipio.

Es por ello que a continuación se describe cada uno de los recursos naturales prioritarios resaltando sus características y sus umbrales de aprovechamiento.

Recurso: Agua.

El agua representa para la mayoría de los sectores un atributo vital, que si llegase a degradarse en su calidad, e incluso cantidad, podría colapsar de forma definitiva a todos los diferentes sectores que inciden en el territorio municipal.

La Península de Yucatán presenta características geológicas y ambientales que permiten la posibilidad de encontrar agua en el subsuelo de prácticamente en cualquier sitio del territorio. Sin embargo, no todo el acuífero es susceptible de aprovechamiento para consumo humano. El acuífero en el sistema ambiental del municipio corresponde a una cuenca criptorreica y forma parte de un acuífero cárstico de tipo libre, en donde los niveles del manto freático varían algunos centímetros

entre las épocas de lluvias y la de secas; y presenta niveles estáticos de casi 5 m en una franja de 15 km de ancho paralela a la costa. Entre más cercano a la costa, menor la profundidad del agua de la cuña salina. Pero a más de 20 km, la cuña salina se encuentra por debajo de los 40 m.

Aunque aparentemente existe este recurso en disponibilidad y cantidad, hay que tener en cuenta que en el municipio hacia la línea de costa, cerca de la carretera federal 307 (Cancún – Playa del Carmen), el agua dulce tiene un lente de poco espesor y existe una fuerte influencia de la cuña salina que incide desde el Mar Caribe, lo que limita la posibilidad de extracción de agua por el riesgo de romper la picnoclina que separa ambas masas de agua, corriéndose el riesgo de "salinizar" los pozos.

Por otro lado, los pozos que abastecían a Cancún desde hace más de 40 años (ubicados sobre la actual Av. López Portillo hasta la carretera libre a Mérida), contaban con la calidad del agua suficiente para potabilizar y distribuir a la población; sin embargo estas características se han disminuido, a tal grado que en la actualidad el agua que se extrae de estos pozos, ya no son aptas para consumo humano.

Tales situaciones hacen que exista una preocupación no solo por la cantidad y disponibilidad del recurso, ya que esta es una característica de la zona, sino por su calidad que se ha visto históricamente comprometida debido al crecimiento de la mancha urbana, la proliferación de asentamientos irregulares (con carencia de servicios básicos, principalmente carencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales y mala o nula disposición adecuada de residuos sólidos) y de otras actividades antropogénicas, como la extracción de material pétreo (minería); y en menor cantidad, la agrícola de traspatio, entre otros.

La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) del Gobierno del estado de Quintana Roo ha realizado estudios para la identificación de las zonas de recarga, los flujos hídricos preferenciales, calidad del agua y zonas de extracción de agua para consumo humano (Consultoría BETSCO, S.A. de C.V., 2010), y desde la modificación al POEL vigente, han hecho la petición a las instancias ambientales municipal y estatal de considerar polígonos de protección a los pozos de extracción, así como limitar las actividades contaminantes en las zonas de recarga y flujo hacia los pozos.

Desde una perspectiva estricta, el recurso agua del Municipio Benito Juárez, debido a las características de toda la Península de Yucatán, no presenta una presión que modifique la disponibilidad (en cantidad) del recurso en los próximos años. Sin embargo, en más de 50 años de historia de Cancún, ya se perdió la calidad del agua en pozos cercanos a la ciudad por lo que se extrae de nuevos pozos. Si nuevamente la calidad de estos pozos se ve comprometida, muy probablemente se buscará el recurso de aguas más arriba y así continuamente, con el consecuente costo económico, energético y ambiental.

Ahora bien, hay que tener en cuenta tres aspectos importantes en esta realidad: el primero, la calidad del agua que fluye fuera del alcance de los pozos pudiera contaminarse por las actividades antropogénicas en su curso hacia los sitios de descarga (mar, lagunas, humedales, entre otros), lo que continúa representando problemas ambientales, daños a los ecosistemas y posiblemente con repercusiones a la salud humana y/o al turismo. Por otra parte, muy probablemente llegará un punto que los problemas de la calidad de agua de otros municipios o incluso otros estados, atenten contra la calidad del agua de Benito Juárez (como las actividades agropecuarias en Yucatán y que son parte de la misma cuenca). Y como tercer aspecto, podemos mencionar el económico ya que si se continúa con el escenario planteado, donde cada vez los pozos de extracción tendrán que estar más lejos, y

los gastos de conducción y tratamiento del agua representarán un mayor costo para el municipio, además de la apertura de nuevos caminos para los pozos, cárcamos y líneas de energía eléctrica, y con la alta posibilidad de que estos nuevos caminos sean un incentivo para los asentamientos irregulares.

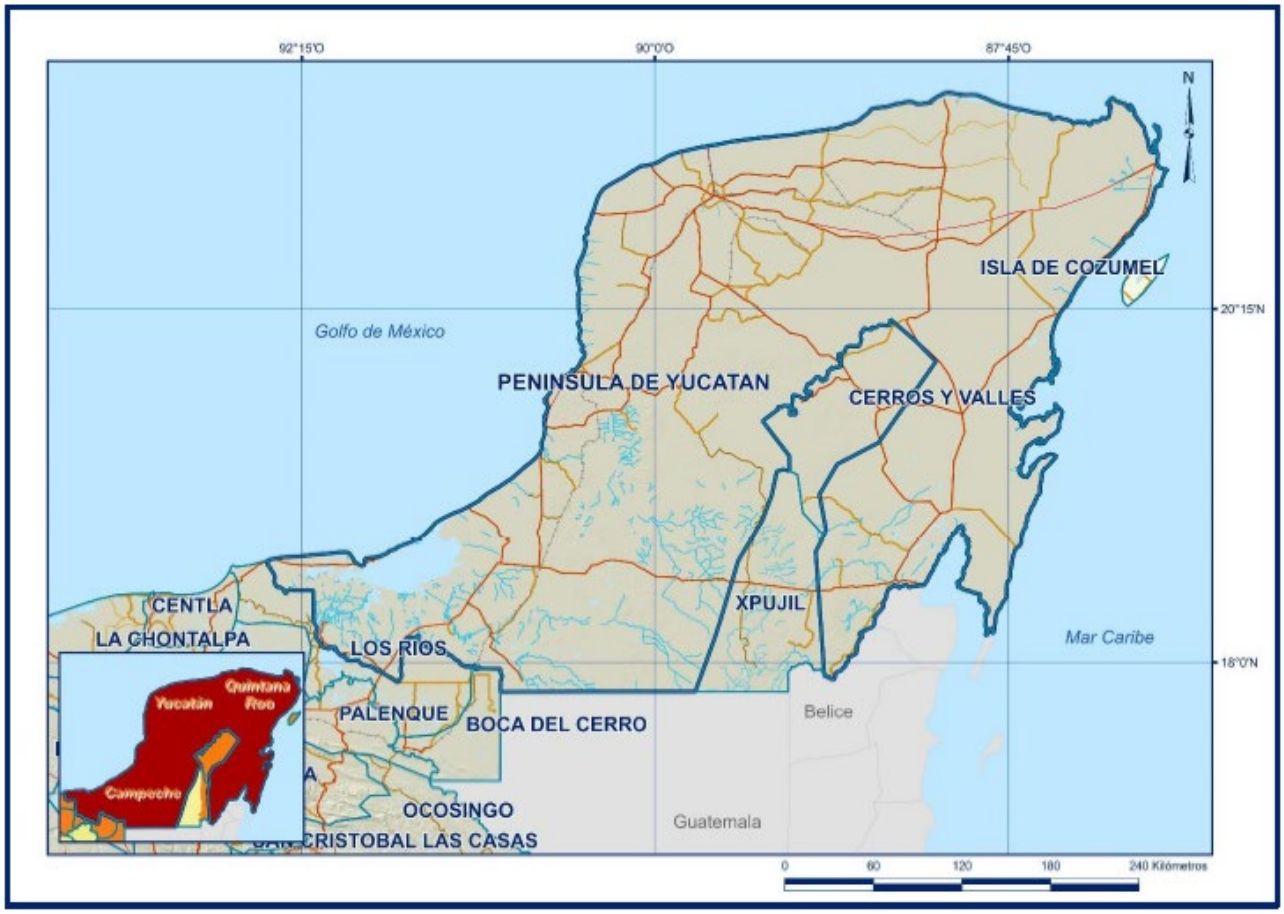


Figura 39.- Mapa esquemático de la región hidrológica RH3105.

Cálculos del umbral de aprovechamiento del Agua.

Los estudios solicitados por la CONAGUA indican que las aguas subterráneas que proveen de este recurso en gran parte del estado de Quintana Roo corresponde a la cuenca "Península de Yucatán" (figura 44), la cual posee una disponibilidad media anual (DMA) de 2,059.635 hectómetros cúbicos por año. Los cálculos para la disponibilidad media anual para la zona norte de Quintana Roo, que es de donde se provee de este recurso, se encuentran en las páginas 143 y 153 de este documento, en el que se realizaron proyecciones de demanda del recurso tanto para los escenarios urbanos como turísticos, y en que se concluye que tanto para el escenario tendencial como el contextual, se requiere para el año 2050, de al menos una disponibilidad de entre 162.49 hm^3/año hasta 175.03 hm^3/año. Y aun cuando en teoría, si habría la disponibilidad en cantidad, existe la duda de que la

calidad requerida para las actividades de los diferentes sectores sea la adecuada, con énfasis al sector conservación.

De acuerdo a ese análisis, en la costa Norte de Quintana Roo drenarían 235.981 hm^3/año, por lo que al 2050 se estaría consumiendo el 71.6 % del agua disponible, considerando un consumo de 169 hm^3/ año y bajo los supuestos que las variables que dieron origen a la DMA en 2024 se mantengan. Esto daría margen aun para una adecuada regulación y el establecimiento de políticas públicas tendientes a la reducción en el consumo del vital líquido y que serían consideradas en la etapa de Modelo.

Recurso: Suelo.

El umbral de aprovechamiento del suelo de acuerdo con las tendencias de ocupación de las actividades sectoriales previstas en los escenarios contextual y estratégico es del 28.50 % al 29.56 % respectivamente, del territorio municipal.

La determinación del umbral de aprovechamiento del suelo en el municipio de Benito Juárez se realizó a partir de los probables porcentajes de ocupación de las actividades sectoriales que generan impactos ambientales acumulativos y por consiguiente inducen cambios de uso del suelo (en detrimento de la conservación), en los escenarios tendencial y contextual estratégico.

En el escenario tendencial si se mantiene sin control el crecimiento de los sectores: Desarrollo Urbano, Desarrollo Rural, Turismo Convencional, Turismo Alternativo e Industria Ligera/ Aprovechamiento de material pétreo, estos sectores podrían ocupar hasta el 37.45 % del municipio. Vale la pena destacar que aparentemente no crecen mucho estas actividades en detrimento de la Conservación, pero hay que resaltar que en el escenario tendencial, no se ven reflejados ni la agricultura, ni el aprovechamiento forestal.

Si se aplican las medidas de ordenamiento, contención, mitigación y regulación previstas en los escenarios contextual y estratégico (donde se impulsa el desarrollo agropecuario en lugar de los asentamientos irregulares y los bancos de material pétreo), aun cuando la superficie de "aprovechamiento" aumenta (en los porcentajes ya señalados de 28.50 % al 29.56 %), los impactos y los cambios de uso de suelo se contienen y reducen, manteniendo los recursos naturales suelo, agua, biodiversidad y parte de la vegetación.

Por otro lado, estudios de L. Fahrig (2001), indican que bajo ciertas circunstancias los umbrales de aprovechamiento del territorio podrían ser de hasta el 42%, (bajo ciertas condiciones de superficies mínimas en los ecosistemas y evitando su fragmentación). Si se tiene esto como referencia, obtenemos que, del umbral máximo de aprovechamiento calculado, aún se tiene una reserva de posible aprovechamiento de un 6 % sobre el cual se demeritaría la calidad del concepto de "Aprovechamiento Sustentable" y se pudieran presentar algunos conflictos sectoriales, pero que por otra parte, aún permitiría la permanencia y consecución de los procesos ecológicos prioritarios y de los bienes y servicios ambientales de los principales ecosistemas presentes en el municipio.

Recurso: Vegetación

El umbral de aprovechamiento de la vegetación estimado en este estudio es del 50% al 70 % del territorio municipal, al considerar las tendencias de ocupación de las actividades sectoriales que

contemplan el uso y conservación de los recursos forestales de acuerdo con las proyecciones presentadas en los escenarios: tendencial y estratégico.

La determinación del umbral de aprovechamiento de la vegetación, se realizó a partir de los probables porcentajes de ocupación de las actividades sectoriales que contemplan el uso/ afectación de los recursos forestales, al mismo tiempo que se mantienen las funciones de la vegetación y la prestación de servicios ambientales.

En el escenario tendencial, se contempla que la extracción de recursos forestales no existe, y la vegetación existente (que no se encuentra en áreas en desarrollo) se mantienen en recuperación bajo los procesos de regeneración natural. En cuanto a la conservación de la biodiversidad, se considera que las áreas naturales protegidas persisten con condiciones de manejo similares a las actuales y los humedales alejados del desarrollo, se mantienen sin alteración, por lo que los porcentajes de ocupación considerados para el aprovechamiento forestal y la conservación de la biodiversidad donde se supone que se mantiene la cobertura vegetal ocupan 67.3% del municipio. Al que pueden contribuir otras áreas de menor extensión dentro de las áreas ocupadas por lo demás sectores hasta completar el 70% del territorio municipal.

En el escenario estratégico, se contempla el ordenamiento forestal, la ejecución de programas de manejo forestal autorizados y la promoción de la certificación de las áreas forestales. En cuanto a la conservación de la vegetación en las áreas naturales protegidas destinadas para la conservación de la biodiversidad y la protección del acuífero, se contempla que estos sectores cuenten con mecanismo locales de pago de servicios ambientales en funcionamiento, que canalizan recursos económicos para los propietarios de los terrenos forestales, donde se mantiene la cobertura vegetal. De manera complementaria, se contempla el fomento de plantaciones forestales y la promoción de sistemas agroforestales, en terrenos agropecuarios marginales; así como la aplicación de medidas de mitigación y compensación para la conservación de áreas con vegetación en condiciones naturales dentro de las áreas utilizadas por los demás sectores en una superficie de cuando menos el 50% del territorio municipal. Estos umbrales de aprovechamiento de la vegetación son más favorables que los resultados reportados por L. Fahrig (2001), los cuales indican que bajo ciertas circunstancias los umbrales de aprovechamiento del territorio con actividades que cambian el uso del suelo podrían ser de hasta el 42%.

Sin embargo, para el caso particular de Benito Juárez, hay que tomar en cuenta que las principales actividades sectoriales que promueven el desarrollo ocasionan la fragmentación de los ecosistemas (principalmente con la construcción de caminos y vialidades) por lo que es importante establecer criterios de regulación ecológica que propicien la conservación de los ecotonos y la conformación de corredores biológicos que favorezcan la conectividad de los fragmentos y que minimicen los conflictos con el resto de los sectores.

Un aspecto importante de considerar en lo referente a aspectos de conservación de la vegetación en el Municipio de Benito Juárez, es que bajo los esquemas formales de protección en la figura de ANP, se tiene que ellas en su mayor parte protegen vegetación de humedales costeros (Manglares de Nichupté, Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano, Sistema Lagunar Chacmuchuch y Laguna Manatí); mientras que la vegetación de selva sólo se encuentra en la zona urbano (Parque Kabah y Ombligo Verde). Esta situación no permite que se cuente con más corredores biológicos en el interior del territorio municipal que se articulen con el costero que actualmente se extiende desde el

Municipio de Puerto Morelos hasta el de Lázaro Cárdenas. El escenario estratégico menciona la importancia de contar con una superficie formal de protección de la zona de abasto de agua potable; que en caso de ser una ANP también contribuiría a mantener la biodiversidad de ecosistemas que no son humedales y que albergan una biota diferente.

BIBLIOGRAFÍA:

AGUAKAN.

- http://www.aguakan.com/nav/empresa.html

COESPO.

- http://coespo.qroo.gob.mx/portal/IndicadoresCensales.pdf; http://coespo.qroo.gob.mx/portal/datos_estadisticos_cartograficos/localidadesmun/Benito juarez.pdf;
- http://coespo.qroo.gob.mx/portal/datos_estadisticos_cartograficos/PROYECCIONESPORLOCALIDAD201 _2017.pdf;
- http://quintanaroo.webnode.es/news/densidad-poblacional-peninsular-conapo/

GOBIERNO DE ESTADO DE QUINTANA ROO.

- http://www.qroo.gob.mx/qroo/Estado/Historia.php

INEGI.

- Resultados del Censo de Población y Vivienda, 2010.
- Resultados del Censo de Población y Vivienda, 2020.

MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ.

- http://www.municipios.mx/Quintana-Roo/Municipio-de-Benito-Juarez-en-Quintana-Roo.html
- http://cancun.gob.mx/residentes/municipio-de-benito-juarez/
- http://cancun.gob.mx/residentes/files/2011/09/delegacion_morelos.pdf
- http://cancun.gob.mx/residentes/files/2011/09/CentralVallarta.pdf

FAHRIG, L. 2001. How Much Habitat is Enough? Biological Conservation; Vol.100 pp 65-74.

FONATUR (tabla) en Pedro Moncada Jiménez (2007). Evaluación y perspectivas del crecimiento del Caribe Mexicano (Quintana Roo, México). Tesis Doctoral de Turismo, México.

HERNÁNDEZ CERDA, M. E., G. CARRASCO ANAYA Y G. ALFARO SÁNCHEZ, 2007. Mitos y realidades de la sequía en México, Temas Selectos de Geografía de México (I.6.3), Instituto de Geografía, UNAM, México.

IPCC, 2007: Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

Castañares Maddox, Erick John. 2009. Sistemas complejos y gestión ambiental: el caso del Corredor Biológico Mesoamericano México. Serie Conocimientos / número 6. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Corredor Biológico Mesoamericano México. México D.F.

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. Radoslav Barzev. Editor. CMB.

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. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México

Back, W., 1985. Hydrology of the Yucatan. *En:* Geology and Hydrogeology of the Yucatan and Quaternary Geology of Northeastern Yucatan Peninsula. New Orleans Geological Society, New Orleans, L.A. 160 pp.

Bautista F. y Palacios G (et all). 2005. Caracterización y manejo de los suelos en la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. 281 pP.

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. 495-516pp

Buterlin, J., 1960. Reconocimiento Geológico del Territorio de Quintana Roo. Bol. Asoc. Mex. Geol. Petrol. México, D.F.

Calderón Mandujano Romel René y Rogelio Cedeño-Vázquez. 2011. Reptiles. En: Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F. pp. 247-251.

Carnevali F. C., G. J. L. Tapia-Muñoz, R. Duno de Stefano & I. Ramirez Morillo (Editores generales) 2010. Flora Ilustrada de la Península de Yucatán: Listado florístico. CICY A. C. Mérida Yucatán México. 328 pp.

Cedeño-Vázquez Rogelio y Romel René Calderón-Mandujano. 2011. Anfibios. En: Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomo 2. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F. pp. 242-246

CONANP y PNUD México (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) 2020. Resumen Ejecutivo del Programa de Adaptación al Cambio Climático del Corredor Isla Mujeres-Puerto Morelos

Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PNUD, CONABIO, SEDUMA, 496 pp

Durán, R., G. Campos, J. C. Trejo, P. Simá, F. May y M. Juan. 2000. Listado florístico de la península de Yucatán. CICY. Mérida Yuc. México.

Espejel, I. 1986. La vegetación de las dunas costeras de la Península de Yucatán II. Reserva de la Biosfera de Sian Kaan, Quintana Roo, México. Biotica 11: 7-24.

FAO-UNESCO. 1990. Mapa Mundial de Suelos. Informe sobre recursos mundiales de suelos 60 p. FAO. Roma, Italia.

Flores, J. S. 1994. Tipos de vegetación de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense, Fascículo 3. 135 pp

Gaona Vizcaíno, S., Gordillo de Anda T. y Villasuso Pino M., 1980. Cenotes, Karst característico: mecanismos de formación. Univ. Nal. Autón. México, Inst. de Geología, Rev. vol. 4, núm. 1 (1980). p. 32-36.

Instituto Nacional de Ecología. Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca. 1997. Programa de Manejo del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos. México

INEGI. 2005. Guía para la interpretación de cartografía. Uso de suelo y vegetación. Aguascalientes, México.

Lee, J.C. 2000. A field guide to the Amphibians and Reptiles of the Maya World: the lowlands of México, Northern Guatemala, and Belize. Cornell University Press. Ithaca NY, 401 pp.

López Portillo, J., M. Keyes, A. González, E. Cabrera y O Sánchez 1990. Incendios en Quintana Roo. Ciencia y Desarrollo. Vol. XVl. Núm. 91. p. 43-57.

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

Navarro L., D, T. Jiménez A., J. Juárez G. 1990. Los mamíferos de Quintana Roo. Pp.371-449. En: Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo, México. Navarro L., D. y J.G. Robinson (Eds.). CIQRO. Chetumal.

Miranda F. 1958. Estudios acerca de la vegetación. En: Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento. Tom. II Cap. IV IMERNAR. México

Miranda F., y E. Hernández X. 1963. Los tipos de Vegetación en México y su Clasificación. Bol. Soc. Bot. Méx. 28.

Morrone, J.J. 2019. Regionalización biogeográfica y evolución biótica de México: encrucijada de la biodiversidad del Nuevo Mundo. Revista Mexicana de Biodiversidad 90 (2019): e902980. http://rev.mex.biodivers.unam.mx/wp-content/uploads/2019-2/vol-90-2/90-11-nov-2019/03-3273.pdf.

Muñoz-Pedreros, A. 2004. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural, 77:139-156,

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

POE. 2019. Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del Estado de QUINTANA ROO. Nueva ley publicada en el Periódico Oficial del estado de Quintana Roo el 18 de junio de 2019 y última reforma publicada en el Periódico Oficial del Estado el 21 de julio de 2022

2015. Decreto Número: 342 por el que se crea el Municipio de Puerto Morelos del Estado de Quintana Roo. Publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 6 de noviembre de 2015.

Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación. Tomo 1. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (PPD). México, D. F.

Quero H. J. 1992. Las palmas silvestres de la península de Yucatán. UNAM. Instituto de Biología. Publicaciones especiales 10.

Reserva Ecológica El Edén A.C. http://reservaeleden.org/eden_items/news/PDFs/Extenso.pdf

Sapper, K. 1977. Geología de la Península de Yucatán. En: Enciclopedia Yucatanense. Tomo 1. p. 19-28. Edición Oficial del Gobierno de Yucatán.

Smith, R. L. 1980. Ecology and Fiel Biology. Third Edition. Harper & Row Publishers, New York. Pp 704-709.

Trejo-Torres, J.C., R. Durán and I. Olmsted. (1993). Manglares de la península de Yucatán. In S.I. Salazar Vallejo and N.E. González (Eds.), Biodiversidad.

Torres, E. 1981. Manual de conservación de suelos agrícolas. Editorial Diana. México, D. F.

Ward, W. C., A. E. Weidie, M. J. Brady, J. L. Wilson, and R. B. Halley. 1978. Geology of the Northeastern Coast of the Yucatan Peninsula. In Ward, W. C. and A. E. Weidie Editors. Geology and hydrogeology of northeastern Yucatan. New Orleans Geological Society. Field Trip 2, Annual convention, New Orleans.