



20184 **San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca**
PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL
PARTICIPATIVO DEL TERRITORIO
TOMO III. Diagnóstico

v. 03.07.24

*Este documento aún está sujeto a la revisión
Del comité de Ordenamiento Ecológico*

Contenido

Glosario	4
3. Diagnóstico	6
3.1. Aptitud sectorial	7
3.1.1 Metodología	7
3.1.2 Análisis de aptitud	9
3.2. Conflictos ambientales	34
3.2.1 Sectores potenciales en conflicto	35
3.2.2 Análisis de los conflictos posibles con sectores que afectan y los sectores que impactan	39
3.3. Identificación de áreas a preservar, proteger o restaurar	48
3.3.1. Distribución potencial de especies en categorías de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010)	49
3.3.2 Fragmentación y conectividad	62
3.3.3 Identificación de áreas incendiadas	69
3.3.4 Contaminación de cuerpos de agua	69
3.3.5 Caudal ecológico	75
3.3.6 Áreas a preservar, proteger y restaurar	85
3.4. Compatibilidad de planes y programas	90
3.4.1 Compatibilidad de programas de planificación territorial	90
3.4.2. Compatibilidad entre programas sectoriales	93
3.5 Síntesis	103
Bibliografía	107

Glosario

- Ambiente:** El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.
- Áreas naturales protegidas:** Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.
- Aprovechamiento sustentable:** La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.
- Biodiversidad:** La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.
- Contaminación:** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.
- Contaminación lumínica:** El resplandor luminoso en ambientes nocturnos o brillo producido por la difusión y reflexión de la luz en los gases, aerosoles y partículas en suspensión en la atmósfera, que altera las condiciones naturales de luminosidad en horas nocturnas y dificultan las observaciones astronómicas de los objetos celestes, debido a la luz intrusa, debiendo distinguirse el brillo natural, atribuible a la radiación de fuentes u objetos celestes y a la luminiscencia de las capas altas de la atmósfera.
- Contaminación por ruido:** Todo sonido generado por actividades humanas que, por su intensidad, duración o frecuencia, implique riesgo, molestia, perjuicio o daño para las personas, para otros seres vivos o para el ambiente; o los que superen los niveles fijados por las normas oficiales mexicanas.
- Criterios ecológicos:** Los lineamientos obligatorios contenidos en la presente Ley, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental.
- Desarrollo Sustentable:** El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.
- Ecosistema:** La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.
- Elemento natural:** Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre.
- Ordenamiento ecológico:** El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.
- Preservación:** El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así

como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales.

Protección: El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

Recurso natural: El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

Servicios ambientales: los beneficios tangibles e intangibles, generados por los ecosistemas, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y para que proporcionen beneficios al ser humano.

Vocación natural: Condiciones que presenta un ecosistema para sostener una o varias actividades sin que se produzcan desequilibrios ecológicos.

3. Diagnóstico

La tercera etapa del POELP-Tuxtepec tiene como objeto realizar un análisis de las aptitudes de los diferentes sectores que fueron descritos en la caracterización, esto permitirá conocer si el territorio se ha organizado de manera apropiada. Por lo tanto, una vez analizadas las bondades del territorio desde los aspectos técnicos que validen la vocación natural del territorio se analizan los conflictos, entre los usos del suelo actuales con las aptitudes.

Tanto las aptitudes como los conflictos e intereses sectoriales se validaron participativamente. Una vez realizado este ejercicio, los contenidos se retroalimentaron. Adicional, a los intereses de los sectores y la identificación territorial de los conflictos, se identifican y delimitan en un mapa las áreas a preservar, conservar, proteger o restaurar, las cuales se obtienen directamente del conjunto de elementos que forman parte del capital natural de Tuxtepec y su capacidad por brindar servicios ambientales.

Una vez obtenida la información concerniente a las aptitudes y la identificación de los conflictos, así como la propuesta de regionalización ecológica, se analizó el impacto de los diferentes planes y programas, que inciden en el municipio. Para ello, se analizaron dos niveles de programas, aquellos con injerencia directa sobre la planificación del territorio y los usos del suelo, en dónde se analizó la compatibilidad de políticas y estrategias. En el segundo nivel se analizaron los programas sectoriales en los niveles federal, estatal y municipal para identificar su probable impacto sobre los problemas socio ambientales tanto en términos negativos como positivos.

Los contenidos de este Tomo se resumen en una síntesis que retoma las dinámicas del territorio, lo cual servirá como base para el planteamiento del Tomo IV, que analizará la prospectiva del municipio, en sus diferentes componentes.

Fotografía 1 (3.1) Trabajo participativo para definir la aptitud del territorio.



Fuente: TPS 2, Mesas sectoriales, septiembre de 2023.

3.1. Aptitud sectorial

3.1.1 Metodología

El análisis de aptitud es un método que permite conocer la capacidad del territorio para sostener las actividades de los diferentes sectores sin generar desequilibrios en los ecosistemas. De acuerdo con este enfoque, el análisis utiliza el conocimiento de los diferentes sectores para identificar las áreas que cuentan con las mejores características de aprovechamiento. Este análisis supone que existen atributos ambientales precisos que hacen que un sitio sea “apto” o no, para una actividad específica, dichas características se encuentran definidas, en principio, por criterios técnicos publicados en diversas guías, que posteriormente son contrastadas con la experiencia de actores locales con conocimiento técnico y empírico de la región (Bojórquez et al., 2001).

Las aptitudes sectoriales, son necesarias para diseñar y posteriormente evaluar, la situación actual y futura del territorio; con lo que puede plantearse un modelo de planeación del territorio, en el que se incluyan parámetros de aprovechamiento de los recursos naturales. Cabe mencionar, que esta metodología toma en cuenta a los sectores productivos que existen en el ámbito del POELP-TUXTEPEC, y que inciden en el uso del suelo, así como a los sistemas naturales inmersos en él.

La identificación de las aptitudes, partió de la definición de una serie de atributos naturales y sociales, que ayudaron a identificar la congruencia en los usos del suelo con su potencial natural. Los atributos fueron cartografiados para producir diversos mapas, los cuales serán socializados con diferentes actores, esto con el fin, de permitir al instrumento establecer un lazo sólido con los actores sociales, responsables de cada uno de los sectores y de la población en general.

Desde el enfoque de la ecología de paisaje, este ejercicio permitirá establecer funciones y características propias del territorio, que son de ayuda para la identificación de cada uno de los paisajes que a su vez son pieza clave para la formulación de las unidades de gestión ambiental.

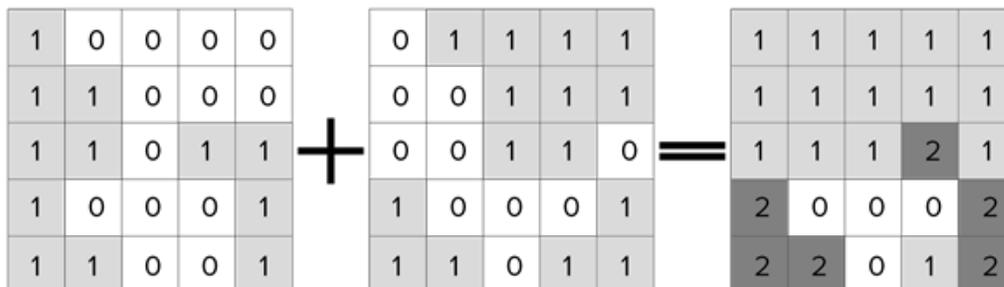
Selección de atributos

De acuerdo con la etapa de caracterización, se identificaron los sectores económicos relevantes para Tuxtepec. A partir de la enumeración de los sectores, se identificaron mediante investigación de gabinete, aquellos atributos que permitieran identificar cartográficamente la vocación del territorio para desarrollar las diferentes actividades económicas. Una vez que se seleccionaron los atributos idóneos para cada uno de los sectores, se llevó a cabo el procesamiento geográfico, a partir del álgebra de los mapas utilizando un sistema de información geográfico.

Esta operación lleva a cabo la suma de los diferentes atributos; cada atributo cuenta con una combinación de píxeles que han sido reclasificados en valores binarios (0 y 1), donde el número 0 se emplea para aquellos píxeles que no aportan información de acuerdo con la ubicación actual del sector, y el número 1 para aquella que se encuentran dentro de la

ubicación actual del sector. Una vez teniendo reclasificado cada atributo se realizó una interpolación de los pixeles, donde los pixeles de cada atributo se sumaron, dando como resultado una única capa de pixeles, misma que expresaban donde se encontraban los valores más altos. De lo anterior, se puede decir que entre más alto fuese el valor, mayor aptitud tendría el sector estudiado, tal como se muestra en la figura 31.1.

Figura 2 (31.1) Ejemplo de la suma de dos atributos en formato ráster.

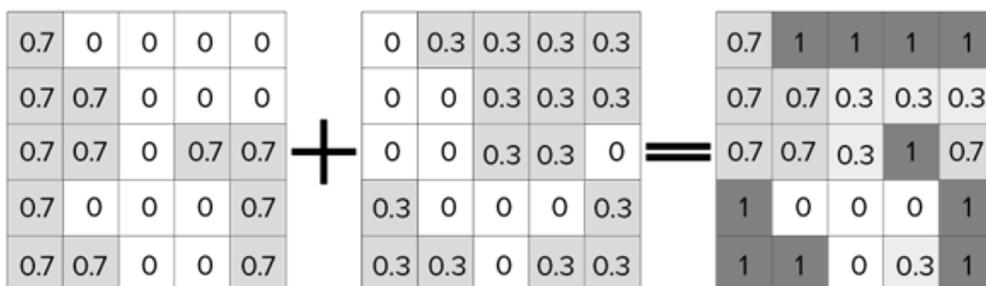


Fuente: elaboración propia

No obstante, en estos resultados, se debe hacer la precisión de que los atributos tienen el mismo valor en la suma, por lo cual es necesaria una ponderación, la cual resulta importante ya que, a partir de ella, se determina qué atributos son los que tienen más peso que otros que conforman el mismo sector, de esta manera resulta mayormente definido para su uso o condición.

Esta ponderación se realizó a partir del trabajo participativo en mesas sectoriales, en donde los actores de los diferentes sectores señalaron y reafirmaron la importancia de los atributos para identificar la aptitud de los diferentes sectores. Con base en ello, se empleó un modelo de evaluación por comparación pareada que ayudó a determinar el valor final de cada atributo y así construir los mapas de aptitud para cada sector, como se muestra en la figura 31.2.

Figura 3 (31.2) Ejemplo de la suma ponderada de dos atributos en formato ráster.



Fuente: elaboración propia.

3.1.2 Análisis de aptitud

Caña de azúcar

El cultivo de caña se relaciona tanto con la industria azucarera como con las industrias de preparación de bebidas alcohólicas y la producción de papel. Por lo tanto a nivel nacional es uno de los principales productos agroalimentarios en términos del valor de la producción y la cantidad de empleos directos e indirectos generados. En Tuxtepec, es la actividad primaria con mayor valor de producción, ya que de acuerdo a la información del SIAP, en 2022, tuvo un valor de producción de 885 456 millones de pesos. Desde 2012, se siembra una superficie estable de alrededor de 20 322 has, lo cual representa el 30% de la superficie aprovechada para la agricultura en el municipio. De acuerdo con la información recabada en el taller participativo, no hay interés del sector en incrementar a superficie de producción, toda vez que la demanda del ingenio está cubierta y no hay mercado para los excedentes.

El rendimiento promedio de 2012 a 2022 ha sido de 54.73 udm/ha, por debajo del rendimiento promedio nacional de 69.86 udm/ha. La producción es manufacturada por el Ingenio, que además de asegurar la compra del producto a los diferentes productores, brinda asesoría técnica, asegurando los rendimientos del cultivo.

En lo concerniente a las características técnicas del cultivo, es una especie que puede sembrarse en casi todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Se desarrolla de mejor manera en rangos de temperatura que van de los 24 a los 37°C, siendo necesario que los suelos se mantengan húmedos sobre todo en el periodo de germinación. Por lo que el cultivo es particularmente sensible a condiciones de sequía. Externo a las amenazas climáticas en torno al futuro de la industria cañera se destaca que el mercado de edulcorantes se asocia con la disminución de la producción de azúcar a nivel internacional, no obstante la producción puede mantenerse vía la venta de melaza como insumo para la producción de alcohol, con destino en la industria de las bebidas.

Entre los problemas ambientales que se asocian con la producción y transformación de la caña en otros subproductos, se encuentran: el alto consumo de agua, la generación de efluentes con una alta carga de nutrientes que contribuyen con procesos de eutroficación de cuerpos de agua, así como la emisión de partículas y gases durante la zafra. No obstante existen manuales para mejorar las prácticas tanto en la siembra como en el procesamiento dentro del Ingenio de manera que pueden minimizarse los efectos negativos hacia el ambiente.

Tabla 1 (312.1) Criterios para definir la aptitud del sector de caña de azúcar.

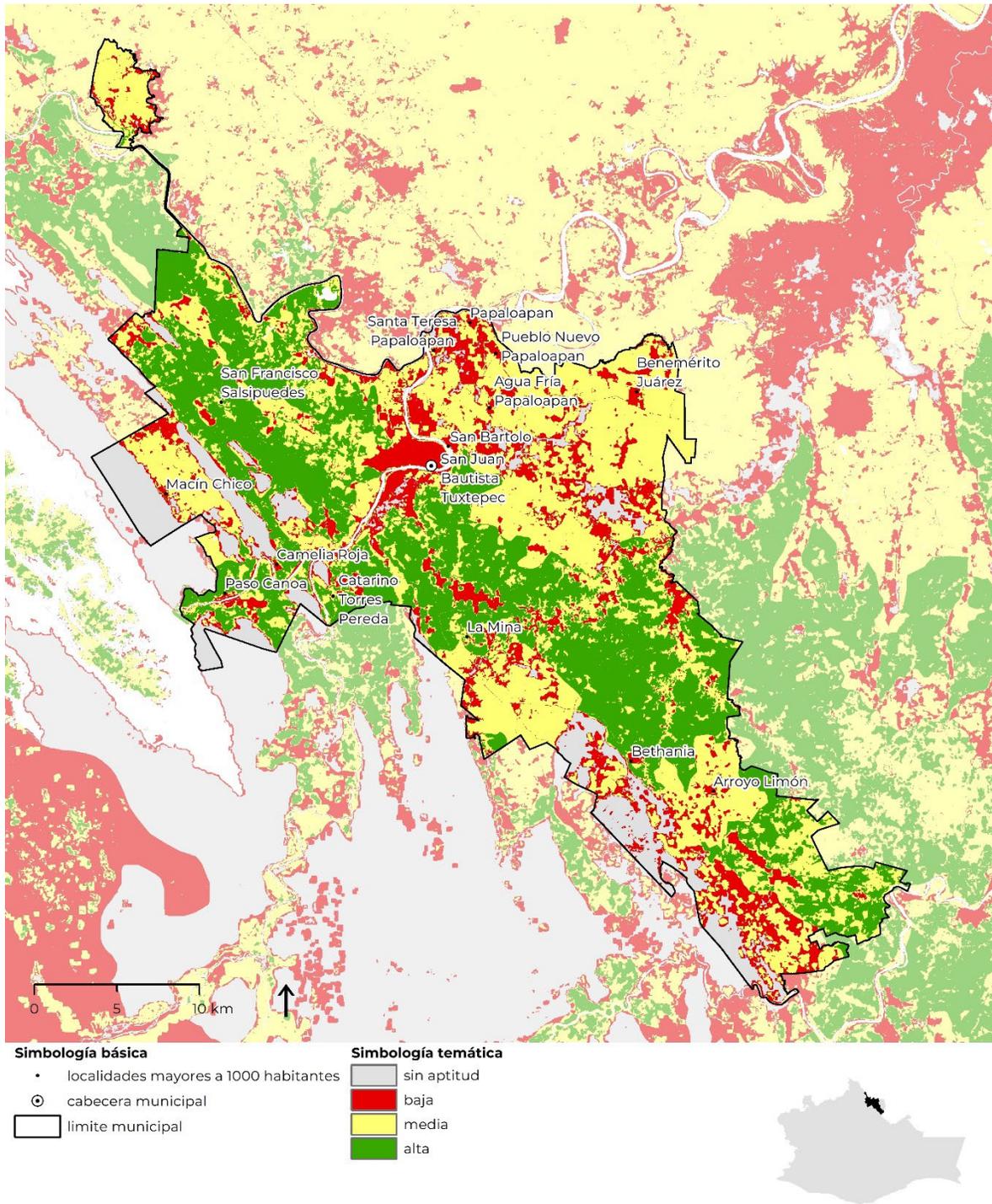
Caña de azúcar		1 a 6						R	
		Atr	1	2	3	4	5		6
Edafología	Acrisol, Luvisol, Umbrisol	1	1	2	2	2	3	4	0.31
Temperatura media	rango de 26°C a 30°C	2	0.5	1	1	3	2	3	0.21
Inundabilidad	áreas no inundables a 3m	3	0.5	1	1	3	2	2	0.20
Áreas núcleo	exclusión de las áreas núcleo	4	0.5	0.3	0.3	1	2	1	0.11
USV	exclusión de suelo artificializado	5	0.3	0.5	0.5	0.5	1	1	0.09
USV	exclusión de cuerpos de agua y ríos	6	0.3	0.3	0.5	1	1	1	0.08
			3.1	5.2	5.3	11	11	12	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Dentro del mapa 312.1 se puede observar que la distribución óptima (aptitud alta) de la caña de azúcar se ubica de manera amplia en un tercio del municipio, Algunas de las localidades cercanas a zonas de aptitud alta son: San Francisco Salsipuedes, Bethania, La Mina y Paso Canoa. La vocación del territorio concuerda con el uso actual del suelo, que de acuerdo al análisis de aptitud, podría extenderse en alrededor de 61 375 has (por lo que habría potencial para incrementar la superficie productiva). Considerando la información recaba en el taller participativo; esto explica que, el cultivo haya desplazado los cultivos de hortalizas, granos básicos y desplace las áreas de aprovechamiento del hule, puesto que la actividad se realiza en 157 localidades.

Debe recalcar que el cultivo de caña es altamente demandante de agua y de fertilizantes por lo que, la actividad debe mantenerse fuera de áreas cercanas a embalses o bien contar con estrategias de manejo del suelo que prevengan el aporte de contaminantes a los afluentes.

Mapa 1 (312.1) Aptitud para el cultivo de la caña de azúcar en el municipio.



Fuente: Elaboración propia.

Plátano

De acuerdo con la SADER (2020), el plátano es la fruta tropical más cultivada en México. De las diferentes variedades cultivadas, el plátano macho, guarda la importancia por su potencial de transformación en diversos productos de consumo, cuyo mercado va en aumento dado el incremento de hábitos vegetarianos y veganos entre la población.

La producción de plátano macho en Tuxtepec, durante 2022, alcanzó un valor de producción de 158 231 miles de pesos (8 % de la producción agrícola), alcanzó un rendimiento de 20.01 udm/ha (cercano al promedio nacional de 19.38 udm/ha) y se sembraron 1 527 ha . En cuanto a la extensión del cultivo, no se aprecian cambios, ya que la extensión máxima cultivada fue en 2005, cuando se sembraron 2 080 ha, posterior a esta fecha su extensión disminuyó y ha permanecido estable en 1 740 ha durante el periodo de 2012 a 2021.

El plátano es un cultivo que se desarrolla por ejidatarios y pequeños propietarios en huertas pequeñas y medianas, que se concentran en la porción noreste de Tuxtepec, en las localidades de Santa Teresa Papaloapan, Papaloapan, Agua Fría y San Bartolo. En estas ubicaciones los suelos son aluviales y dependientes del aporte de humedad del Río Papaloapan. La mayoría de productores, venden el plátano, pero algunos productores han desarrollado agroindustrias familiares que tienen la capacidad de almacenar los plátanos cosechados, empacarlos y comercializarlos al mercado externo.

El cultivo de plátano requiere temperaturas altas, de entre 21 a 19°C, las temperaturas por debajo de este rango retardan el desarrollo de la planta; asimismo, la precipitación debe ocurrir de forma bien distribuida en el año. La planta se ve severamente afectada por lluvias intensas y por sequías prolongadas (más de un mes). Los suelos con mejor rendimiento tienen textura arcillosa con pH neutro. Asimismo es un cultivo sensible a las inundaciones y al ataque de plagas recurrentes.

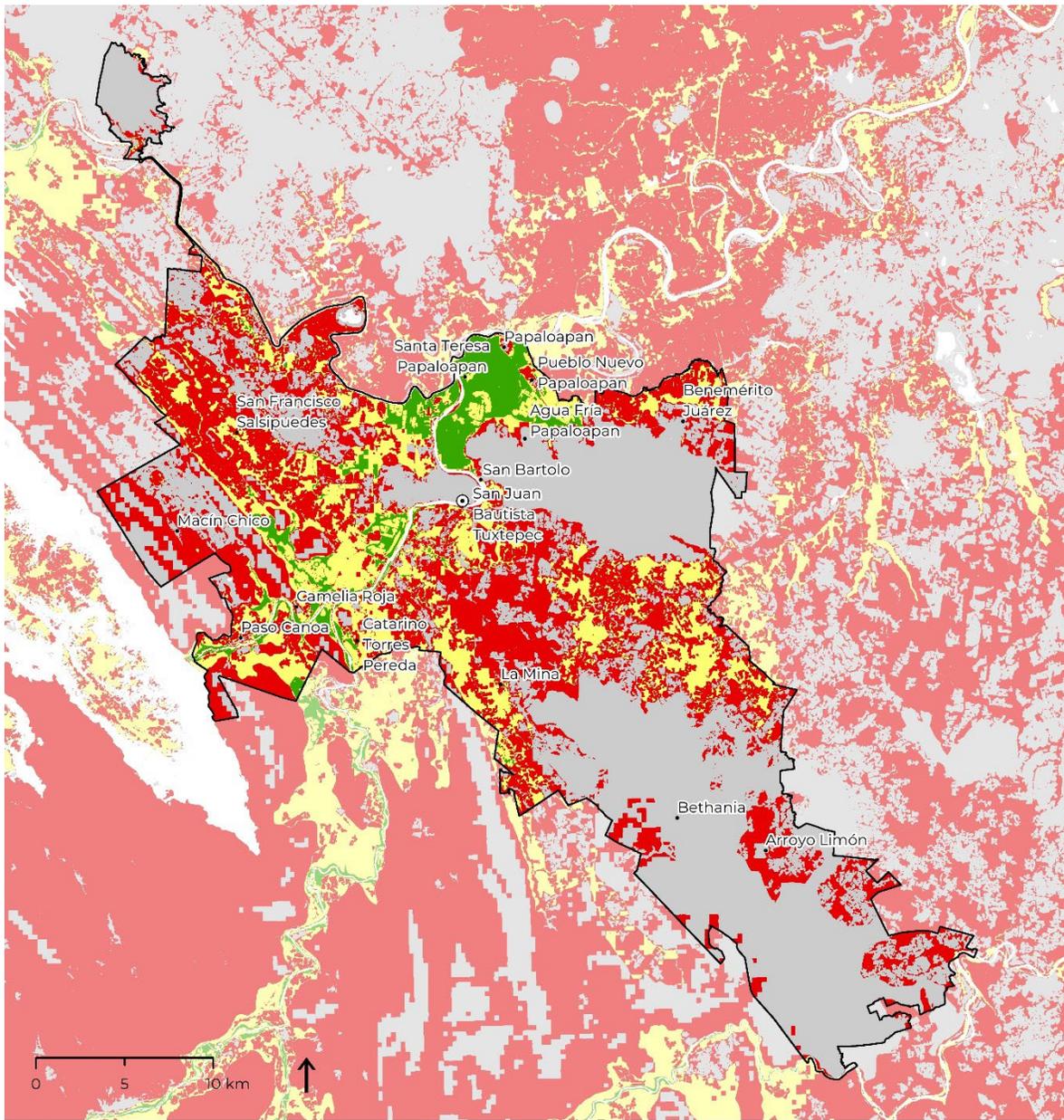
Tabla 2 (312.2) Criterios para el sector plátano.

Plátano		1 a 6						R	
		Atr	1	2	3	4	5		6
Edafología	Calcisol, Cambisol, Fluvisol, Gleysol, Luvisol, Vertisol	1	1	1	2	2	2	0.23	
Pendientes	0° a 10°	2	1	1	1	2	2	0.20	
Inundabilidad	áreas no inundables a 3m	3	1	1	1	2	1	0.18	
Estado actual	cultivos de plátano	4	0.5	1	1	2	1	0.16	
Vientos	velocidad del viento < 12 km/h	5	0.5	0.5	0.5	1	1	0.10	
USV	superficie forestal	6	0.5	0.5	1	1	1	0.13	
			4.5	5	5.5	6.5	10	8	1.00

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al análisis de la aptitud del territorio, las plantaciones de plátano, ubicadas en la porción noreste del municipio en la parte más baja del Río Papaloapan, se desplantan en terrenos con aptitud alta, sin embargo, las cercanas a Paso Canoa, cuentan con vocación media.

Mapa 2 (312.2) Aptitud para el sector plátano en el municipio.



Simbología básica

- localidades mayores a 1000 habitantes
- ⊙ cabecera municipal
- ▭ limite municipal

Simbología temática

- ▭ sin aptitud
- ▭ baja
- ▭ media
- ▭ alta

Fuente: Elaboración propia

Piña

México es el noveno productor de piña a nivel mundial, en el país se cultiva en Veracruz, Oaxaca, Tabasco, Nayarit y Jalisco. En términos de producción Oaxaca es el segundo productor de piña (139 867 ton/año), de acuerdo al volumen de producción. La cosecha de este cultivo ocurre durante todo el año, pero la mayor producción se da entre marzo y agosto.

Dentro del estado de Oaxaca, la región de la Cuenca del Papaloapan es considerada como la zona de mayor producción del fruto, sobre todo los municipios de Loma Bonita y San Juan Bautista Tuxtepec. En Tuxtepec, la piña tiene un valor cultural sumamente importante, su cultivo se desarrolla en la vertiente Noreste del municipio, en las localidades de Ignacio Zaragoza, San Isidro las Piñas, Santa Catarina, San Juan Bautista matamoros, Fuente Villa, Benemérito Juárez, Las Delicias y Jimaguas. La superficie sembrada reportada por SADER (2022), es de 576 ha, históricamente el área de producción ha incrementado en alrededor de 14 ha con rendimientos de 19.7 udm/ha.

El cultivo se puede sembrar todo el año siempre y cuando cuente con sistemas de riego, lo cual limita la producción al acceso a tecnificación. Además de la disponibilidad de agua, la temperatura, es un factor fundamental para el desarrollo del fruto, ya que el crecimiento máximo se alcanza entre los 30 y 31 °C, la planta también requiere de suelos con buen drenaje, permeables, pero que almacenen humedad, como es el caso de los suelos franco-limosos.

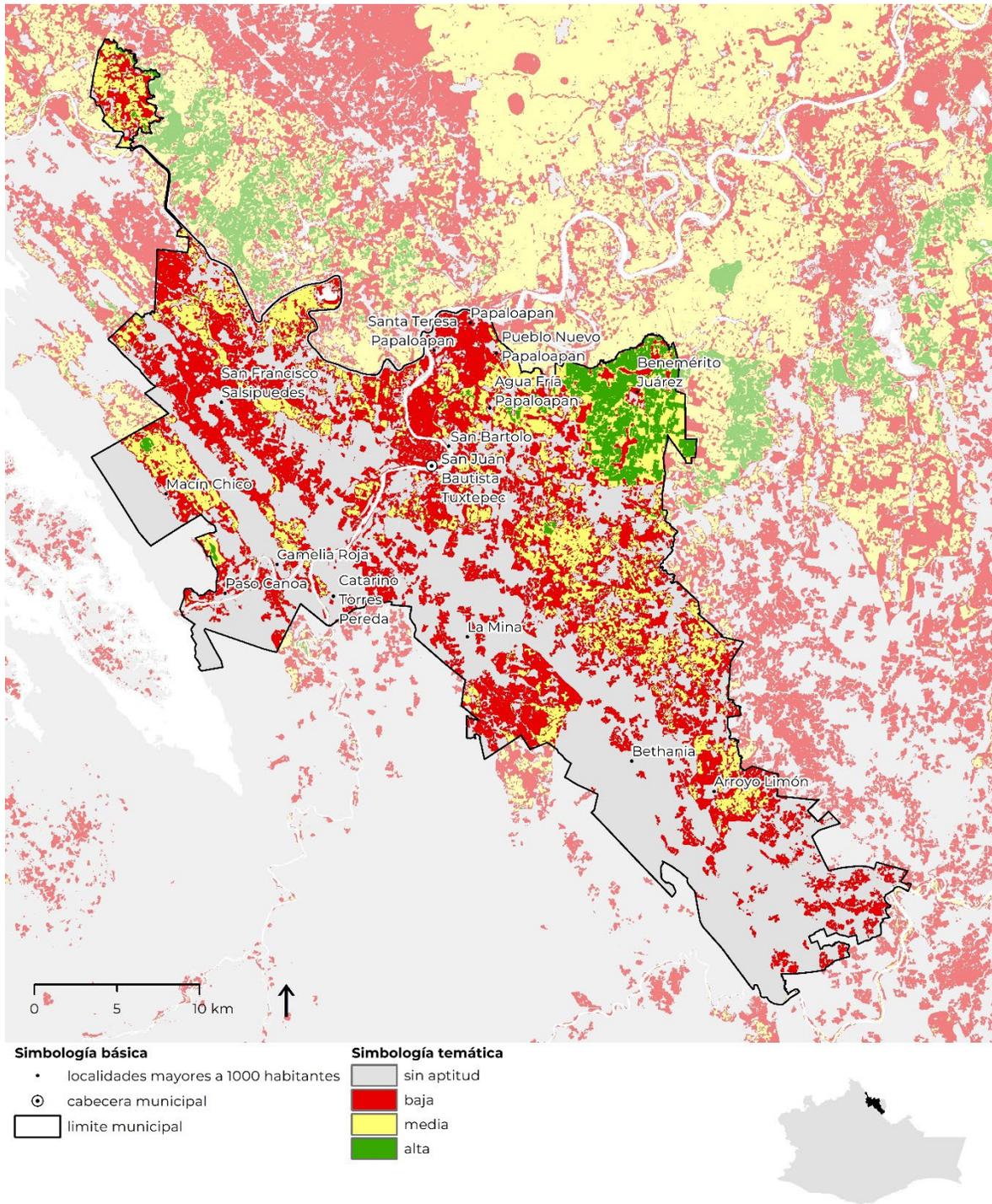
Tabla 3 (312.3) Criterios para el sector piña.

Piña		1 a 6						R	
		Atr	1	2	3	4	5		6
Estado actual	cultivos de piña	1	1	2	2	2	3	0.26	
Edafología	Cambisol, Phaeozem, Acrisol	2	1	1	2	2	2	0.22	
Pendientes	0° a 10°	3	1	1	1	2	2	0.19	
Temperatura media	rango de 26°C a 30°C	4	0.5	0.5	1	1	2	0.14	
Inundabilidad	áreas no inundables a 1m	5	0.5	0.5	0.5	1	1	0.11	
USV	exclusión de superficie forestal, suelo artificializado y cuerpos de agua	6	0.3	0.5	0.5	0.5	1	0.09	
			4.3	4.5	6	7.5	9	11	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Considerando las necesidades del cultivo, como se parecía en el mapa 312.3, el área de aptitud corresponde a la región en la que el producto se cultiva y cosecha, no existen otras zonas en Tuxtepec, donde la piña se pueda producir. Esto es congruente con los datos históricos de la producción reportados por la SADER.

Mapa 3 (312.3) Aptitud para el sector piña en el municipio.



Fuente: Elaboración propia.

Limón

La producción de limón en México ocupa el segundo lugar a nivel mundial, producido principalmente en Michoacán y Veracruz. En Oaxaca se sembraron en 2022, 22 387 ha, con una producción de 13.44 udm/ha. En Tuxtepec, el limón se produce de manera complementaria a otros cultivos como un sistema agroforestal, representando un 55.6 por ciento de la producción estatal total. En 2021, se sembró la superficie histórica de 914 ha de plantaciones de limón, el cultivo creció en 100 ha, alternándose a otros cultivos como la caña, el plátano y el maíz, por lo que se aprovecha en una amplia porción del territorio. El rendimiento de la producción de limón en Tuxtepec, es mayor que el estatal, lo cual, podía ser un indicativo del potencial del municipio para aprovechar este cultivo. El cultivo de limón tiene tendencia a incrementar, sin embargo la producción aún no se refleja en las estadísticas. Se mencionan como puntos importantes para la producción las áreas cercanas a Bethania y el Paraíso.

Actualmente este sector se ve afectado por las altas temperaturas y falta de lluvia que en suma generan escasez en la producción y da como resultado la presencia de fruta pequeña. Estas afectaciones, seguramente incrementarán como resultado del cambio climático. Por lo que los citricultores para superar estas inclemencias ambientales necesitan contar con un sistema de riego para poder tener suficiente producción. Por otra parte, debido a la aparición de fitopatógenos, durante las lluvias por exceso de humedad en el suelo, también disminuye la productividad.

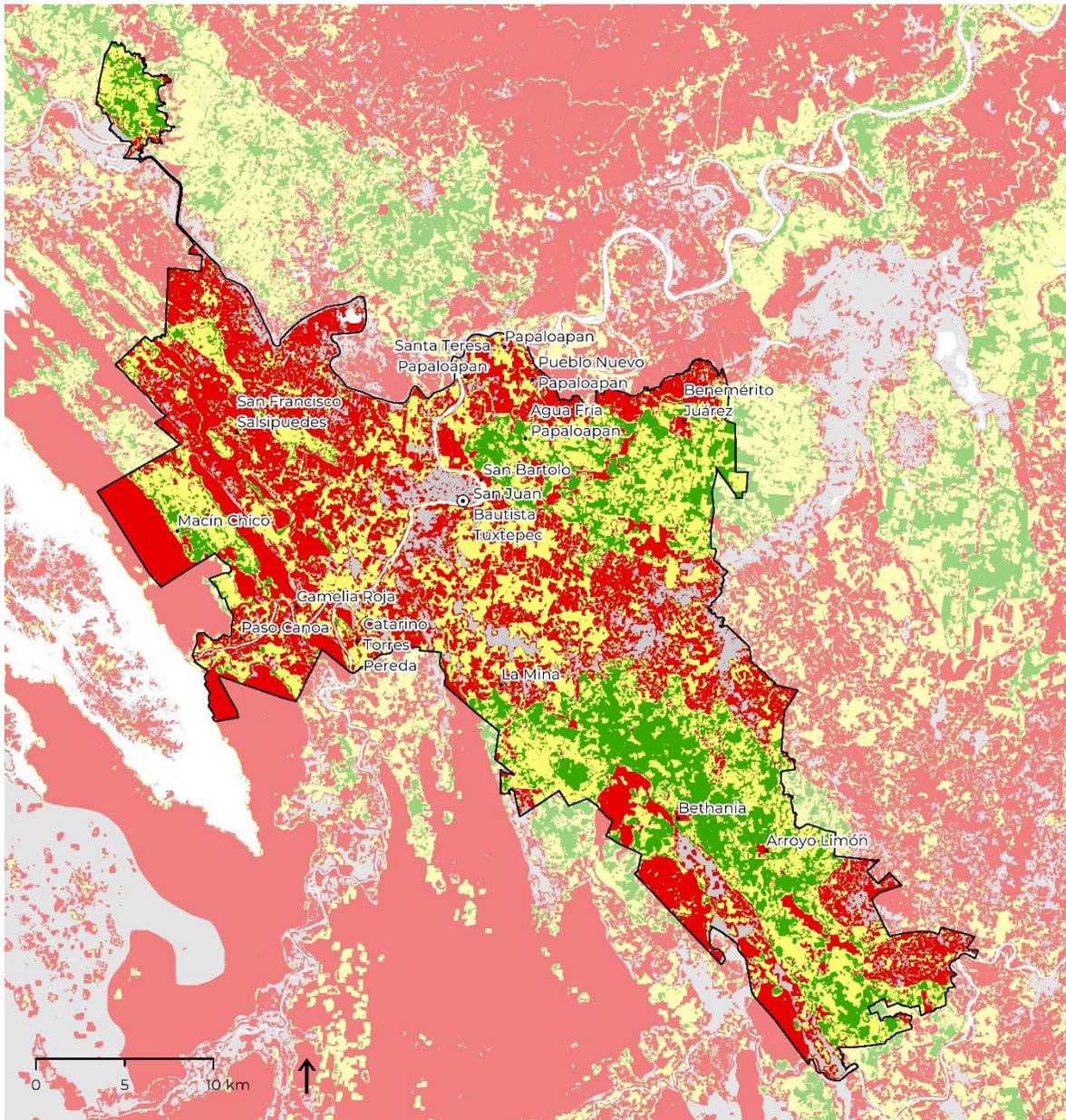
El limón es un producto que puede adaptarse a diferentes condiciones climáticas, pero la producción mejora con temperatura en rangos de los 25 a los 30°C, con suelos permeables libres de pedregosidad y con disponibilidad frecuente de agua. Esta mezcla de condiciones se ubicó en la porción sur central, noreste, norte y cerca de Macin Chico (mapa 312.4).

Tabla 4 (312.4) Criterios para definir atributos del sector limón.

		1 a 6							
Limón		Atr	1	2	3	4	5	6	R
Edafología	Cambisol, Gleysol, Leptosol, Phaeozem, Umbrisol	1	1	1	2	2	2	3	0.26
Temperatura media	rango de 26°C a 30°C	2	1	1	1	2	2	2	0.22
Inundabilidad	áreas no inundables a 3m	3	1	1	1	1	1	2	0.17
Áreas núcleo	exclusión de las áreas núcleo	4	0.5	0.5	1	1	1	2	0.14
USV	exclusión de suelo artificializado	5	0.5	0.5	1	1	1	1	0.12
USV	exclusión de cuerpos de agua y ríos	6	0.3	0.5	0.5	0.5	1	1	0.09
			4.3	4.5	6.5	7.5	8	11	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 4 (312.4) Aptitud para el sector limón en el municipio.



Simbología básica

- localidades mayores a 1000 habitantes
- ⊙ cabecera municipal
- ▭ limite municipal

Simbología temática

- ▭ sin aptitud
- ▭ baja
- ▭ media
- ▭ alta

Fuente: Elaboración propia.

Ganadería/Pastos

Los pastizales dedicados a este sector abarcan una superficie de 36 490 hectáreas, y se trata de pastizales cultivados, es decir, áreas destinadas a la ganadería como pastos y praderas. Cuentan con una amplia distribución a lo largo del municipio. Con respecto al valor total de la producción de pastos y praderas para el 2022 fue de \$ 30 300 725. La producción ganadera, se encuentra en zonas de poca pendiente en su mayoría, no obstante, que la actividad está creciendo sobre áreas de selva con pendientes más pronunciadas. El crecimiento de las áreas con pastos, no se refleja en los valores reportados por la SADER; de acuerdo a la información obtenida en campo y al análisis de deforestación descrito en la caracterización, se observa que el incremento de las áreas de pasto, ocurren de manera dispersa.

Generalmente, la actividad ganadera es asociada a la degradación de los recursos naturales, tales como el suelo y agua, por lo que se toma en cuenta dentro los atributos, la degradación funcional del paisaje del “Plan de inversión para el desarrollo rural bajo en emisiones del estado de Oaxaca” (Simonit et al., 2020). Sin embargo, con prácticas adecuadas a ganadería constituye un sector productivo que es compatible con la conservación de los recursos naturales.

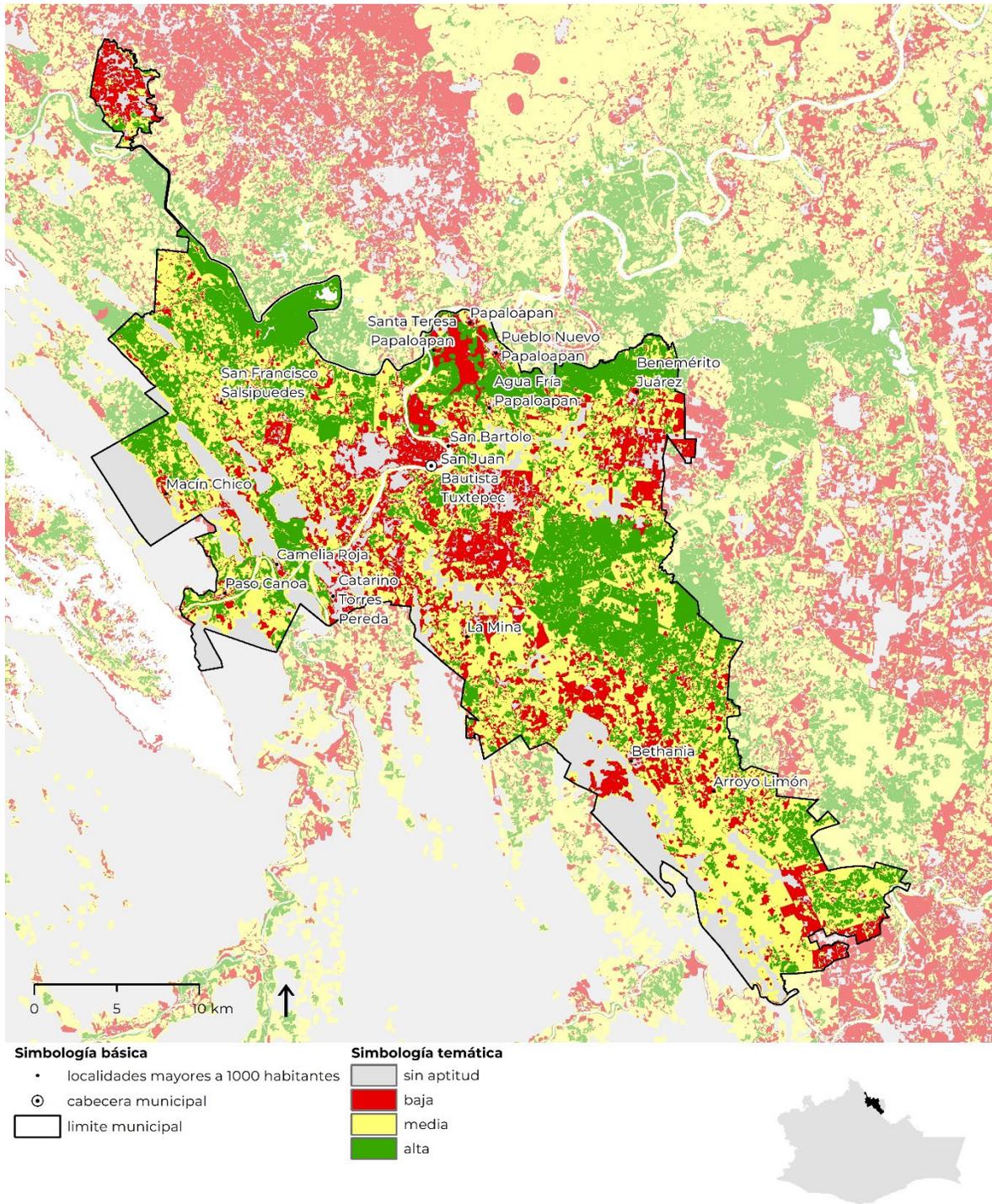
Para lograr la mayor productividad, el aprovechamiento, ganadero en el trópico deberán sustentarse en tecnologías apropiadas, consistentes en los siguientes aspectos: uso y diversidad de especies forrajeras con alto potencial productivo, de preferencia con bajos requerimientos de insumos, y tolerantes a plagas y enfermedades. Que posean, alta resistencia al pastoreo, valor nutritivo, apetencia y facilidad de reproducción, complementadas con prácticas de manejo que permitan prolongar al máximo la vida útil de las praderas. Logrando, la reducción del deterioro del recurso suelo por erosión, acidificación y empobrecimiento, además de prácticas de conservación de forraje que permitan aprovechar los excedentes de las épocas de abundancia, para su uso en períodos de escasez. Las áreas aptas para el establecimiento de pastos, se localizan a lo largo de todo el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec, sobre todo en los límites con Veracruz. La actividad se extiende principalmente al sur del municipio.

Tabla 5 (312.5) Atributos para definir la aptitud pecuaria y pastizales.

		1 a 6							
Ganadería / Pastos		Atr	1	2	3	4	5	6	R
Áreas núcleo	exclusión de las áreas núcleo	1	1	1	1	2	2	2	0.23
USV	superficie forestal	2	1	1	1	1	1	2	0.18
Temperatura media	rango de 5°C a 27°C	3	1	1	1	1	1	1	0.16
Tenencia de la tierra	superficie perimetral de ejidos	4	0.5	1	1	1	1	2	0.16
Pendientes	0° a 10°	5	0.5	1	1	1	1	1	0.14
USV	exclusión de suelo artificializado y cuerpos de agua	6	0.5	0.5	1	0.5	1	1	0.12
			4.5	5.5	6	6.5	7	9	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 5 (312.5) Aptitud para el sector pastos/ganadería en el municipio.



Fuente: Elaboración propia.

Forestal/Hule

El hule es un árbol de origen brasileño, del que se extrae látex para la fabricación de diversos productos, tales como guantes, globos, llantas, entre otros. Oaxaca, es el tercer productor de hule en el país. Tuxtepec, es el mayor productor del estado. Al cierre de la producción de 2022, se sembraron 752 ha de hule en el municipio. De acuerdo con los datos históricos de SADER, se observa que las plantaciones de hule han ido en decremento; en la mesa técnica se señaló que este sector es desplazado por otros productos agrícolas tales como el limón y la caña.

Los principales productores de hule en Tuxtepec, son Valle Nacional, San Lucas Ojtlán y Ejido Mata de Caña. En la región se generan alrededor de cien toneladas cada seis meses. De una hectárea, los productores obtienen cien kilos semanalmente, pero el 50% de las ganancias lo comparten con las personas que se encargan de picar el árbol para poder sostener el costo de producción. Derivado de la sobreproducción, el precio del hule disminuyó a 12 pesos por kilo, hasta finales del 2023 se mantuvo en 14 pesos.

De acuerdo con el interés sectorial, su aptitud debe estar encaminada a mejorar la productividad y promover el precio de garantía como un valor agregado al producto, por lo que, es importante identificar aquellas áreas donde actualmente se desarrolla la actividad y evaluar si resulta favorable su emplazamiento, tanto para la producción del hule como de los ecosistemas. Dentro de las limitaciones que fueron señaladas en las mesas técnicas de trabajo, existen las limitaciones de asesoría técnica y la falta de infraestructura para la transformación e incremento del valor agregado del producto. El hule es un árbol tropical, que requiere suelos profundos y fértiles para su desarrollo, por lo que fueron los principales atributos para la identificación de las áreas de aptitud.

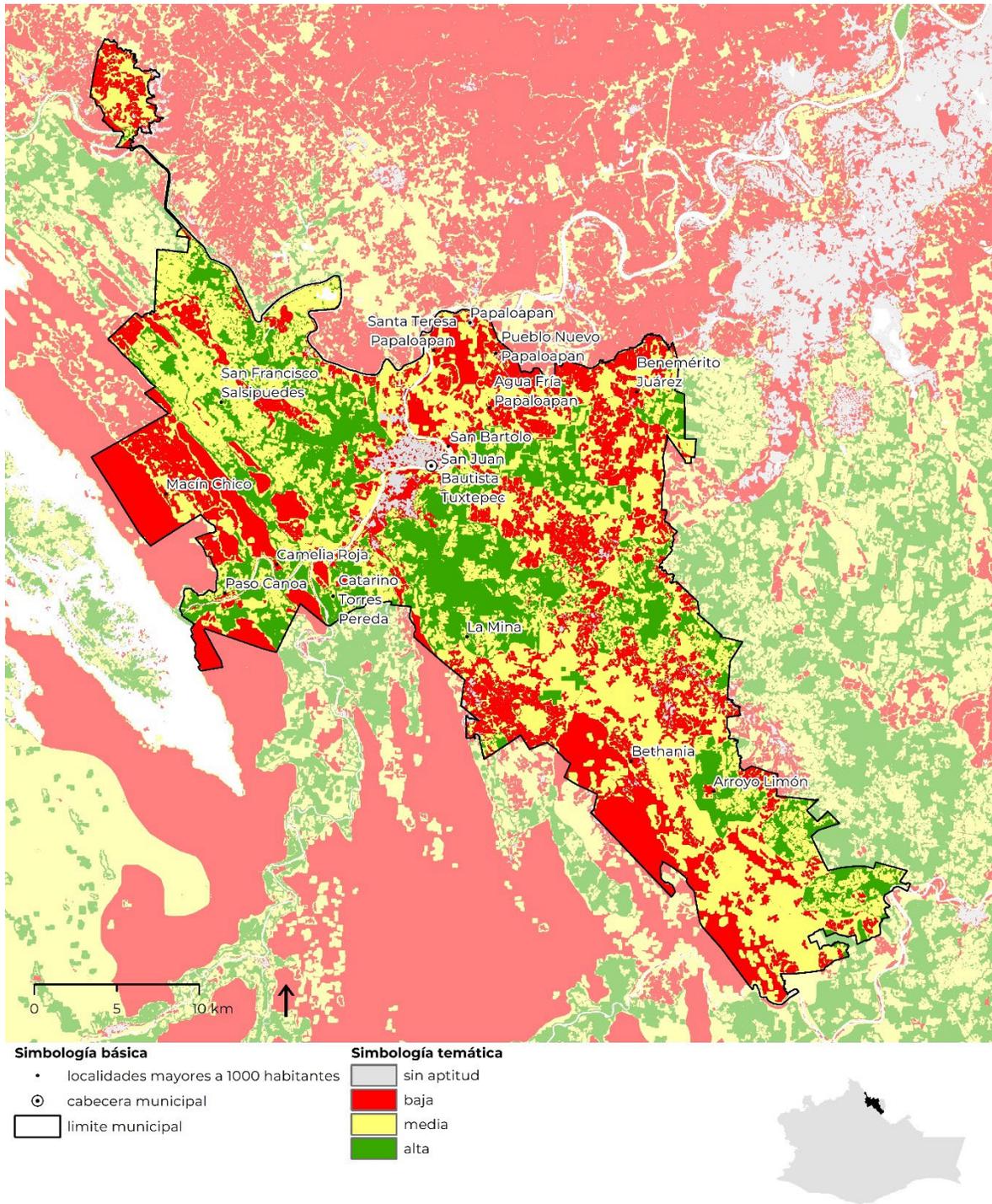
Tabla 6 (312.6) Criterios para definir el sector hule.

		1 a 6							
Hule		Atr	1	2	3	4	5	6	R
Edafología	Acrisol, Andosol, Luvisol	1	1	1	2	2	2	3	0.26
Estado actual	cultivos de hule	2	1	1	1	1	2	3	0.21
USV	superficie forestal	3	1	1	1	1	1	2	0.17
Áreas núcleo	exclusión de las áreas núcleo	4	0.5	1	1	1	1	1	0.14
Inundabilidad	áreas no inundables a 3m	5	0.5	0.5	1	1	1	1	0.12
USV	exclusión de suelo artificializado y cuerpos de agua	6	0.3	0.3	0.5	1	1	1	0.10
			4.3	4.8	6.5	7	8	11	1.00

Fuente: Elaboración propia.

En el mapa 312.6, se muestra que cerca de un tercio del municipio, tiene potencial para el aprovechamiento de hule. Las principales áreas se identifican entre La Mina y Tuxtepec, Arroyo Limón, la zona de Paso Canoa y al noroeste entre San Francisco Salsipuedes y la cabecera municipal.

Mapa 6 (312.6) Aptitud para el cultivo de hule en el municipio



Fuente: Elaboración propia.

Apicultura

La apicultura es un sector económico relevante, tanto por el potencial económico como por su impacto en el desarrollo sostenible. Esto debido a que la actividad puede desarrollarse en conjunto con otras actividades agropecuarias o relacionadas con la conservación de la biodiversidad, sobre todo cuando se utilizan especies de abejas nativas. Oaxaca ocupa el sexto puesto en términos de producción apícola, con una tendencia a incrementar su producción, sobre todo en la región del Istmo de Tehuantepec. San Juan Bautista Tuxtepec, ocupa el lugar 19 dentro del volumen de producción en el estado.

Actualmente, la producción en el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec es de cera y miel que se producen en 14 apiarios. El valor de producción de \$ 3 885 en 2022 con un volumen de 78.4 litros de miel; esta cifra es menor a la reportada en 2018, 98 litros, pero incrementó con respecto a 2012, cuando se producían 40 litros. La actividad apícola presenta problemas por la presencia de enfermedades y la necesidad de incrementar la flora para la visita de las abejas.

Dentro de los atributos que se ocupan para definir las áreas con aptitud apícola que fueron identificados durante las mesas de actores, se destaca la presencia de vegetación nativa con flores, o bien los sitios con presencia de plantaciones de limón y hule. Es necesaria la cercanía a cuerpos de agua y una ubicación de sotavento.

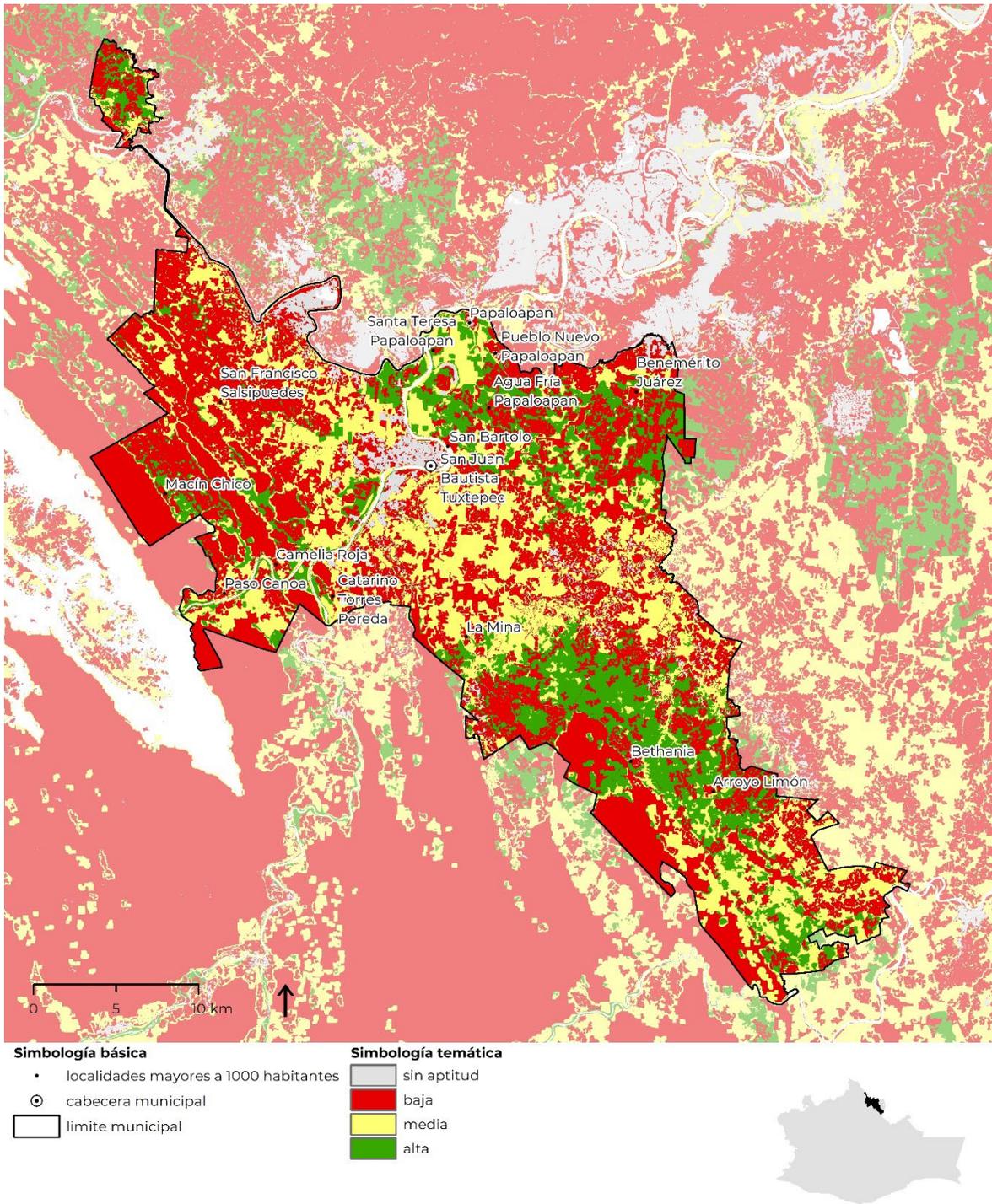
Tabla 7 (312.7) Criterios para el sector apicultura.

Apicultura		1 a 6						R	
		Atr	1	2	3	4	5		6
USV	superficie forestal	1	1	1	2	2	3	0.24	
Áreas núcleo	exclusión de las áreas núcleo	2	1	1	1	2	2	0.20	
Aptitud sectorial	aptitud alta del sector limón	3	1	1	1	2	2	0.20	
Aptitud sectorial	aptitud alta del sector plátano	4	0.5	1	1	1	1	0.14	
Inundabilidad	áreas inundables a 3m	5	0.5	0.5	0.5	1	1	0.13	
USV	exclusión de suelo artificializado y cuerpos de agua	6	0.3	0.5	0.5	1	0.5	1	0.09
			4.3	5	5	7	8.5	11	1.00

Fuente: Elaboración propia.

La aptitud del municipio para soportar la actividad apícola se ubicó en la porción central de San Juan Bautista Tuxtepec, cerca de Bethania y Arroyo Limón, asimismo, otras zonas relevantes se ubicaron, en la zona Noreste y Norte de Tuxtepec, justamente asociadas a las zonas de policultivo de limón, plátano y hule.

Mapa 7 (312.7) Aptitud para el sector apícola en el municipio.



Fuente: Elaboración propia.

Turismo de naturaleza

El turismo de naturaleza es aquel en el que se realizan actividades recreativas en contacto directo con la naturaleza y las expresiones culturales. El turismo de naturaleza incluye al ecoturismo, el turismo de naturaleza y el turismo rural, cuyas actividades realizadas por los paseantes pueden ser: la observación de la naturaleza, incluida la flora y la fauna, actividades de escalada, paisajismo y senderismo; pero también experiencias gastronómicas y aprendizaje de la cultura.

Entre los atractivos turísticos actuales de Tuxtepec, se encuentran, las cascadas de Bethania; Los Sauces en La Esmalta y el Balneario Sumatra. También se suma, el Castillo y el jardín botánico del Tecnológico Nacional. A estos atractivos pueden sumarse, algunas áreas cubiertas con selva alta perennifolia, la Presa y el Lago Miguel Alemán (Temascal) y la Presa y Lago Miguel de la Madrid (Cerro de Oro).

Actualmente el turismo de naturaleza no es parte de las principales actividades económicas en el municipio, pero existe interés sectorial por identificar zonas con potencial de aprovechamiento y ejercer programas de fomento. Para detectar las áreas del territorio con vocación turística, se optó por identificar los sitios con belleza escénica y potencial para desarrollar actividades compatibles con la modalidad de turismo. Debe considerarse que el aprovechamiento de estos sitios deberá realizarse con mínimos impactos al medio ambiente, y la participación activa de las comunidades locales, de manera que se maximice, la derrama económica en la comunidad.

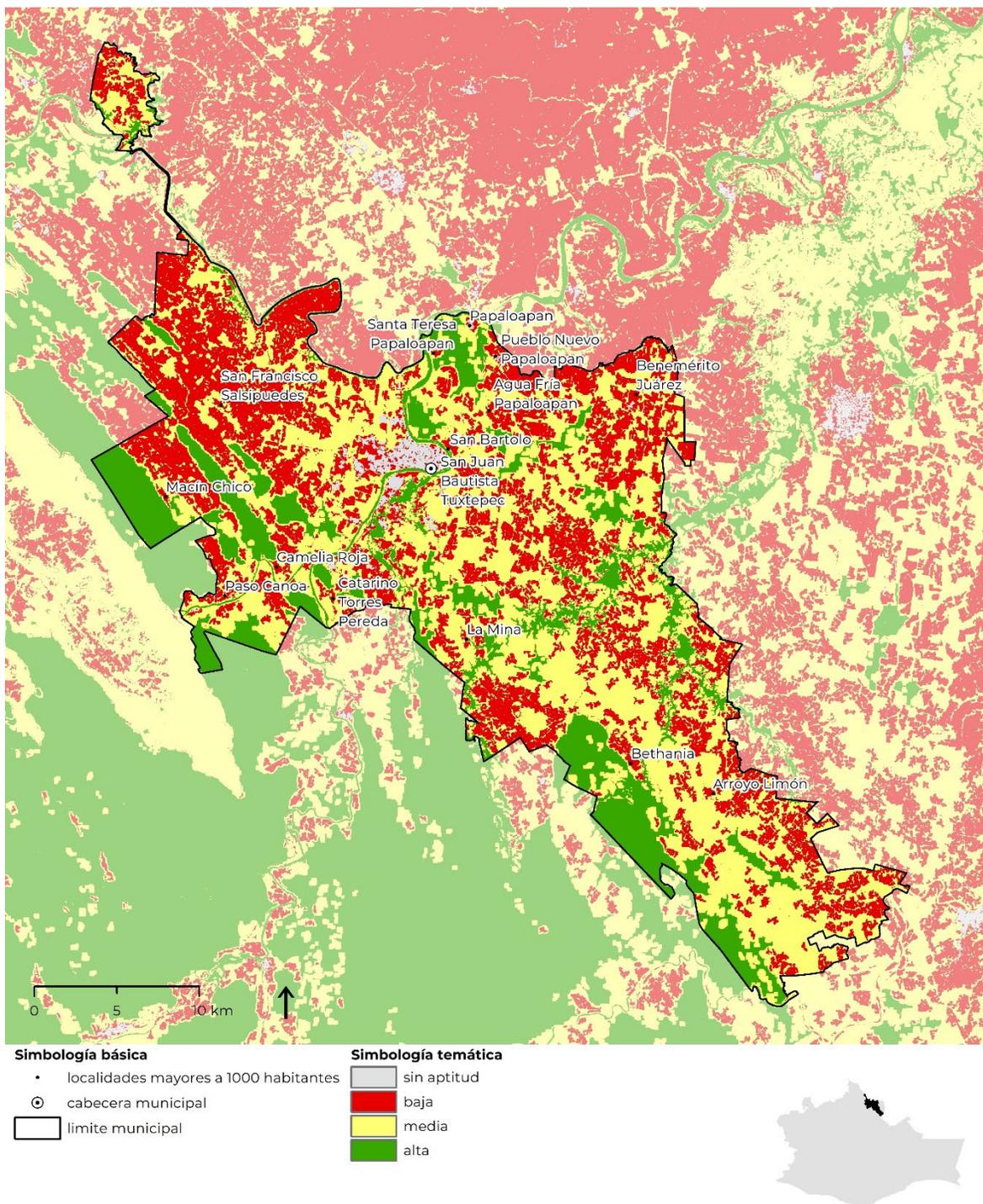
Tabla 8 (312.8) Criterios para el sector turismo de naturaleza.

Turismo de naturaleza		1 a 6						R	
		Atr	1	2	3	4	5		6
Áreas núcleo	áreas naturales consideradas núcleo	1	1	1	2	2	3	0.24	
USV	superficie forestal	2	1	1	1	2	2	0.20	
Inundabilidad	áreas inundables a 3m	3	1	1	1	1	1	0.16	
USV	cuerpos de agua	4	0.5	1	1	1	1	0.14	
USV	exclusión de suelo artificializado	5	0.5	0.5	1	1	1	0.13	
Pendientes	0° a 40°	6	0.3	0.5	1	1	1	0.12	
			4.3	5	6	7	8	9	1.00

Fuente: Elaboración propia.

El mapa de aptitud para el turismo de naturaleza se encuentra delimitado por las áreas con valor natural en el municipio e integra las zonas donde actualmente existen atractivos turísticos, destacando las áreas cercanas a ríos y manantiales. Sin embargo, debe considerarse que es necesario el saneamiento de embalses como el Río Papaloapan, de manera que no se conviertan en un riesgo para la salud.

Mapa 8 (312.8) Aptitud para el turismo de naturaleza.



Fuente: Elaboración propia.

Turismo cultural

El turismo cultural es una variante del turismo de naturaleza, sin embargo, la aptitud para estas actividades se planteó de manera independiente, considerando la concentración de servicios en el municipio. Como se describió en la caracterización, las unidades económicas que prestan servicios de alojamiento y alimentación, actualmente se concentran en la cabecera municipal de San Juan Bautista Tuxtepec.

Actualmente Tuxtepec, es importante como centro de servicios y de comercio en la microregión. En 2018 el municipio recibió 170,779 visitantes, que disminuyeron a 116,338 en 2020, seguramente como consecuencia del confinamiento relacionado con la pandemia de COVID-19. No obstante, en 2021 el turismo se recuperó, alcanzando 149,110 visitantes, que en promedio tuvieron una estadía de 1.33 días y un gasto de 1,049 pesos por visitante, lo que generó una derrama económica de 208 millones de pesos.

Tiene potencial para desarrollar turismo cultural y rural, sobre todo para visitar comunidades chinantecas cercanas a San Juan Bautista Tuxtepec, entre ellas, San Juan Bautista del Valle Nacional, San Felipe Usila, Ayotzintepic, San Juan Lalana; mazatecas de San Felipe Jalapa de Díaz, Huautla de Jiménez; o sitios como el Santuario (Otatitlán) y Cosamaloapan en Veracruz. Otro atractivo cultural, se relaciona con la presencia de sitios arqueológicos como El Castillo y la Ciudad prehispánica Mundo Nuevo, ambos requieren de obras de exploración y rescate. Sin embargo, se reconoce su importancia para el rescate y difusión del patrimonio histórico y cultural del municipio.

-

Por otra parte, Tuxtepec es el sitio de llegada de una importante población de las comunidades vecinas de Oaxaca de las regiones como la Chinantla, la Mazateca y la región mixe, que trabajan en la ciudad de Tuxtepec o llegan a esta urbe de otros lugares para pernoctar y a los días siguientes continuar hacia sus comunidades o viceversa.

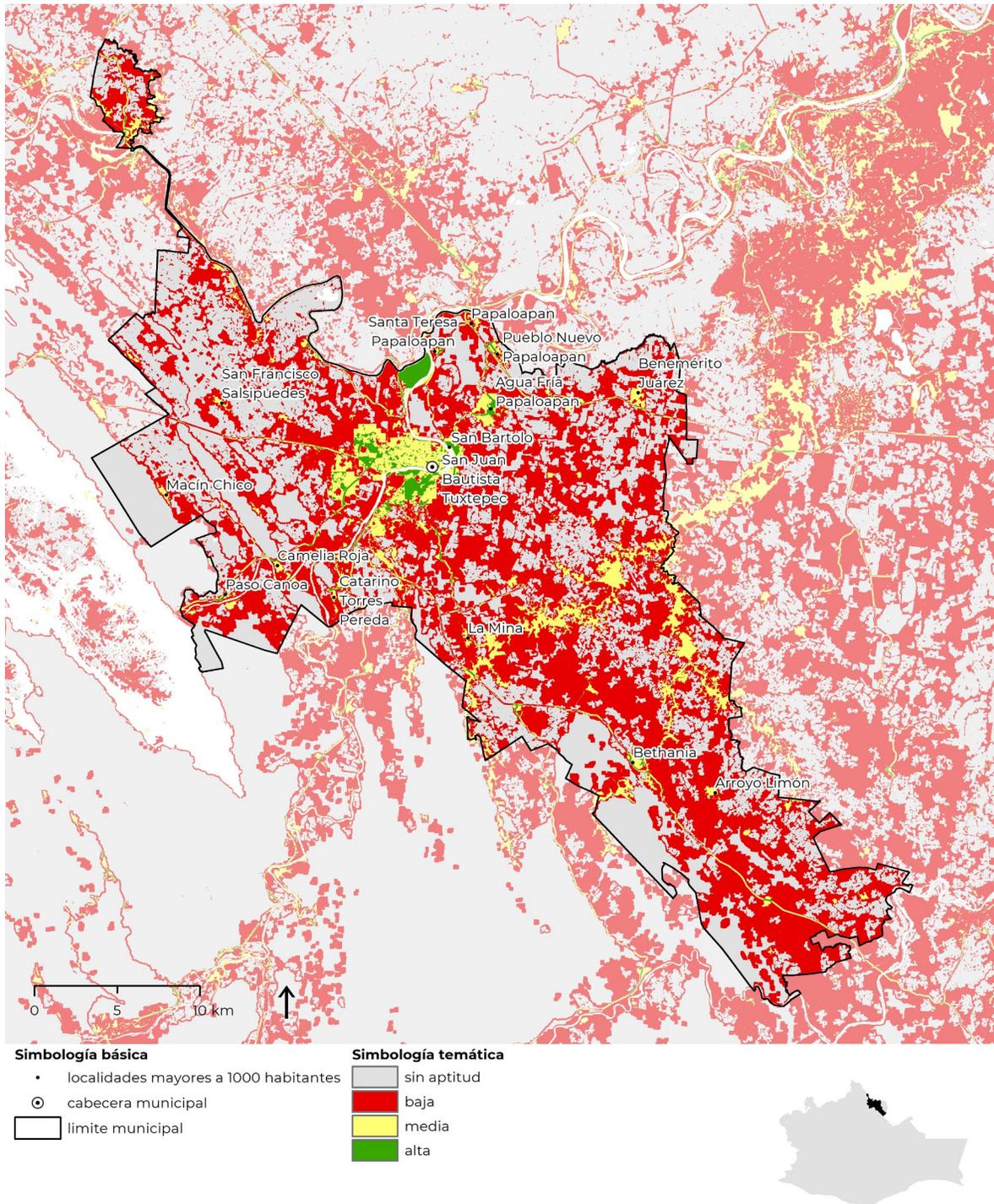
Considerando la concentración de actividades e infraestructura como indicativos de esta aptitud (Tabla 312.9), en el modelo geográfico se aprecia que la aptitud turística actualmente se concentra en a la cabecera municipal. Si esta situación se quisiera modificar en conjunto con las áreas con vocación para el turismo de naturaleza, será necesario ampliar la cobertura de servicios e infraestructura para el turismo en el municipio.

Tabla 9 (312.9) Criterios para el sector turismo de cultural y religioso.

		1 a 6							
Turismo de cultural y religioso		Atr	1	2	3	4	5	6	R
Estado actual	atracciones culturales actuales (buffer 1 km)	1	1	1	2	2	3		0.24
USV	suelo artificializado	2	1	1	1	2	2		0.20
Conectividad	carreteras	3	1	1	1	1	2		0.18
Áreas núcleo	exclusión de las áreas núcleo	4	0.5	1	1	1	1		0.14
Inundabilidad	áreas no inundables a 3m	5	0.5	0.5	1	1	1	1	0.13
USV	exclusión de superficie forestal	6	0.3	0.5	0.5	1	1	1	0.11
			4.3	5	5.5	7	8	10	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 9 (312.9) Aptitud para el sector turismo de cultural y religioso.



Fuente: Elaboración propia.

Asentamientos humanos

La población total de San Juan Bautista Tuxtepec en 2020 fue de 159 452 habitantes, siendo 52.4% mujeres y 47.6% hombres. De acuerdo con el POMT 2018. La ciudad de Tuxtepec, cabecera municipal, concentra el 65% del total de habitantes. Mientras que el 9.6% se encuentra distribuida en las 199 localidades. Las principales localidades, después de la cabecera municipal son: Benemérito Juárez (Palo Gacho) con 3 240 habitantes, San Bartolo con 2 659, Papaloapan con 2 265 y Pueblo Nuevo Papaloapan con 1 889 habitantes. El suelo, urbanizable es un reto toda vez que en Tuxtepec, existen 5 883 personas viviendo en zonas irregulares, localizadas cerca de la zona inundable del municipio.

El crecimiento de los asentamientos humanos en Tuxtepec, ha sido gradual con un porcentaje del 2.3 %, que supone el crecimiento el 73.3 ha promedio anuales.

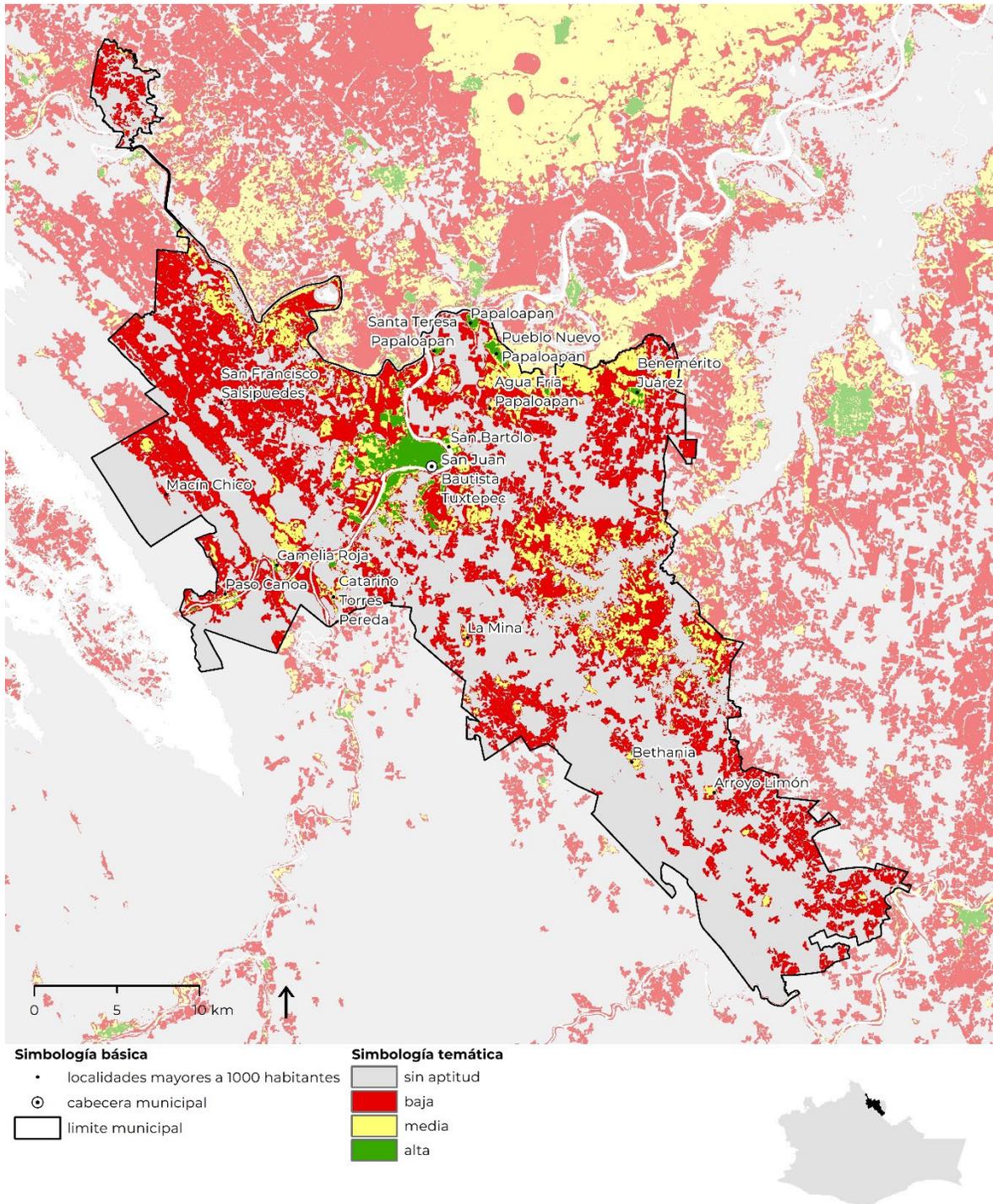
Como se aprecia el crecimiento ha sido moderado, y se relaciona con el crecimiento poblacional que en la última década fue del 0.2%. La selección de criterios para la urbanización fue la cercanía a zonas actualmente urbanizadas, en suelos con pendientes moderadas fuera de áreas con peligro de inundaciones y áreas forestales. Al utilizar estas variables, en el mapa 312.10, se aprecia que la mayor aptitud se localiza en las áreas actualmente urbanizadas y en las zonas con vacíos urbanos ubicadas en las periferias de las localidades.

Tabla 10 (312.10) Atributos para identificar la aptitud del sector Asentamientos humanos.

		1 a 6							
Asentamientos humanos		Atr	1	2	3	4	5	6	R
USV	suelo artificializado y áreas INEGI	1	1	1	2	2	3	3	0.27
Áreas núcleo	exclusión de las áreas núcleo	2	1	1	1	2	2	3	0.23
Pendientes	0° a 10°	3	1	1	1	1	1	2	0.17
USV	exclusión de superficie forestal	4	0.5	0.5	1	1	1	2	0.13
Inundabilidad	áreas no inundables a 3m	5	0.3	0.5	1	1	1	1	0.11
Geología	exclusión de fallas y fracturas (2 km)	6	0.3	0.3	0.5	0.5	1	1	0.08
			4.2	4.3	6.5	7.5	9	12	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 10 (312.10) Aptitud para asentamientos humanos



Fuente: Elaboración propia.

Industria alimentaria

Los principales centros de abasto al igual que la mayoría de los servicios se centralizan en la ciudad de Tuxtepec, esto ha generado una relación de dependencia de las localidades rurales hacia el centro urbano provocando con ello el flujo de personas provenientes de las localidades con deficiencia en este servicio, o que no tienen cobertura en estos ámbitos.

La región de la cuenca del Papaloapan se caracteriza por su amplia actividad económica ya que es un punto de convergencia de las actividades económicas de los estados de Oaxaca, Veracruz y Puebla, además posee una importante actividad en los sectores primario, secundario y terciario. En esta región se encuentra la ciudad de San Juan Bautista Tuxtepec, en la cual la actividad económica predominante y de mayor crecimiento es el sector comercial, tal es su importancia que se considera que aproximadamente el 80% de la población se dedica a ella, lo cual la convierte en la ciudad más importante de la región en materia comercial.

El municipio de Tuxtepec presenta las siguientes fortalezas para el establecimiento de la industria alimentaria:

- 1.- Ubicación estratégica, conectividad carretera, ferroviaria, marítima y aérea.
- 2.- Se encuentra en menor distancia y tiempo de recorrido de 3 de las 16 administraciones portuarias integrales federales en nuestro país, con entrada y salida a los 2 litorales mexicanos (Golfo de México y Océano Pacífico)
- 3.- Se localiza cercano del principal mercado del país, ciudad de México (CDMX).
- 4.- Cuenta con los recursos naturales, como lo es el agua y producción agrícola y pecuaria.
- 5.- Es la primera y única ciudad a nivel estatal que cuenta con suministro de gas natural para las industrias.

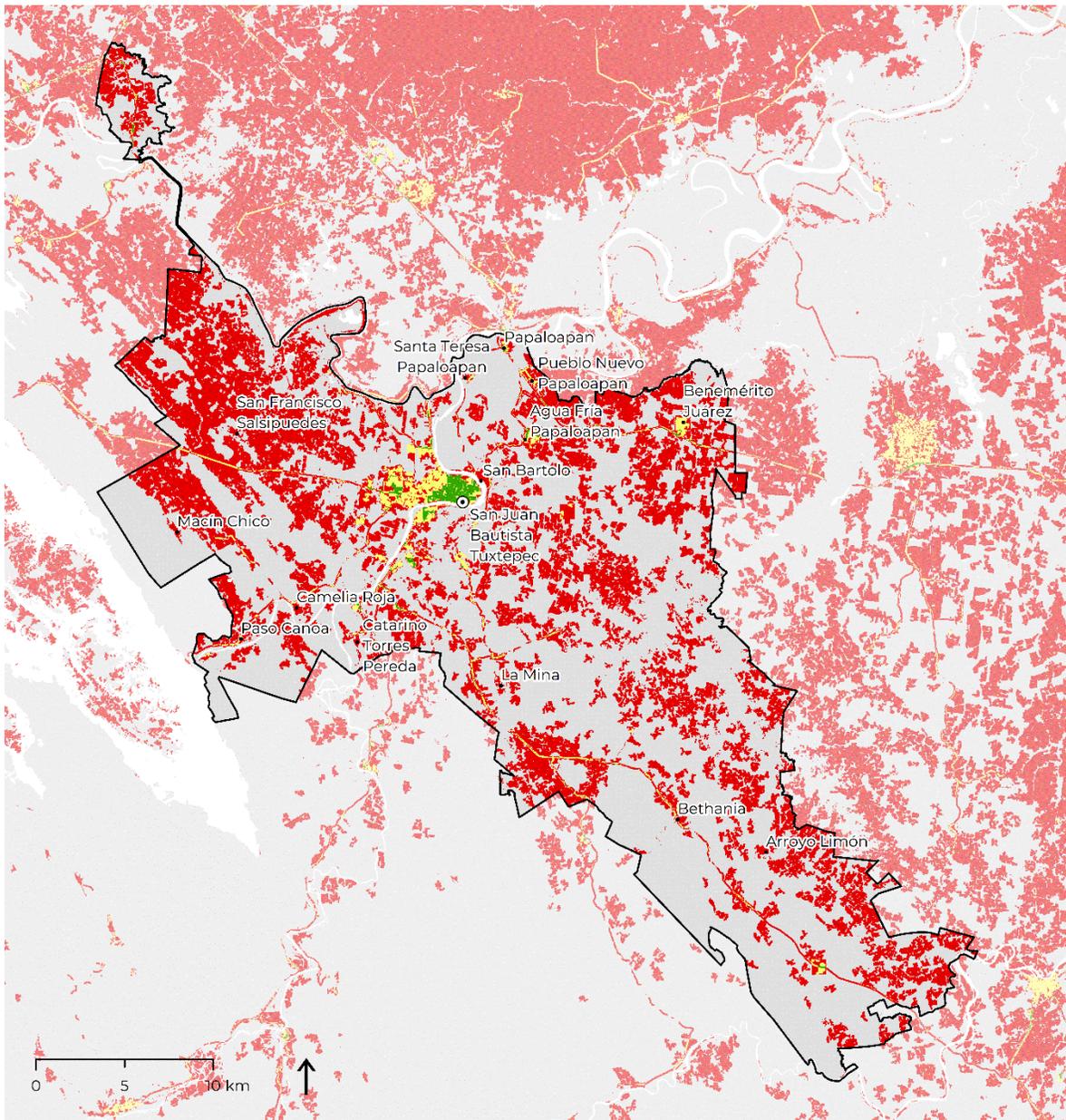
Actualmente la industria alimentaria se representa por la Cervera y el Ingenio. El establecimiento de industria requiere de infraestructura instalada y funcionamiento logístico, por lo que como se aprecia en el análisis, las zonas con vocación se localizan en la cabecera municipal de Tuxtepec; no obstante, es importante indicar que, podrían instalarse microindustrias alimentarias en zonas de producción de hule, plátano y miel, para incrementar el valor agregado de los productos.

Tabla 11 (312.11) Criterios para el sector industria alimentaria.

		1 a 6							
Industria alimentaria		Atr	1	2	3	4	5	6	R
Estado actual	industria alimentaria actual (buffer 500m)	1	1	1	1	1	2	2	0.21
USV	suelo artificializado	2	1	1	1	1	1	2	0.18
Vías de comunicación	carreteras	3	1	1	1	1	1	1	0.16
Áreas núcleo	exclusión de las áreas núcleo	4	1	1	1	1	1	1	0.16
Inundabilidad	áreas no inundables a 5m	5	0.5	1	1	1	1	1	0.15
USV	exclusión de superficie forestal	6	0.5	0.5	1	1	1	1	0.13
			5	5.5	6	6	7	8	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 11 (312.11) Aptitud para industria alimentaria.



Simbología básica

- localidades mayores a 1000 habitantes
- ⊙ cabecera municipal
- ▭ limite municipal

Simbología temática

- ▭ sin aptitud
- ▭ baja
- ▭ media
- ▭ alta



Fuente: Elaboración propia

Minería no metálica

La minería no metálica es aquella que se realiza con fines de extracción de recursos minerales que pueden ser transformados para usos industriales, agrícolas o con fines para la construcción. La minería no metálica en Tuxtepec se refiere a la extracción de materiales para la construcción y el aprovechamiento de arcillas, que se aprovechan cerca de Santa Teresa Papaloapan.

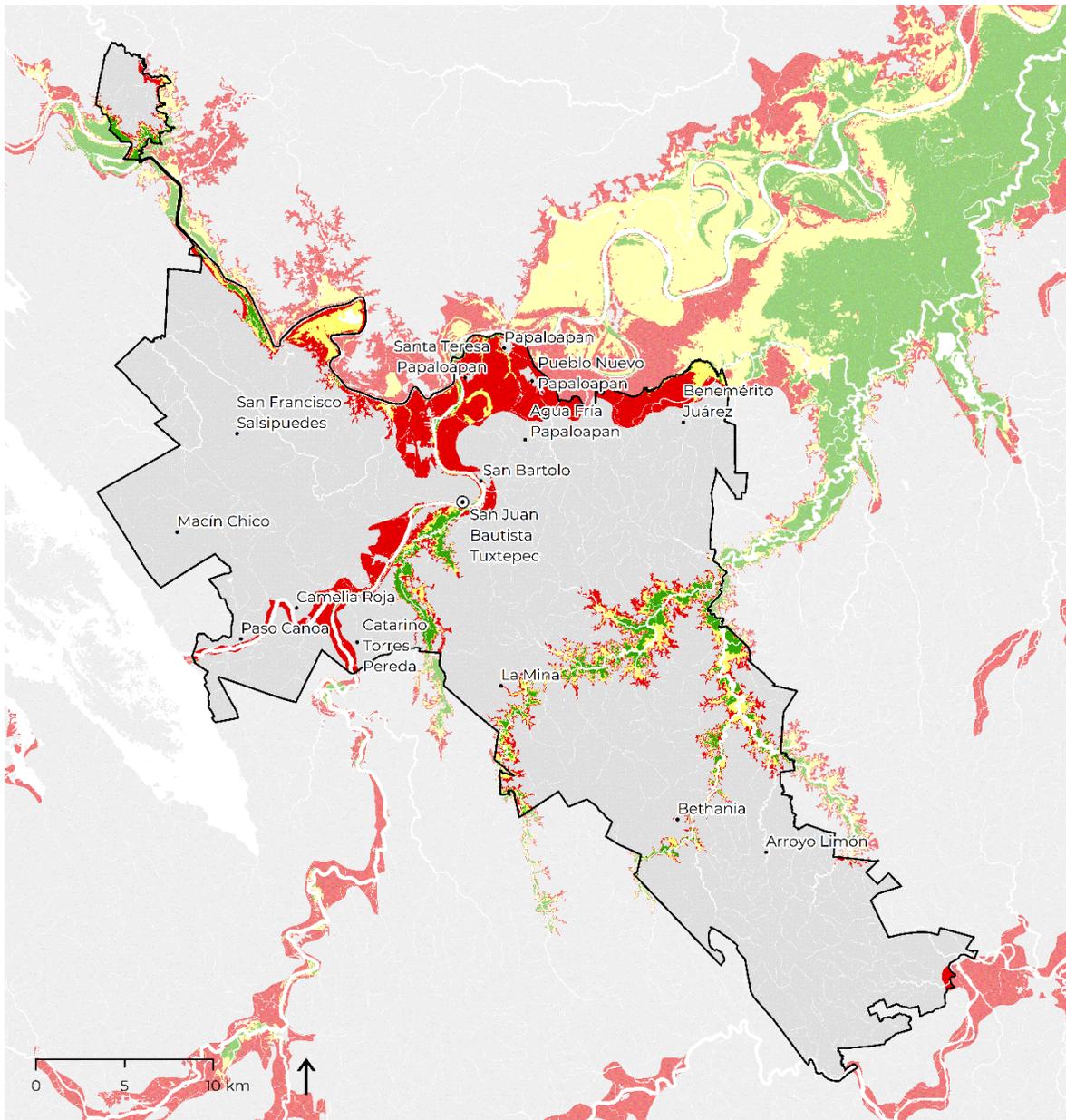
Cabe señalar que la minería no metálica no es un sector económico relevante en Tuxtepec, ya que el aprovechamiento ocurre en pequeña escala y acorde a necesidades locales. No obstante, considerando los posibles efectos negativos hacia el capital natural se consideró necesario evaluar la aptitud para la actividad. Para ello se consideraron los suelos aluviales, por lo que las áreas de aptitud para la actividad se ubicaron en los márgenes de los principales embalses del municipio.

Tabla 12 (312.12) Criterios para el sector minería no metálica.

Minería no metálica		1 a 6						R	
		Atr	1	2	3	4	5		6
USV	exclusión de cuerpos de agua y ríos	1	1	1	2	2	2	0.23	
Inundabilidad	áreas no inundables a 1m	2	1	1	1	2	2	0.20	
Inundabilidad	áreas no inundables a 3m	3	1	1	1	1	2	0.18	
Inundabilidad	áreas no inundables a 5m	4	0.5	1	1	1	2	0.16	
Litología	suelo aluvial	5	0.5	0.5	1	1	1	0.13	
USV	exclusión de suelo artificializado	6	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.10	
			4.5	5	5.5	6.5	8	10	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Mapa 12 (312.12) Aptitud para el sector minería no metálica.



Simbología básica

- localidades mayores a 1000 habitantes
- ⊙ cabecera municipal
- ▭ limite municipal

Simbología temática

- sin aptitud
- baja
- media
- alta

Fuente: Elaboración propia

3.2. Conflictos ambientales

El análisis de aptitud presentado en la sección anterior, debe interpretarse como una herramienta auxiliar para el diseño de las estrategias y políticas de manejo territorial de la zona en estudio. Cada uno de los mapas muestra el posible éxito para una actividad en específico, en caso de que cada una de ellas se instrumentara de manera individual.

Sin embargo, el mismo territorio es aprovechado por diferentes sectores en un esquema de uso múltiple. Debe considerarse que las diferentes actividades económicas pueden generar sinergias, al ser compatibles o complementarias entre sí, pero en algunos casos pueden establecer usos competitivos o antagónicos, que provocarán problemas socioambientales o impulsarán el cambio de uso y cobertura del suelo.

Dentro del presente análisis se desarrollaron dos ejercicios, el primero que permitió identificar el número de sectores interesados en desarrollarse en un mismo territorio (análisis cuantitativo) y el segundo otorgarles un valor y así poder determinar que sectores son compatibles, tolerantes e incompatibles (análisis cualitativo), lo que complica la toma de decisiones y los hace más vulnerables ante el mal aprovechamiento del mismo. No obstante, el número de sectores no siempre refleja la gravedad del conflicto probable en la zona en estudio.

Fotografía 1 (32.1) Plantaciones de limón en laderas.



Fuente: Propia, trabajo de campo

3.2.1 Sectores potenciales en conflicto

Para la zona en estudio, se definieron doce sectores económicos: (1)caña de azúcar, (2)plátano, (3)piña, (4)limón, (5)ganadería/pastos, (6)apicultura, (7)hule, (8)minería no metálica, (9)turismo de naturaleza, (10)turismo cultural-religioso, (11)industria alimentaria y (12)asentamientos humanos y se sumaron la presencia de selva y de cuerpos de agua, que aunque no son cuerpos de agua, representan los principales elementos naturales.

A partir de la información generada en los apartados anteriores, se analizó la relación de los sectores en función a su compatibilidad. Con la información se elaboró una matriz que expresa los posibles conflictos entre los sectores. Dicha matriz condensa los conflictos encontrados desde etapas como la caracterización, los talleres de participación social y las mesas de trabajo, y la sobreposición de los mapas de aptitud de los diferentes sectores productivos.

Para la realización del análisis de los conflictos se consideró conveniente agruparlos en tres grupos.

Sectores incompatibles: la incompatibilidad de los usos actuales con los de la mayor aptitud del territorio, hacen que estas prácticas sean insostenibles y que presenten serios riesgos de degradación ambiental y erosión de suelos.

Sectores tolerantes: no existe coincidencia con las aptitudes presentes, sin embargo, la similitud del uso actual con las diferentes aptitudes reduce el nivel de conflicto.

Sectores compatibles: el uso actual es compatible con una de las aptitudes potenciales del territorio, pero no el óptimo desde el punto de vista ambiental, o bien, se podría producir un efecto de asociación entre los sectores en beneficio del territorio y de los mismos.

El análisis de los conflictos sectoriales involucra la evaluación de la compatibilidad entre los diferentes sectores, es decir, la posibilidad de que dos o más sectores ocupen un mismo territorio y se desarrollen sin comprometer el desarrollo del otro. La tabla 32.1, muestra cada una las relaciones que existen entre los sectores, así como la evaluación cuantitativa.

El cálculo del valor relativo del conflicto se puede observar en la tabla 32.2. Se refiere a la probabilidad de que un sector, ejerza presión sobre otro (horizontal) o sufra presión por otros sectores (vertical). Con la suma de los diferentes tipos de interacciones, se, calculó el porcentaje de cada interacción, obteniendo el grado de conflicto.

De manera muy sucinta se concluye que, en San Juan Bautista Tuxtepec, existe una alta complementariedad entre los sectores, dado que el conflicto es bajo. Esto indica que con la aplicación de los marcos normativos existentes en materia de regulación de uso de suelo se puede lograr que todos los sectores se establezcan de acuerdo con la aptitud del suelo y sus actividades pueden ser en su totalidad tolerantes-compatibles.

Tabla 13 (32.1) Resumen de valores asignados a cada combinación entre sectores

Sector	Valor relativo del conflicto	Valor del conflicto en %
Caña de azúcar	6.3	16.62
Plátano	0.7	1.85
Piña	2.2	5.80
Limón	6.1	16.09
Ganadería/pastos	4.8	12.66
Apicultura	1.5	3.96
Hule	2.6	6.86
Cuerpos de agua	1.1	2.90
Minería no metálica	2	5.28
Turismo de naturaleza	1.5	3.96
Turismo cultural	0.5	1.32
Selva	0.4	1.06
Industria alimentaria	2.6	6.86
Asentamientos humanos	5.6	14.78
Valor relativo del conflicto		
De 0.4 a 1.5	Bajo	
De 2.0 a 2.6	Medio	
De 4.8 a 6.3	Alto	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14 (32.2) Análisis de la compatibilidad de los diferentes sectores y actividades incidentes en el territorio

		MATRIZ CUANTITATIVA DE COMPATIBILIDAD ENTRE SECTORES														SECTORES INCOMPATIBLES	SECTORES TOLERANTES	SECTORES COMPATIBLES
		Caña De Azúcar	Plátano	Piña	Limón	Ganadería/Pastos	Apicultura	Hule	Cuerpos De Agua	Minería No Metálica	Turismo De Naturaleza	Turismo Cultural	Selva	Industria Alimentaria	Asentamientos			
		SECTORES Y SUBSECTORES IMPACTADOS																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1	Caña de azúcar	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	6	0	7	
2	Plátano	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
3	Piña	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	10	
4	Limón	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	6	6	1	
5	Ganadería/pastos	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	4	4	5	
6	Apicultura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	12	
7	Hule	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	10	
8	Cuerpos de agua	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	12	
9	Minería no metálica	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	0	11	
10	Turismo de naturaleza	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	11	
11	Turismo cultural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13	
12	Selva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	
13	Industria alimentaria	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	11	
14	Asentamientos humanos	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	5	0	8	
		VALORES TOTALES														28	17	137

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15 (32.3) Valores asignados a cada combinación entre sectores.

			MATRIZ CUANTITATIVA DE COMPATIBILIDAD ENTRE SECTORES														VALOR RELATIVO DEL CONFLICTO	VALOR DEL CONFLICTO EN %
			Caña de azúcar	Plátano	Piña	Limón	Ganadería/pastos	Apicultura	Hule	Cuerpos de agua	Minería no metálica	Turismo de naturaleza	Turismo cultural	Selva	Industria alimentaria	Asentamientos humanos		
			SECTORES Y SUBSECTORES IMPACTADOS															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1	SECTORES Y SUBSECTORES QUE IMPACTAN	Caña de azúcar		0.3	0.2	0.2	0.7	1	0.8	1	0	0	0	1	0.1	1	6.3	16.62
2		Plátano	0.2		0.1	0	0	0.1	0	0	0	0.2	0	0	0.1	0	0.7	1.85
3		Piña	0.6	0.4		0	1	0	0	0	0	0.1	0	0	0.1	0	2.2	5.80
4		Limón	1	0.3	0		1	1	1	0.6	0	0.1	0	1	0.1	0	6.1	16.09
5		Ganadería/pastos	0.8	0.6	0.4	0.4		1	0	1	0	0.5	0	1	0.1	0	5.8	14.91
6		Apicultura	0.1	0.1	0	0.1	0.1		0	0	0	0	0	0	0.1	1	1.5	3.96
7		Hule	1	0	0	1	0.4	0		0	0	0.2	0	0	0	0	2.6	6.86
8		Cuerpos de agua	0	0	0	0	0	0	0		0.6	0.2	0	0	0.1	0.2	1.1	2.90
9		Minería no metálica	0	0	0	0	0	0	0	1		1	0	0	0	0	2	5.28
10		Turismo de naturaleza	0.5	0.1	0.1	0.1	0	0	0	0.1	0.6		0	0	0	0	1.5	3.96
11		Turismo cultural	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0.5	0.5	1.32
12		Selva	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0.2	0.4	1.06
13		Industria alimentaria	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.6	1	0	0	0	0		0.1	2.6	6.86
14		Asentamientos humanos	1	1	0	0	0.3	0	0	1	0.3	0	0	1	1		5.6	14.78
		VALORES TOTALES														38.90	100.00	

VALOR RELATIVO DEL CONFLICTO

DE 0.4 a 1.5

DE 2.0 A 2.6

DE 4.8 A 6.3

BAJO
MEDIO
ALTO

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Análisis de los conflictos posibles con sectores que afectan y los sectores que impactan

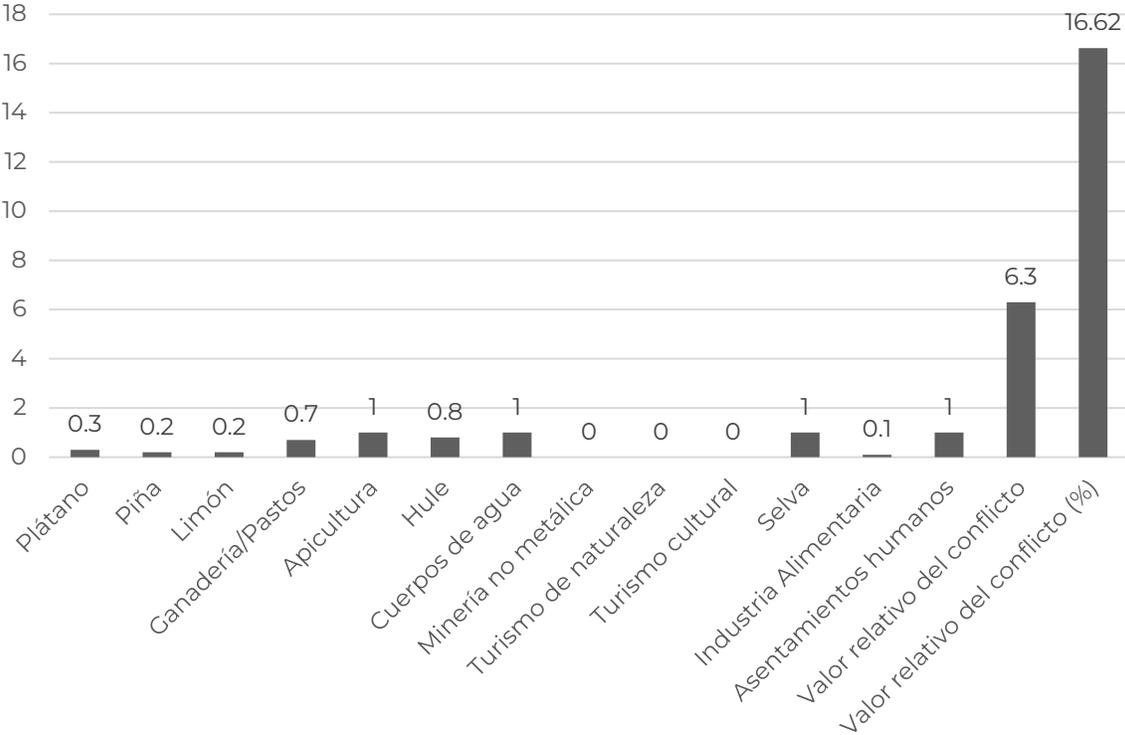
El análisis actual se fundamenta en la información recopilada en las tablas que asignan valores a las combinaciones de sectores incompatibles en San Juan Bautista Tuxtepec. La matriz de compatibilidades refleja tanto la compatibilidad como la incompatibilidad entre todos los sectores. Es importante destacar que algunos sectores, aunque sean incompatibles en teoría, no comparten los mismos espacios de desarrollo, lo que hace que los conflictos entre ellos sean poco probables o inexistentes. Por esta razón, estos sectores se excluyeron del análisis y solo se presentan aquellos con conflicto alto y medio.

Sectores con conflicto alto

Sector caña de azúcar

El sector caña de azúcar tiene conflicto con 7 sectores, lo que representa un valor relativo de 6.3 es decir aporta 16.6 % de los conflictos en el municipio. Las plantaciones de caña afectan de manera importante a los sectores: ganadería/pastos, apicultura, hule, cuerpos de agua, selva, y asentamientos humanos. Durante las mesas de trabajo se identificó al sector de caña como responsable de la pérdida de cultivos básicos como el maíz, frijol, chile y cacao.

Gráfica 1 (322.1) Valoración del conflicto del sector caña de azúcar, con el resto de los sectores



Fuente: Elaboración propia con base en mapas de aptitud.

Ganadería/pastos: El sector azucarero impacta a la ganadería y la producción de pastos, ya que cuando el sector ganadero no resulta rentable, suele llevarse a cabo una conversión productiva hacia el cultivo de caña de azúcar. Esto conlleva a una reducción significativa en la superficie destinada a la ganadería y la producción de pastos.

Apicultura: Este sector se ve afectado por el sector de la caña de azúcar debido a que la aplicación de agroquímicos como herbicidas, insecticidas y fungicidas tiene un impacto significativo en la apicultura. Por ejemplo, la aplicación de herbicidas reduce la flora arvense que las abejas utilizan para su alimentación y producción de miel, el uso de insecticidas provoca la muerte directa de las abejas recolectoras y la utilización de fungicidas afecta la calidad de la miel. Los apicultores experimentan una disminución en su capacidad para producir miel en términos de calidad y cantidad, lo que tiene un efecto directo en su economía.

Cuerpos de agua: Debido a la aplicación de agroquímicos como herbicidas, insecticidas y fungicidas empleados en el cultivo de la caña de azúcar tiene un impacto significativo en los cuerpos de agua, debido a que estos son arrastrados por los escurrimientos durante la época de lluvias y depositados en los cuerpos de agua, disminuyendo su calidad.

Hule: El cultivo de la caña impacta al sector, ya que cuando el sector hule no resulta rentable, suele llevarse a cabo una conversión productiva hacia el cultivo de caña de azúcar. Esto conlleva a una reducción significativa en la superficie destinada al cultivo del hule.

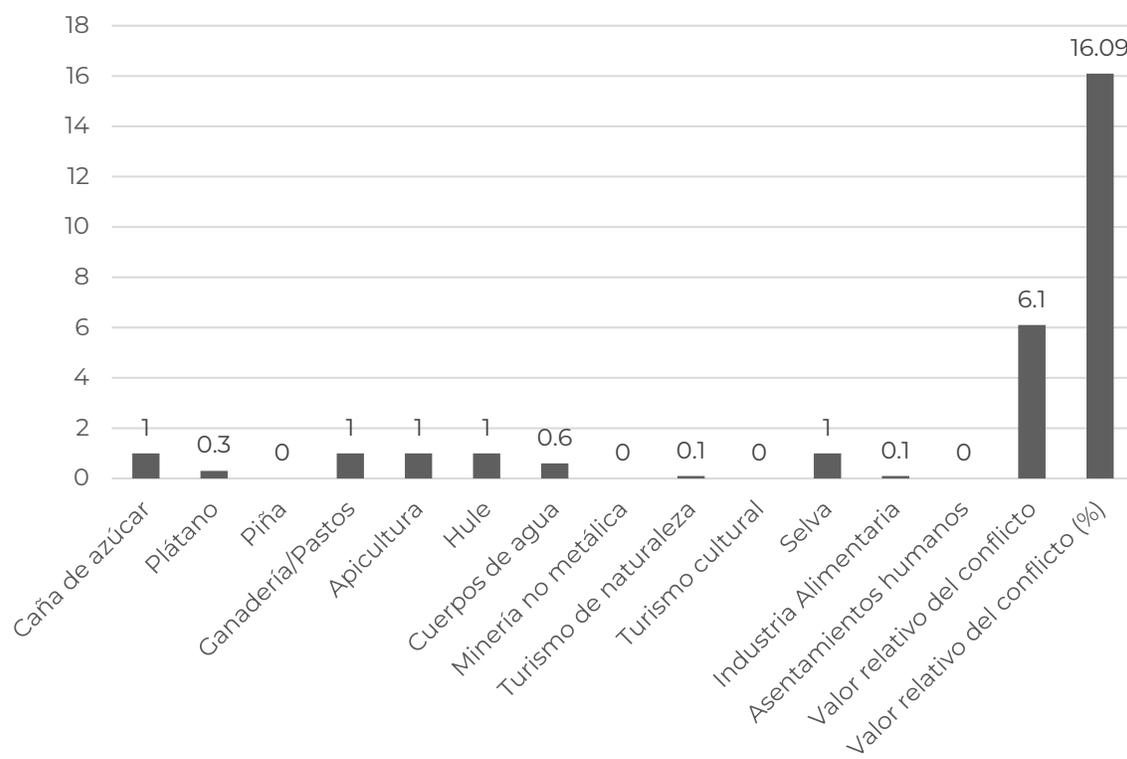
Selva: En las áreas cubiertas con selvas perturbadas (vegetación secundaria) y suelos planos pueden ser desplazadas eventualmente para el cultivo de la caña de azúcar.

Asentamientos humanos: Cuando se efectúa la quema de caña, se produce una contaminación en la cual se puede observar una lluvia de partículas y cenizas volátiles acompañadas de humo y gases no visibles que afectan la calidad del aire en los asentamientos humanos. También se mencionan los conflictos sociales por los métodos de cosecha.

Limón

El sector limón afecta de manera importante a los sectores: Ganadería/pastos, apicultura, hule y selva. Aporta con el 16.09 % de los conflictos sectoriales. A pesar de que el cultivo, tradicionalmente se trataba como agroforestal, se detectó que puede tender a incrementar su superficie de producción desplazando a otros cultivos, a partir de ello se enlistan los siguientes conflictos.

Gráfica 2 (322.2) Valoración del conflicto del sector limón



Fuente: Elaboración propia con base en mapas de aptitud.

Caña de azúcar: El cultivo del limón impacta al sector caña de azúcar, ya que cuando el sector caña de azúcar no resulta rentable, suele llevarse a cabo una conversión productiva hacia el cultivo de limón. Esto conlleva una reducción en la superficie destinada al cultivo de caña de azúcar.

Ganadería/pastos: El sector limón impacta a la ganadería y la producción de pastos, ya que cuando el sector ganadero no resulta rentable, suele llevarse a cabo una conversión productiva hacia el cultivo de limón. En la actualidad, esto conlleva a una reducción moderadamente significativa en la superficie destinada a la ganadería y la producción de pastos.

Apicultura: Este sector afecta a la apicultura debido a la aplicación de agroquímicos como herbicidas, insecticidas y fungicidas que en suma tiene un impacto significativo en la apicultura, debido a que los apicultores experimentan una disminución en su capacidad

para producir miel en términos de calidad y cantidad, lo que tiene un efecto directo en su economía.

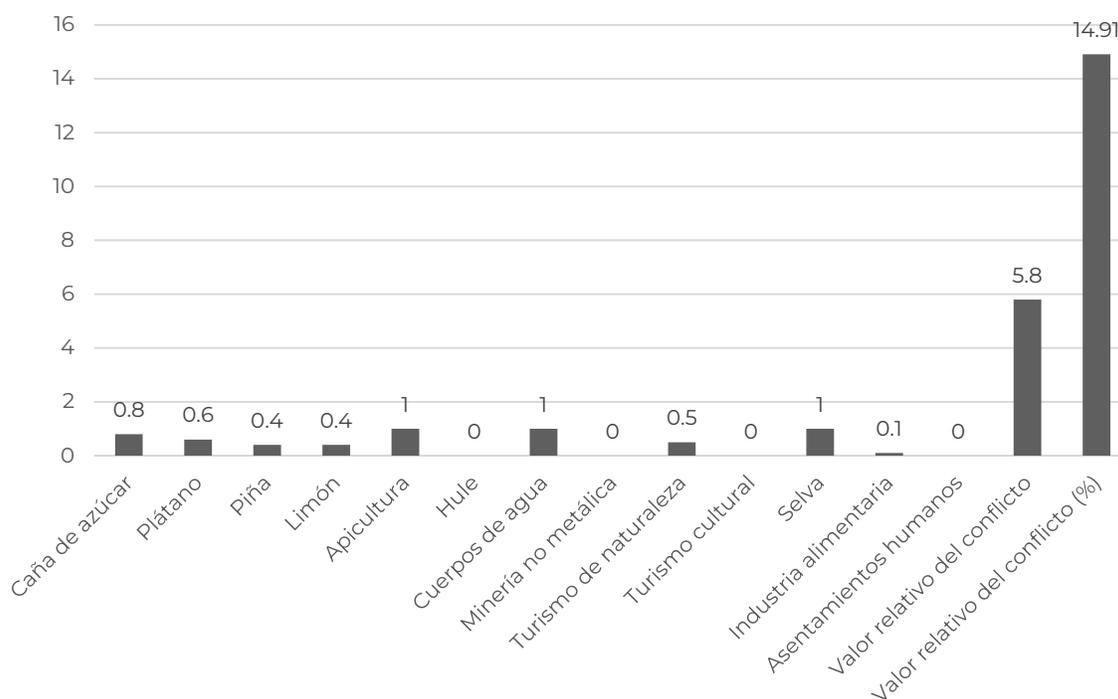
Hule: El cultivo del limón impacta al sector hule, ya que cuando el sector hule no resulta rentable, suele llevarse a cabo una conversión productiva hacia el cultivo de limón. Esto conlleva a una reducción significativa en la superficie destinada al cultivo del hule.

Selva: En las áreas cubiertas con selvas perturbadas (vegetación secundaria), lomeríos bajos y con suelos kársticos la vegetación es desplazada para el cultivo del limón.

Ganadería y pastos

La ganadería tiene conflicto con tres sectores, la apicultura, la selva y los cuerpos de agua. Representa al 14.91% de los conflictos.

Gráfica 3 (322.3) Valoración relativo del conflicto del sector Ganadería y pastos.



Fuente: Elaboración propia con base en mapas de aptitud.

Caña de azúcar: La ganadería y pastos impacta al sector caña de azúcar, ya que cuando el sector caña de azúcar no resulta rentable, suele llevarse a cabo una conversión productiva hacia el establecimiento de la ganadería y pastos. Esto conlleva una reducción en la superficie destinada al cultivo de caña de azúcar.

Apicultura: El sector ganadería y pastos afecta a la apicultura debido a la aplicación de agroquímicos principalmente herbicidas que tiene un impacto significativo en la apicultura, debido a que los apicultores experimentan una disminución en su capacidad para producir miel debido a la disminución de la flora melífera en los potreros.

Cuerpos de agua: Los cuerpos de agua se ven afectados por la ganadería y pastos debido a que propician la erosión del suelo en los potreros y el cual durante la época de lluvias

este es arrastrado a los cuerpos de agua provocando su azolve y disminución en la calidad del agua.

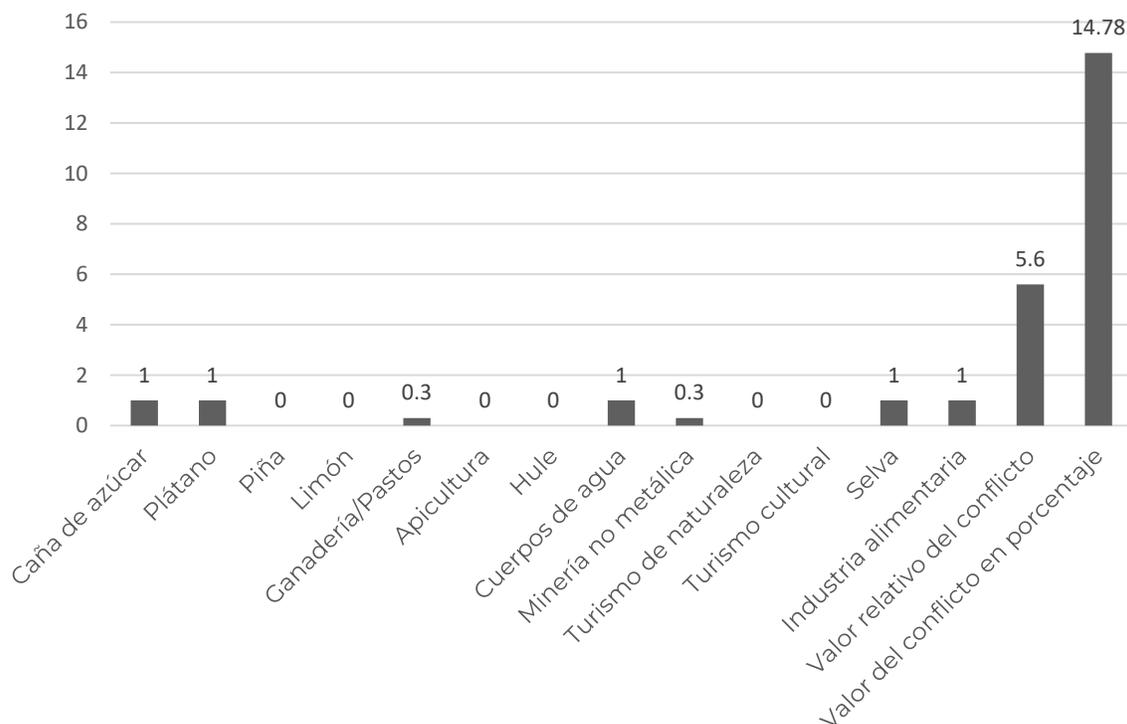
Selva: La expansión de los potreros conlleva a una reducción de las áreas cubiertas por selva secundaria y en otros casos se lleva a cabo una ganadería transeúnte dentro de dicho ecosistema que en suma afecta la diversidad florística de este ecosistema selvático.

Por último, la competencia por la tierra entre la ganadería y la agricultura genera conflictos. La expansión de la agricultura lleva a la conversión de pastizales en tierras de cultivo, reduciendo así la disponibilidad de pasto para el ganado. Otro conflicto que considerar es la sobreexplotación de pastizales que puede agotar los recursos naturales y llevar a la degradación del suelo.

Asentamientos humanos

El sector asentamientos humanos, establece 14.78 % de conflictos, principalmente al plátano, cuerpos de agua, selva e industria alimentaria.

Gráfica 4 (322.4) Valoración relativo del conflicto del sector asentamientos humanos.



Fuente: Elaboración propia con base en mapas de aptitud.

Los sectores: Caña de azúcar, plátano y selva: los asentamientos humanos tienen impacto negativo en dichos sectores, ya que estos han experimentado la pérdida de superficie cultivable debido a los procesos de urbanización. Este crecimiento ha llevado a la conversión de tierras agrícolas en áreas urbanas, lo que ha reducido la disponibilidad de terrenos para la producción de caña de azúcar y plátano, así como una disminución en la superficie cubierta por selva principalmente vegetación de tipo secundaria.

Cuerpos de agua: Los asentamientos humanos son la principal fuente de contaminación de los cuerpos de agua, debido a la descarga de aguas residuales sin el tratamiento correspondiente.

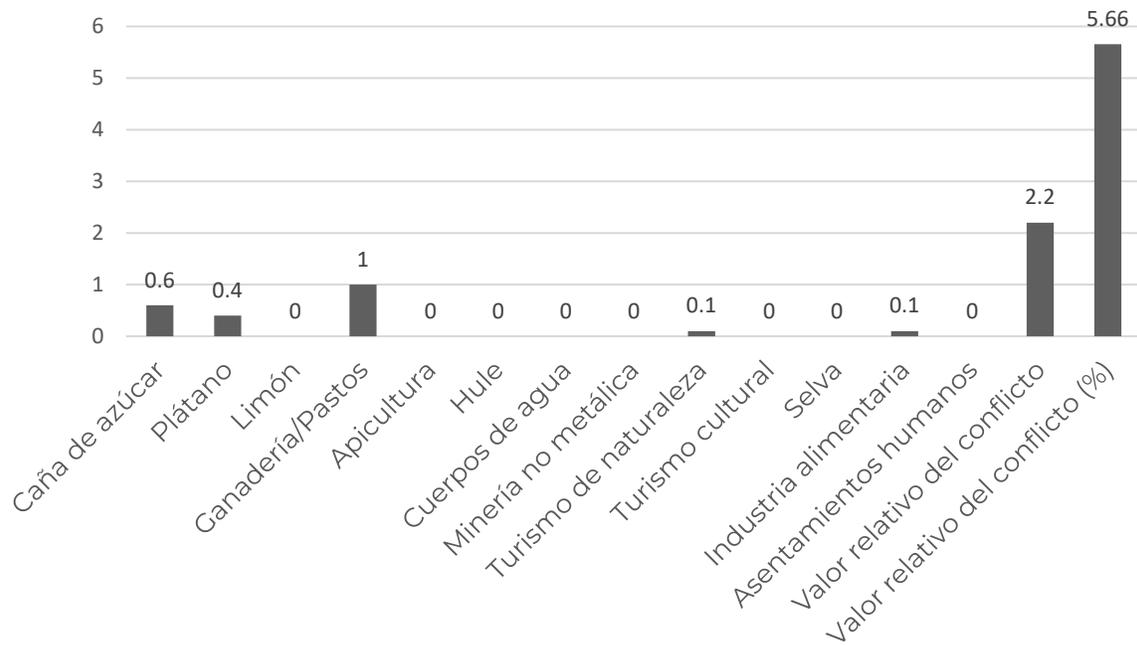
Industria alimentaria: se impacta a la industria alimentaria, ya que la presencia de vivienda en áreas cercanas a la industria incrementa el valor del suelo para el establecimiento de otras industrias.

Sectores en conflicto con valor medio

Piña

El cultivo de piña tiene conflicto con la ganadería, debido a que esta última podría ejercer presión sobre el sector, no obstante, tal como se mencionó en la caracterización el cultivo de piña, esta se localiza en una región bien diferenciada de Tuxtepec.

Gráfica 5 (322.5) Valoración relativo del conflicto del sector Piña.



Fuente: Elaboración propia con base en mapas de aptitud.

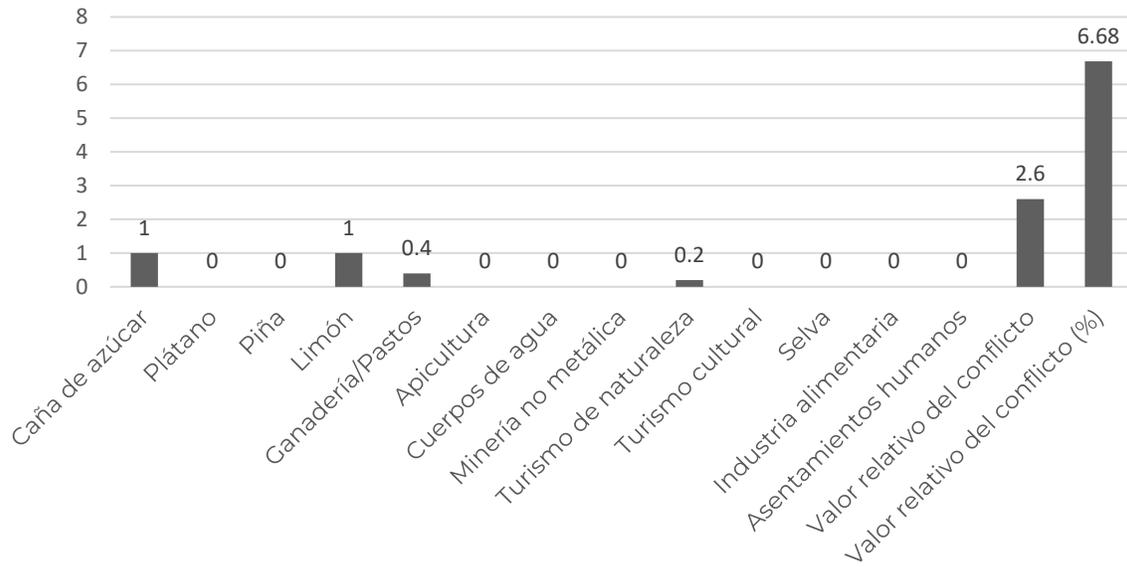
Hule

El sector hule se ve afectado por la caña de azúcar y el limón, debido a que las plantaciones son substituidas por caña y limón; este escenario podría cambiar si se logra que las unidades de producción tengan módulos de transformación de materia prima, se pueda integrar como sistema de policultivo con otros productos y exista más acceso a la capacitación técnica.

Industria alimentaria

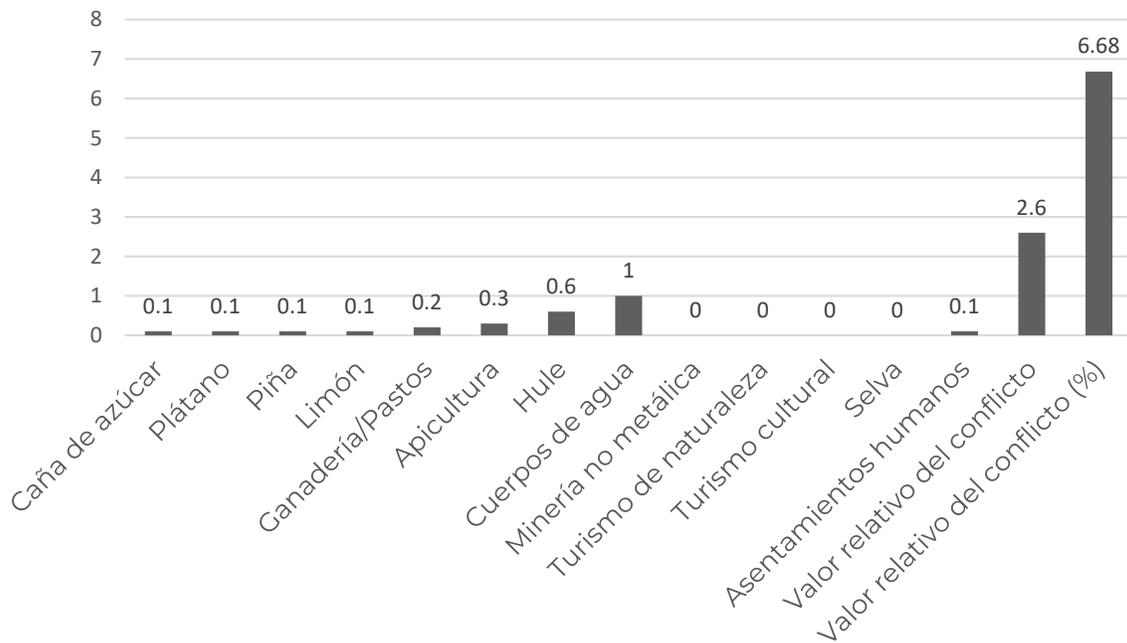
Durante las mesas de trabajo sectorial se identificó al sector como impactante sobre la calidad del agua, por las descargas ricas en materia orgánica que contribuyen con la eutrofización de los diferentes ríos. Asimismo, el sector se ve impactado por el crecimiento urbano y presenta algunos problemas relacionados con los problemas en los sindicatos y por agrupaciones ambientalistas, que buscan mejores procesos de producción.

Gráfica 6 (322.6) Valoración relativo del conflicto del sector Hule.



Fuente: Elaboración propia con base en mapas de aptitud

Gráfica 7 (322.7) Valoración relativo del conflicto del sector industria alimentaria



Fuente: Elaboración propia con base en mapas de aptitud.

Consideraciones generales

Actualmente tanto las actividades agropecuarias como los asentamientos humanos y la industria contribuyen con la contaminación del agua, que es el principal problema socioambiental de Tuxtepec. Esto ha ocurrido por una inadecuada gestión del agua, por ejemplo no existen plantas de tratamiento de aguas residuales y no hay sistemas de drenaje eficientes. A lo largo de la cuenca se observan comunidades asentadas en las orillas de los ríos, mismas que vierten sus desechos directamente al río y carecen de eficaces sistemas de disposición de los residuos sólidos.

Finalmente, los cambios de uso de suelo para incrementar las actividades ganaderas y agrícolas han ocasionado un aumento de nutrientes y de sedimentos que van a parar a afluentes, embalses y cuerpos de agua ocasionando importantes problemas de contaminación, pérdida de biodiversidad acuática y azolvamiento.

Otros conflictos señalados durante las mesas de trabajo corresponden a la necesidad de políticas para el comercio de productos como el plátano, y el limón. O bien la presencia de instrumentos de certificación para los diferentes productos que pueda acompañarse de capacitación técnica y el establecimiento de estructuras para generar valor agregado a la producción.

3.3. Identificación de áreas a preservar, proteger o restaurar

En esta sección se retoman las características del componente natural, para identificar aquellas porciones del territorio que deberán ser preservadas, protegidas o restauradas. Para definir cada una de las acciones de manejo del territorio se consideró:

- Protección y preservación: incluyen a aquellas áreas que funcionan como hábitat para la biodiversidad y son fundamentales para que los ecosistemas provean el conjunto de servicios ecosistémicos. Dado que en San Juan Bautista Tuxtepec no existen polígonos de Áreas Naturales Protegidas ni áreas destinadas voluntariamente a la conservación, se identificaron aquellas porciones del municipio con fragmentos de ecosistemas de mayor tamaño de manera que se posibilite el mantenimiento de las poblaciones de organismos nativos. También se analizaron las áreas de distribución potencial para las especies incluidas en las diferentes categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Lista Roja y el convenio CITES II.
- Áreas de restauración: son las superficies que presentan signos de degradación, entre los que se destacan procesos de fragmentación de selvas, procesos de erosión del suelo y presencia de contaminantes.

En los siguientes apartados se presenta el diagnóstico de los elementos que integran la identificación de las tres áreas, y posteriormente se presentan dos mapas, el primero que indica la relevancia para la preservación y propuesta de protección, y el segundo que muestra el gradiente de degradación del territorio.

3.3.1. Distribución potencial de especies en categorías de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010)

México es un país que provee hábitat para numerosas especies, concentra a cerca del 70% de la diversidad mundial de especies y es considerado como centro de origen y dispersión, situándose como el décimo segundo país con mayor riqueza de especies. La presencia de áreas con alta diversidad es un indicativo del funcionamiento de los ecosistemas, ya que las especies forman parte fundamental de los ciclos biogeoquímicos y las redes tróficas del planeta.

En lo particular Oaxaca en conjunto con Chiapas concentran al 70 % de los registros de especies en el país. En Oaxaca se registran 309 especies de plantas vasculares, 3 112 especies de artrópodos y 1654 especies de vertebrados. Tal como se mencionó en el diagnóstico la riqueza de especies en Tuxtepec suma 1 106 especies, lo cual representa al 8.27 % de la riqueza del estado de Oaxaca.

Ahora bien, del universo total de especies resulta relevante la protección de aquellas especies cuyas poblaciones muestran una tendencia hacia la disminución. La disminución en las poblaciones de las especies ocurre por la desaparición de su hábitat, la sobreexplotación, efectos de contaminación, presencia de especies invasoras, y cambios en su distribución como efectos del cambio climático. En nuestro país las especies cuyas poblaciones declinan de manera alarmante se incluyen en cuatro categorías de riesgo incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Las categorías son:

- Probablemente extinta en medio silvestre (E), en la cual los ejemplares de vida libre han desaparecido.
- Peligro de extinción (P), cuyas poblaciones han disminuido de manera drástica por factores asociados con la destrucción del hábitat.
- Amenazadas (A), cuando las poblaciones podrían tener peligro de desaparecer si los procesos que las afectan se mantienen.
- Sujetas a protección especial, cuando las especies están en riesgo de ser amenazadas, por lo que es necesario realizar acciones que propicien la recuperación y conservación de sus hábitats y poblaciones.

Retomando la información de la caracterización en Tuxtepec se reportan 40 especies en categorías de riesgo, 4 mamíferos en peligro de extinción, 14 especies amenazadas y 22 sujetas a protección especial. Siendo las aves y los reptiles los que registran el mayor número de especies amenazadas con 11 y 12 especies respectivamente.

A continuación se presentan las listas de especies con registro en el municipio de Tuxtepec o en su ámbito cercano (70 km de radio). La consulta se realizó a los registros de la Información Global sobre Biodiversidad (GBIF) y el portal de Naturalista de CONABIO, de este último solo se consideraron los registros con nivel de calidad de investigación, para tener certeza de la confiabilidad de la información.

Tabla 16 (331.1) Número de especies enlistadas en categorías de riesgo

	En peligro de extinción		Sujetas a Protección Especial		
	P	Amenazadas	A	Pr	
Flora			6	4	10
Anfibios				2	2
Reptiles			3	8	11
Aves			5	7	12
Mamíferos	4			1	5
	4		14	22	40

Fuente: Elaboración propia con registros de Naturalista y GBIF

Tabla 17 (331.2) Especies de flora enlistadas en categorías de riesgo.

FAMILIA Y NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN
<i>Saurauia serrata</i> DC	Mameyito y níspero	Pr	En
<i>Yucca lacandonica</i> Gómez- Pompa & J. Valdes	Izote de árbol	A	En
<i>Astronium graveolens</i> Jacq	Gateolado, palo de fierro	A	
<i>Guatteria anomala</i> <i>Chamaedorea graminifolia</i> H.Wendl	Anona	A	VU
<i>Chamaedorea oblongata</i> Mart	Palma camedor fino	A	
<i>Oncidium ensatum</i> Lindl.	Palma camedor ancho	A	VU
<i>Specklinia fimbriata</i> (Ames & C.Schweinf) Solano		Pr	
<i>Vanilla planifolia</i> B.D. Jackson		Pr	
<i>Zamia loddigesii</i> Miq.	Palmita	A	

Fuente: Elaboración propia con datos de Naturalista y GBIF.

Tabla 18 (331.3) Herpetofauna enlistada en categorías de riesgo.

ORDEN/FAMILIA/ NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN
AMPHIBIA			
CAUDATA			
PLETHODONTIDAE			
<i>Bolitoglossa mexicana</i> Duméril, Bibron y Duméril, 1854		Pr	LC
HYLIDAE			
<i>Smilisca baudinii</i> (Duméril y Bibron, 1841)		Pr	LC
REPTILIA			
DERMATEMYDIDAE			
<i>Dermatemys mawii</i> Gray, 1847	Tortuga Blanca	Pr	
KINOSTERNIDAE			
<i>Kinosternon acutum</i>	Tortuga Pecho Quebrado de Tabasco	Pr	NT
CORYTOPHANIDAE			
<i>Corytophanes hernandezii</i> (Wiermann, 1831)		Pr	LC
EUBLEPHARIDAE			
<i>Coleonyx elegans</i> Gray, 1845		A	
IGUANIDAE			
<i>Ctenosaura acanthura</i> (Shaw, 1802)	Iguana de Cola Espinosa del Golfo	Pr	
<i>Iguana</i> Linnaeus, 1758	Iguana Verde	Pr	
COLUBRIDAE			
<i>Lampropeltis triangulum</i> Laccepede, 1788	Falsa coralillo real oriental estadounidense	A	
<i>Leptodeira annulata cussirilis</i> Duellman, 1958		Pr	
<i>Thamnophis cyrtopsis collaris</i> Kennicott, 1860	Culebra Lineada de Bosque	A	
ELAPIDAE			
<i>Micrurus diastema</i> Duméril, Bibron y Deméril, 1854	Serpiente Coralillo del Sureste	Pr	
CROCODYLIDAE			
<i>Crocodylus moreletti</i> Duméril y Duméril, 1851	Cocodrilo de Pantano	Pr	LC

Fuente: Elaboración propia con datos de Naturalista y GBIF.

Tabla 19 (331.4) Aves enlistadas en categorías de riesgo.

FAMILIA/	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059- SEMARNAT- 2010	UICN
ARDEIDAE	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza tigre mexicana	Pr	LC
FALCONIDAE	<i>Falco femoralis</i>		A	
	<i>Falco peregrinus</i>	halcón peregrino	Pr	LC
ICTERIDAE	<i>Psarocolius wagleri</i>	Oropéndola Cabeza Castaña	Pr	
PICIDAE	<i>Celeus castaneus</i>	Carpintero Castaño	Pr	
PSITTACIDAE	<i>Eupsittula nana</i>	Perico Pecho Sucio	Pr	VU
RAMPHASTIDAE	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán Pico Canoa	Pr	
	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán Pico Canoa	A	NT
STRIGIDAE	<i>Pulsatrix perspicillata</i>	Búho de Anteojos	A	
	<i>Strix nigrolineata</i>	Búho Blanquinegro	A	
TROCHILIDAE	<i>Chlorestes candida</i>	Colibrí Cándido		
TRIGLODYTIDAE	<i>Hylorchilus sumichrasti</i>	Cuevero de Sumichrast	A	NT
TROGONIDAE	<i>Trogon collaris</i>	Coa de Collar	Pr	

Fuente: Elaboración propia con datos de Naturalista y GBIF

Tabla 20 (331.5) Mastofauna enlistada en categorías de riesgo.

FAMILIA/NOMBRE CIENTÍFICO.	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN
MYRMECOPHAGIDAE				
<i>Tamandua mexicana</i> (de Saussure, 1860)	Oso hormiguero	P	III	LC
PHYLLOSTOMIDAE				
<i>Enchistenes hartii</i> (Thomas, 1892)	Murciélago frutero	Pr		LC
FELIDAE				
<i>Leopardus wiedii</i> ssp. <i>glaucus</i> (Nelson y Goldman, 1931)	Margay	P	I	
<i>Panthera onca</i> (Gray, 1857)	Jaguar	P	I	NT
PROCYONIDAE				
<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1766)	Coatí		III	
TAYASSUIDAE				
<i>Pecari tajacu humeralis</i> (Merriam, 1901)	Pecarí de Collar		II	
CUNICULIDAE				
<i>Cuniculus paca nelsoni</i> (Goldman, 1913)			III	
ATELIDAE				
<i>Ateles geoffroyi</i> ¹	Mono araña	P	II	EN

Fuente: Elaboración propia con datos de Naturalista y GBIF.

Para identificar las áreas de distribución potencial de las 40 especies, se identificó su información biológica y ecológica tanto en publicaciones científicas como en las fichas disponibles en Naturalista de CONABIO, con la información se elaboraron fichas técnicas que pueden consultarse en el anexo. La información recabada sirvió para asociar los ecosistemas que funcionan como hábitat para las especies, en la siguiente tabla se aprecia que en su mayoría (37 especies), se distribuyen en la Selva alta perennifolia, algunas de ellas amplían su ámbito hogareño y áreas de actividad hacia ecosistemas secundarios y pastizales, sin embargo, este tipo de vegetación no forma parte de su nicho fundamental. Se registraron seis especies acuáticas que se registran en el Río Papaloapan, las cuales corresponden a reptiles y anfibios.

Los registros de presencia de las especies en conjunto con la información del tipo de ecosistema, características climáticas, topografía y extensión de los rodales de zonas forestales, se introdujeron en Maxent para modelar las áreas de distribución potencial de los diferentes grupos de especies.

El patrón espacial de los registros muestra que la disponibilidad del hábitat se concentra en la porción noroeste y suroeste del municipio donde persisten las áreas núcleo de la selva alta perennifolia (ver análisis de fragmentación), también se aprecia que la fauna aprovecha el corredor formado por el Río Papaloapan, conectando la Sierra Norte con la

¹ En el caso del mono araña se trata de registros de distribución histórica, la especie no se distribuye actualmente en el municipio. Sin embargo por la importancia se considera en el modelo

Región de los Tuxtlas, esto a pesar de la urbanización de la cabecera municipal. Por lo que resulta prioritario garantizar la funcionalidad de corredor biológico, de manera que se mantenga el flujo de poblaciones y con ello se aseguren los procesos evolutivos de las diferentes especies. Esto es particularmente importante para los mamíferos

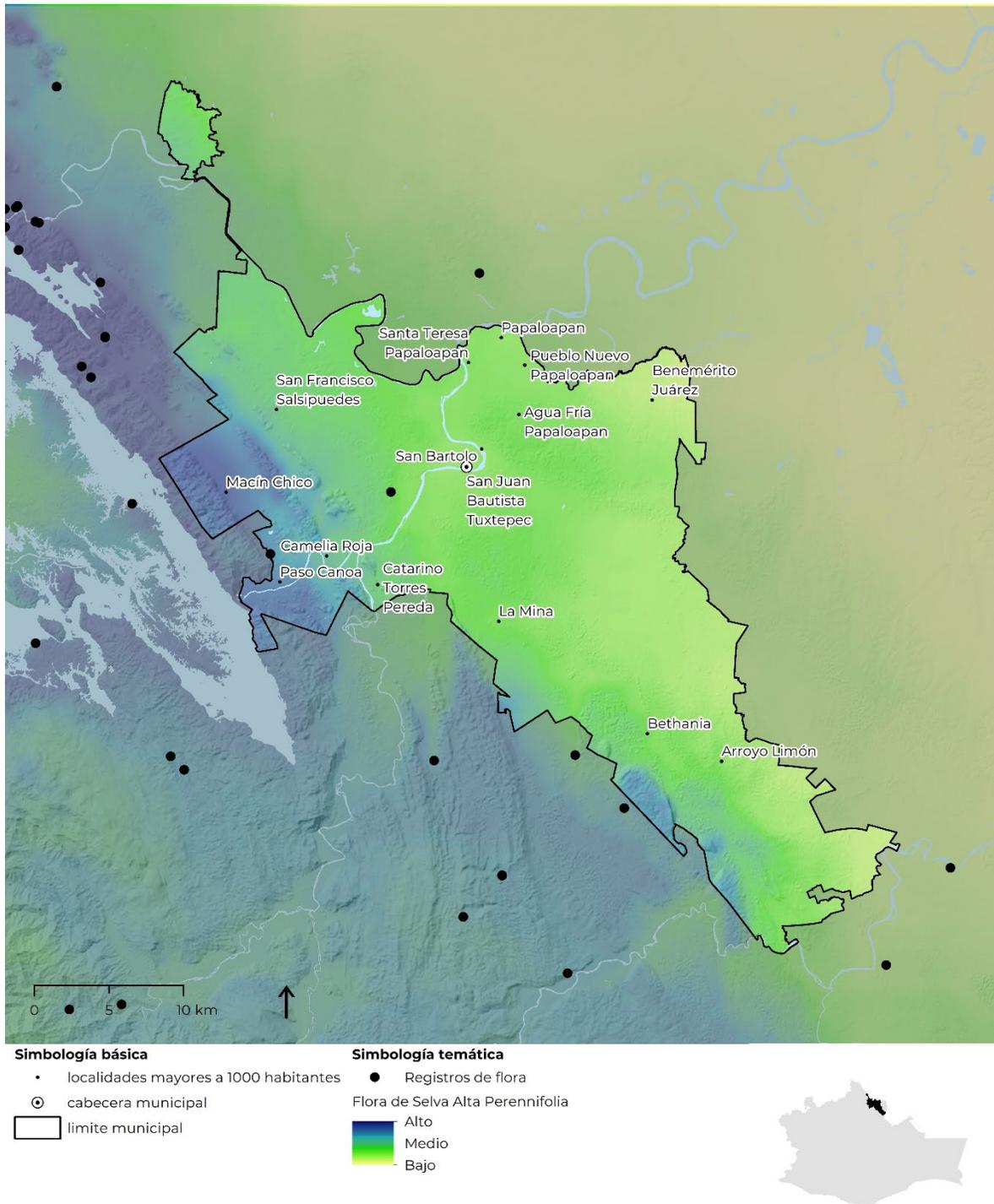
Resulta importante destacar que la distribución potencial de las especies es congruente con los sitios AICAS y los sitios prioritarios de conservación de la CONABIO, por lo que probablemente en el análisis posterior puedan ser categorizados como de alta aptitud para la protección.

Tabla 21 (331.6) Distribución potencial de especies reportadas en la NOM-059-SEMARNAT

Grupo/ecosistema	Especie	Selva alta	Pastizal	Riveras	Ríos	
Flora	<i>Saurauia serrata</i>	1				
	<i>Yucca lacandonica</i>	1	1			
	<i>Astronium graveolens</i>	1				
	<i>Guatteria anómala</i>	1				
	<i>Chamaedorea graminifolia</i>	1				
	<i>Chamaedorea oblongata</i>	1		1		
	<i>Oncidium ensatum</i>	1				
	<i>Specklinia fimbriata</i>	1				
	<i>Vanilla planifolia</i>	1				
	<i>Zamia loddigesii</i>	1				
Anfibios	<i>Bolitoglossa mexicana</i>	1				
	<i>Smilisca baudinii</i>	1	1		1	
Reptiles	<i>Kinosternon acutum</i>				1	
	<i>Dermatemys mawii</i>				1	
	<i>Kinosternon acutum</i>				1	
	<i>Corytophanes hernandesii</i>	1				
	<i>Coleonyx elegans</i>	1				
	<i>Ctenosaura acanthura</i>	1	1			
	<i>Iguana</i>	1	1	1		
	<i>Lampropeltis triangulum</i>	1	1			
	<i>Thamnophis cyrtopsis collaris</i>	1	1			
	<i>Leptodeira annulata cussirilis</i>	1	1			
	<i>Crocodylus moreletti</i>				1	
	<i>Micrurus diastema</i>	1	1			
	<i>Crocodylus moreletti</i>				1	
	Mamíferos	<i>Tamandua mexicana</i>	1			
		<i>Enchistenes hartii</i>	1			
		<i>Leopardus wiedii ssp. glauculus</i>	1		1	
<i>Panthera onca</i>		1		1		
Aves	<i>Ateles geoffroyi</i>	1				
	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	1	1			
	<i>Falco femoralis</i>	1	1			
	<i>Falco peregrinus</i>	1	1			
	<i>Psarocolius wagleri</i>	1	1			
	<i>Celeus castaneus</i>	1	1			
	<i>Eupsittula nana</i>	1	1			
	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	1				
	<i>Pulsatrix perspicillata</i>	1				
	<i>Strix nigrolineata</i>	1				
	<i>Chlorestes candida</i>	1				
	<i>Hylorchilus sumichrasti</i>	1				
	<i>Trogon collaris</i>	1				
			37	14	4	6

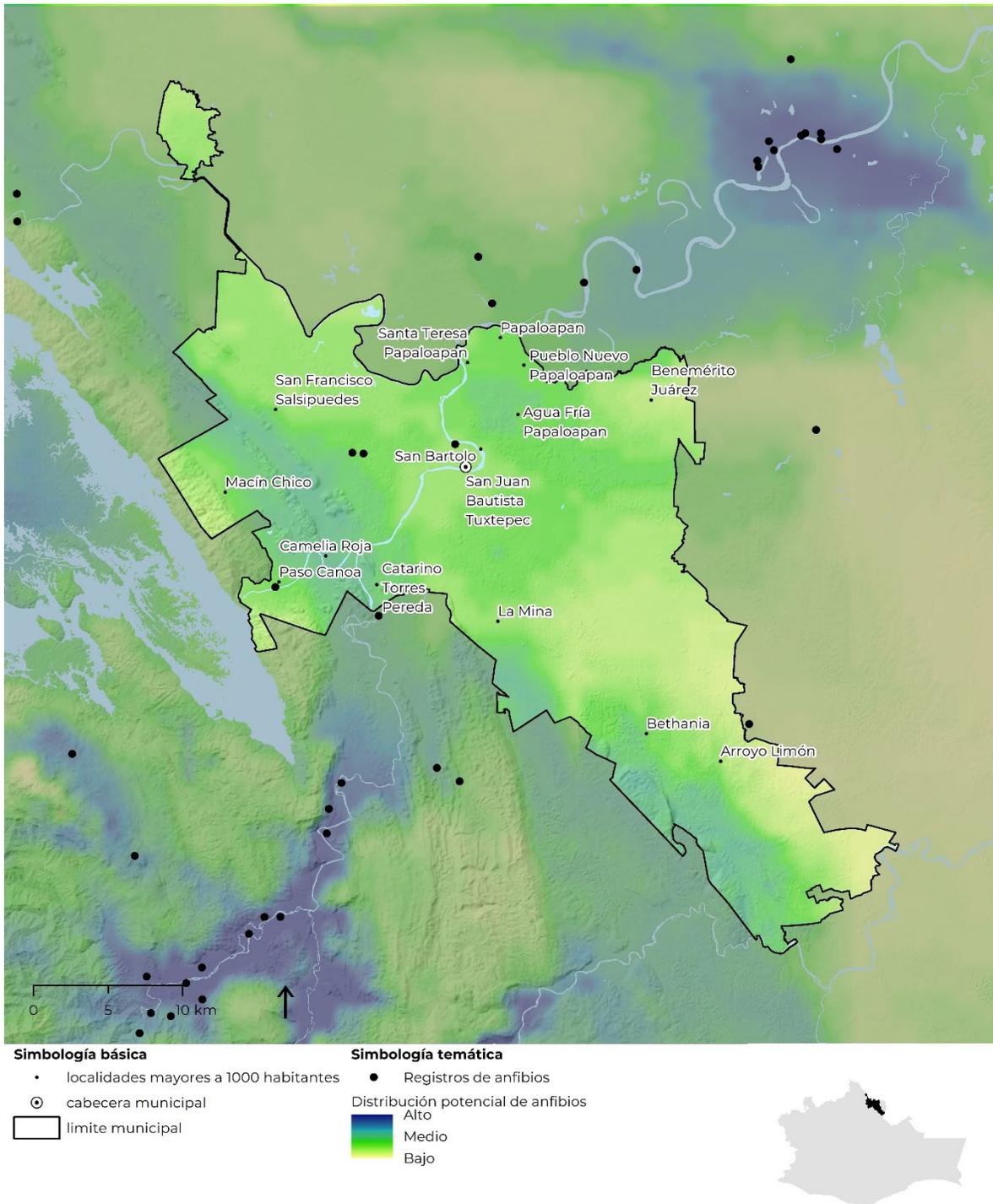
Fuente: Elaboración propia a partir de registros obtenidos en GBIF y Naturalista

Mapa 13 (333.1) Distribución potencial de las plantas presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010



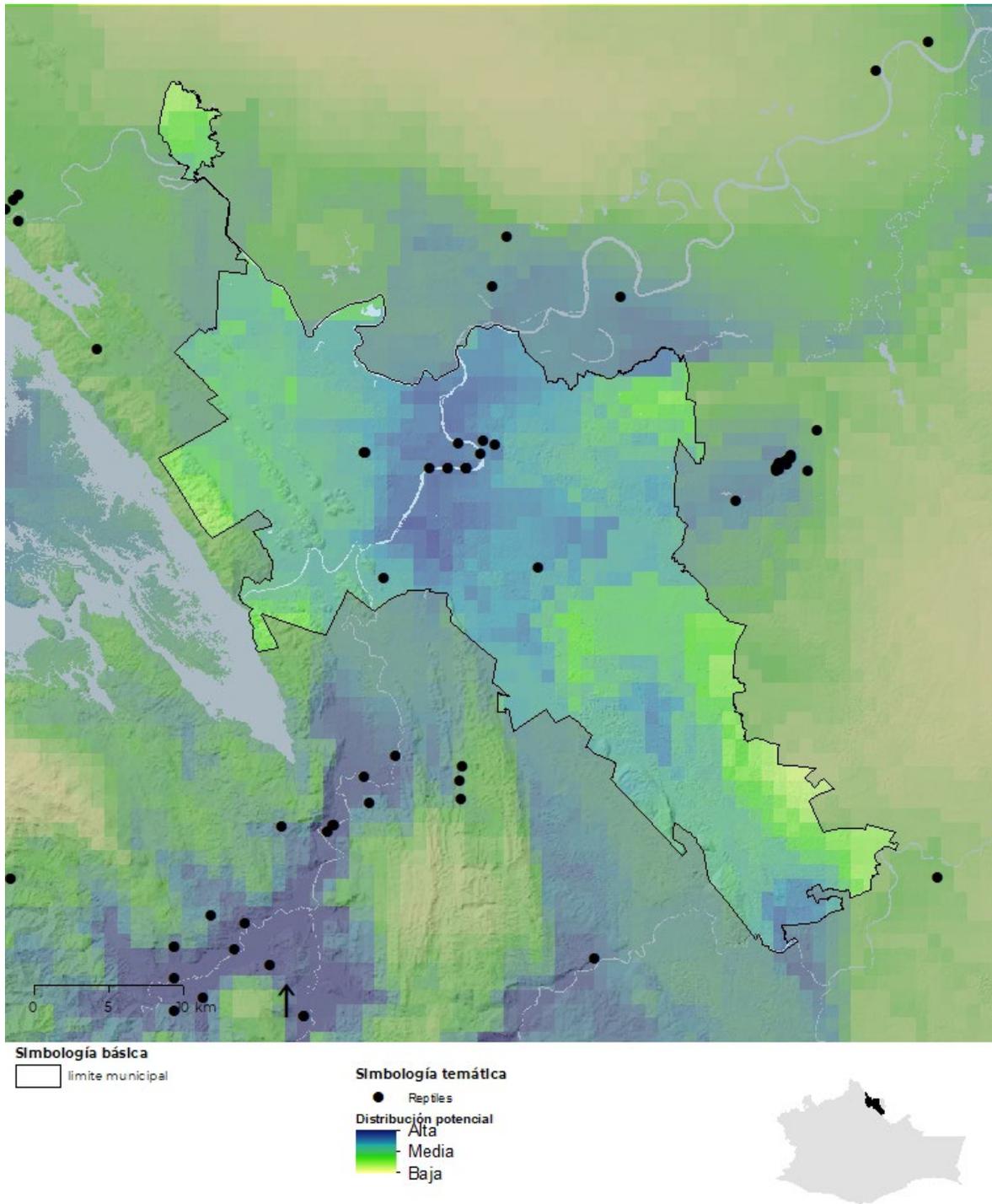
Fuente: Elaboración propia a partir de modelación de nicho ecológico utilizando Maxent

Mapa 14 (333.2) Distribución potencial de anfibios enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010



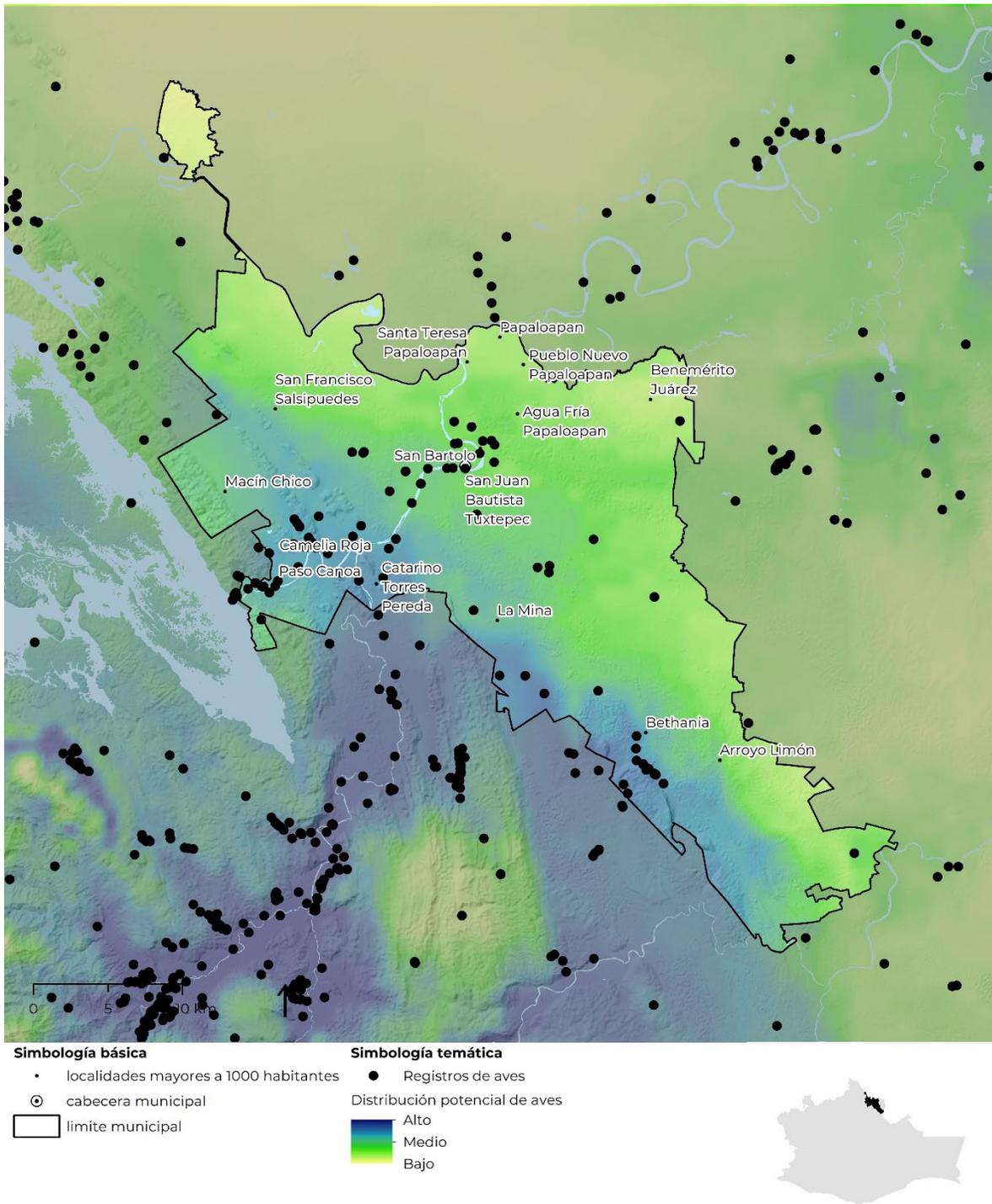
Fuente: Elaboración propia a partir de modelación de nicho ecológico utilizando Maxent

Mapa 15 (333.3) Distribución potencial de reptiles enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010



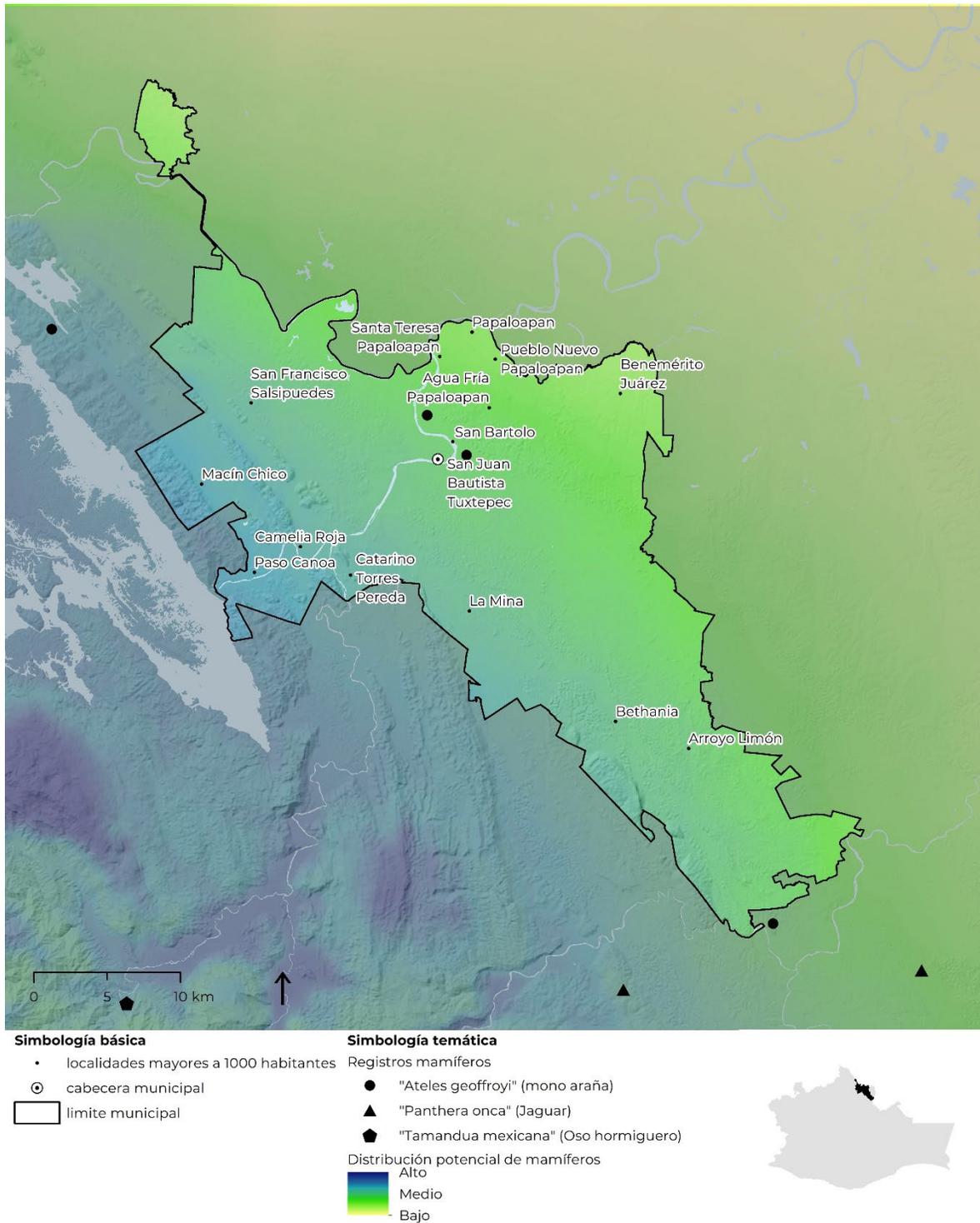
Fuente: Elaboración propia a partir de modelación de nicho ecológico utilizando Maxent

Mapa 16 (333.4) Distribución potencial de aves enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010



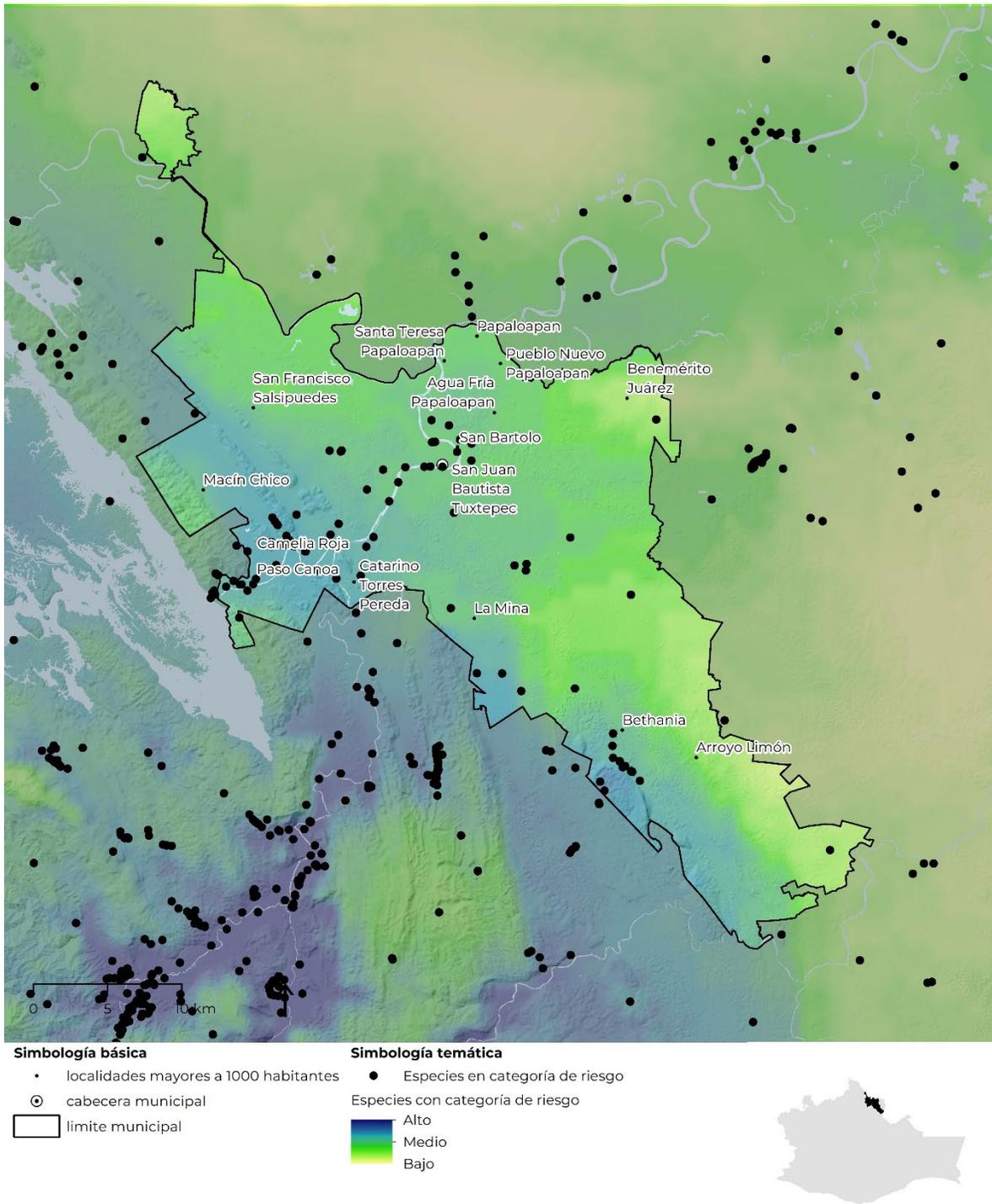
Fuente: Elaboración propia a partir de modelación de nicho ecológico utilizando Maxent

Mapa 17 (333.5) Distribución potencial de mamíferos enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010



Fuente: Elaboración propia a partir de modelación de nicho ecológico utilizando Maxent

Mapa 18 (333.6) Distribución potencial las especies enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010



Fuente: Elaboración propia a partir de modelación de nicho ecológico utilizando Maxent

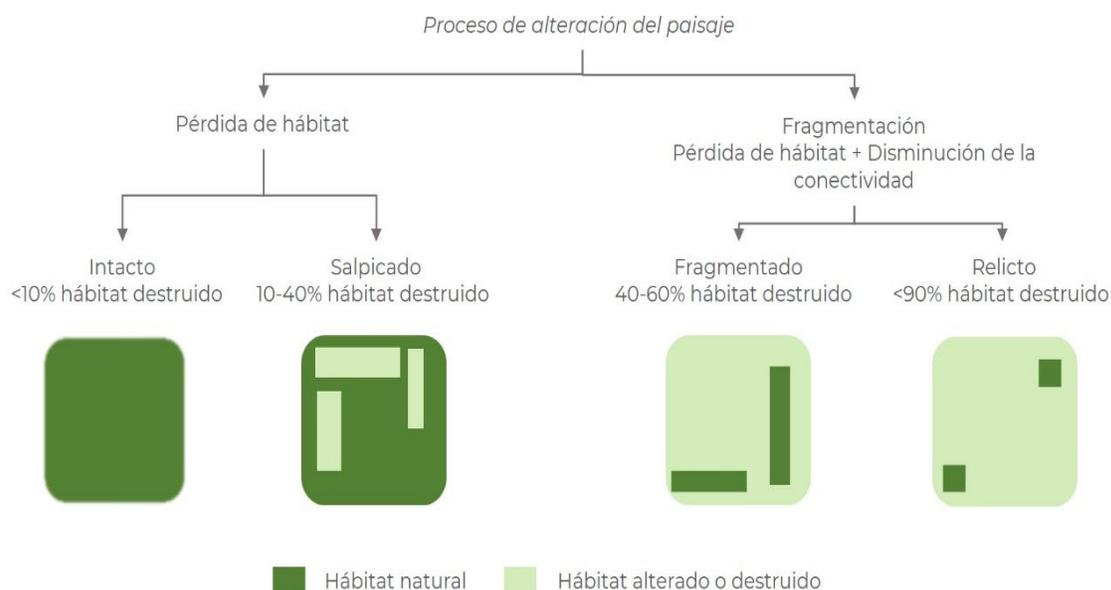
3.3.2 Fragmentación y conectividad

Fragmentación del paisaje

La fragmentación se refiere a la transformación gradual de una cobertura originalmente cohesiva y compacta, generalmente natural, en una serie de "teselas" o parches dispersos de diversos tamaños, que se encuentran distribuidos en el espacio geográfico circundante. Este fenómeno, conocido como fragmentación del hábitat o paisaje, emerge como resultado de procesos continuos de pérdida de superficie y desintegración causados principalmente por actividades antrópicas que derivan en cambios de uso de suelo. A medida que estas actividades generan cambios en la estructura original de los ecosistemas, las zonas fragmentadas pueden dar lugar a una serie de consecuencias ecológicas, incluida la alteración de los patrones de migración, la disminución de la biodiversidad y la interrupción de los procesos ecológicos clave.

Tomando como referencia a Hobbs y Wilson (1998), podrían distinguirse cuatro niveles de alteración del paisaje: intacto, salpicado, fragmentado y relictos. Como se muestra en el gráfico 331.1, dentro de la alteración se presenta dos principales variables, la pérdida del hábitat y la fragmentación; en el primer caso, se parte de un ecosistema intacto para posteriormente verse alterado y modificado entre un 10 % a 40 %. En la segunda variable, ya se empieza a considerar la fragmentación, debido a que la destrucción o alteración del paisaje se presenta entre un 40 % a 60 %, hasta llegar a un 90 %, es decir se habla de relictos.

Gráfico 1 (332.1) Grados de alteración del paisaje.



Esquema modificado de Hobbs y Wilson (1998).

Para el caso del análisis de fragmentación de San Juan Bautista Tuxtepec, se hizo uso de los sistemas de información geográfica, así como de imágenes satelitales actuales, para poder definir el estado de las áreas forestales dentro del municipio. En el mapa y tabla

332.1 se muestran cuatro principales categorías, parches, bordes, fragmentado y áreas núcleo.

Cuando se habla de bordes o efecto borde, se alude al área de transición entre dos hábitats o parches de paisaje y estructura diferente. De los principales impactos que generan sobre los ecosistemas son la disminución de las especies nativas y la integración y aumento de especies con mayor capacidad adaptativa, en algunos casos estas especies son invasoras, lo anterior se debe a que se genera un cambio en la interacción entre las especies, dejando con mayor vulnerabilidad a las especies nativas ante depredadores. San Juan Bautista Tuxtepec cuenta con un total de 17 385 hectáreas de borde, es decir, el 40 % de la superficie forestal. Por consiguiente, se puede deducir que la mayor parte de las áreas forestales del municipio se encuentran degradadas, no obstante, los bordes conectan diversos remanentes de vegetación que se localizan a lo largo del territorio.

Los parches hacen referencia a una porción relativamente pequeña y delimitada de un ecosistema que se encuentra rodeada por un entorno diferente o alterado. Estos parches pueden variar en tamaño y forma, y suelen representar áreas de vegetación o hábitats naturales que están aislados o separados entre sí debido a actividades humanas o cambios en el uso del suelo. Del total de área forestal, representa el 12.6 %, esto es, 5 446 hectáreas, en su mayoría los parches se localizan en áreas de cultivos y pastizales cultivados (áreas ganaderas), siendo los relictos que quedan de la vegetación forestal original.

63

Las teselas fragmentadas o perforadas son aquellas áreas forestales intactas que se han ido transformando en unidades más pequeñas y aisladas entre sí, por lo que su área resultante es menor a la del área forestal original. Representan el 18.4 % del área forestal y se localizan dentro o en áreas perimetrales de las áreas núcleos, lo que se traduce en un riesgo y vulnerabilidad para dichas áreas al irse modificando por actividades antrópicas. Cerca de la localidad de La Mina se ubica el área forestal perforada de mayor superficie, esta se encuentra rodeada por cultivos agrícolas, los que han generado presión sobre la vegetación forestal.

La última categoría son las áreas núcleo (forestal) mayores a 100 hectáreas, estas se subdividen dependiendo de la superficie forestal intacta con la que cuentan. Las áreas mayores a 200 hectáreas se localizan la mayor parte en las elevaciones bajas o de lomeríos, conformados por los cerros Macín, Sumatra, San Rafael, Muerto, Mono y Boludo. Estas masas forestales pertenecen al ecosistema de selva alta perennifolia y a su vegetación secundaria arbórea, los lomeríos cuentan con pendientes de 15 % a 30 %, con algunas áreas que llegan hasta 45 %, debido a estas condiciones topográficas su acceso se vuelve más limitado y, por lo tanto, se encuentran con un mayor estado de conservación, por lo que deben de protegerse.

Por otro lado, las áreas núcleos menores de 200 hectáreas se localizan de forma dispersa entre las áreas fragmentadas o perforadas, lo que indica que existe un deterioro de dichos ecosistemas, por lo que deben de realizarse acciones para poder restaurar y conservar las áreas forestales.

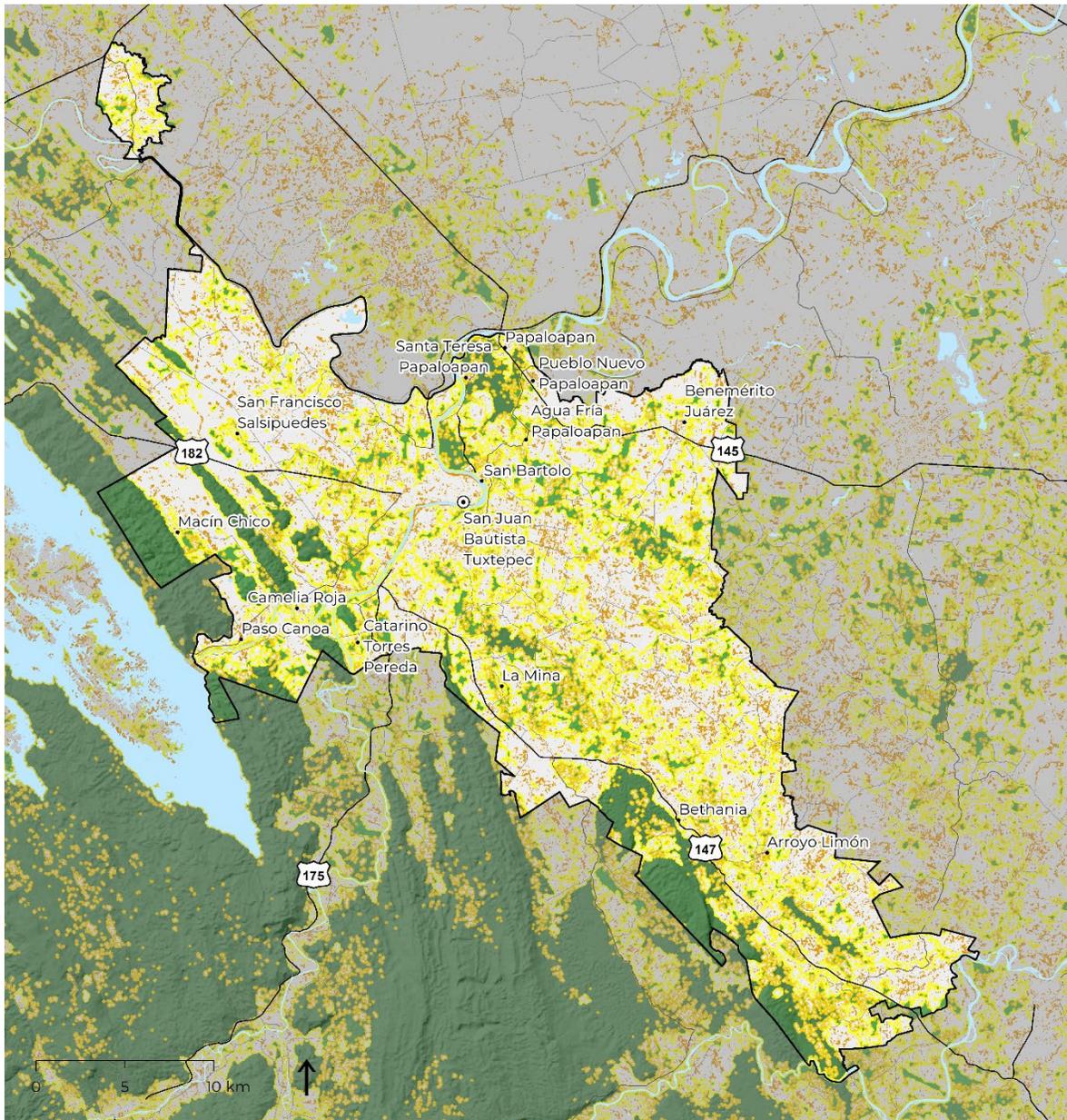
De forma general, las áreas forestales presentan una alta fragmentación, debido a que las áreas núcleo se encuentran dispersas y sin cercanía entre sí. Mientras que, las áreas fragmentadas y de borde predominan, lo que deriva en patrones de movimiento limitados para las especies existentes.

Tabla 22 (332.1) Análisis de fragmentación del paisaje.

	área (ha)	
Total de teselas	43 138	
parches	5 446	12.6 %
bordes	17 385	40.3 %
fragmentado	7 953	18.4 %
área núcleo (< 100 hectáreas)	3 420	7.9 %
área núcleo (100 - 200 hectáreas)	747	1.7 %
área núcleo (> 200 hectáreas)	8 186	19.0 %

Elaboración propia

Mapa 19 (331.1) Análisis de fragmentación del paisaje, San Juan Bautista Tuxtepec.



Simbología básica

-  cuerpos de agua
-  carretera federal
-  carretera estatal
-  red municipal

Simbología temática

-  parches
-  bordes
-  fragmentado
-  área núcleo (< 100 hectáreas)
-  área núcleo (100-200 hectáreas)
-  área núcleo (> 200 hectáreas)
-  área núcleo



Elaboración propia

Conectividad

La conectividad se vincula intrínsecamente con la fragmentación, ya que, a medida que se produce la degradación del paisaje, se da una reducción en la integridad de este, lo que afecta su estructura y conexión. Una de las principales amenazas para la biodiversidad y el mantenimiento de las funcionalidades ecológicas de los ecosistemas es la pérdida de conectividad, debido a que, esta permite el movimiento y dispersión de especies, lo que a su vez ayuda al intercambio genético.

Cabe resaltar que, la conectividad no solo ayuda a la movilidad de las especies, también permite aumentar la capacidad de los ecosistemas a resistir perturbaciones y por consiguiente disminuir su vulnerabilidad.

Para el análisis de conectividad se utilizó el enfoque basado en distancias euclidianas, que se centra en la priorización de las áreas de hábitat que funcionan como conexiones. Este método evalúa las distancias euclidianas (medidas en línea recta) entre las distintas teselas de las áreas núcleo. Estas distancias han sido ampliamente adoptadas debido a su simplicidad y facilidad de interpretación intuitiva. La distancia euclidiana puede ser calculada tomando como referencia el centro o el borde de las unidades de hábitat bajo consideración.

En términos generales, existen un total de 12 353 hectáreas de teselas intactas (áreas núcleo), las cuales se identifican a partir de tres principales sistemas o conjuntos. El primero se localiza al norte del municipio, las conexiones que presentan son menores a 5 kilómetros lineales, presentando la tesela de mayor área entre las localidades de Santa Teresa Papaloapan, Papaloapan, Pueblo Nuevo Papaloapan y Agua Fría Papaloapan. Para aumentar la conectividad entre las teselas de este sistema se deberán restaurar y preservar teselas perforadas.

El segundo sistema se ubica al oeste del municipio, también cuenta con conectores menores a 5 kilómetros de distancia, en comparación con las teselas del norte, se trata de teselas que no se encuentran aisladas en su conjunto, ya que se conectan con los relieves y ecosistemas que rodean a la Presa Miguel de la Madrid (Cerro de Oro), los cuales forman parte de la AICA Cerro de Oro.

El tercer sistema se sitúa al sureste del territorio, se encuentra dividido del segundo por el río Papaloapan, debido a sus conexiones con los relieves al sur de la Presa Miguel de la Madrid, pertenece al corredor biológico que conforma la Región Terrestre Prioritaria de "Sierras del norte de Oaxaca – Mixe".

Las distancias entre las teselas al norte y al oeste y este presentan un promedio de 8 a 15 kilómetros lineales, por lo que la conexión más tangible podría observarse por el río Papaloapan, destacando como el principal corredor ecológico dentro de San Juan Bautista Tuxtepec. La conectividad entre las áreas núcleo puede consolidarse a partir de la restauración de remanentes forestales perforados, bordes y parches, sin embargo, hay que tomar en cuenta que dichas áreas se localizan dentro de áreas agropecuarias, por lo que deben de considerarse para la propuesta de corredores biológicos.

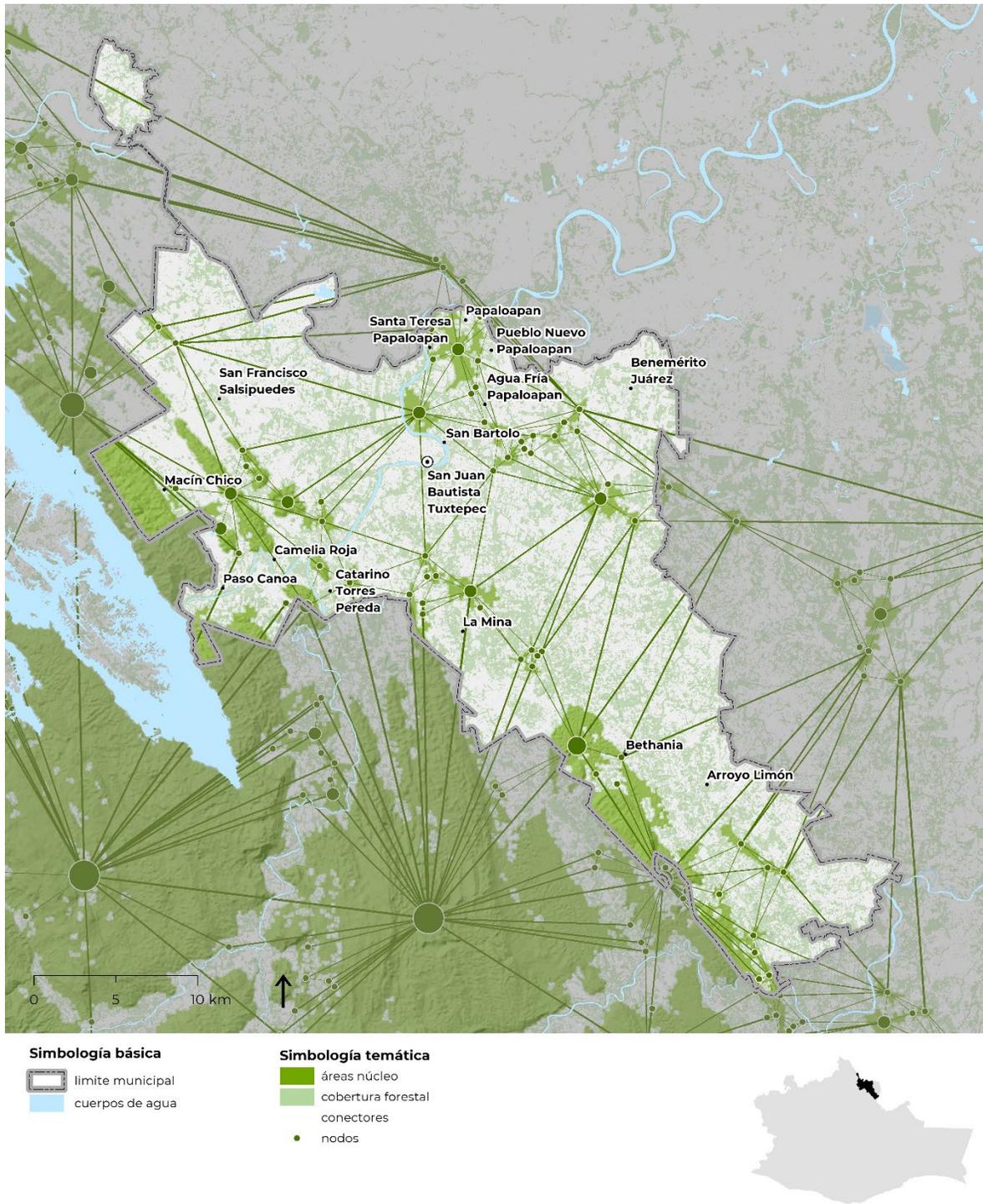
A partir de lo anterior, se puede deducir que las teselas al sureste y oeste del municipio cuenta con una mayor conectividad al formar parte de corredores biológicos a nivel regional. No obstante, se debe recordar que cada especie cuenta con patrones de movimiento diferentes, es decir, existen algunas con bajas capacidades de dispersión por lo que cada tesela identificada puede verse como una unidad aislada y sin ninguna posibilidad de conexión, mientras que, existen otras especies con mayor dispersión que a través de los corredores biológicos pueden ser capaces de desplazarse entre teselas.

Tabla 23 (331.2) Distancias euclídeas de las áreas núcleo.

Distancias (km)	Número de conectores	
< 5 km	257	59.5 %
5 - 10 km	90	20.8 %
10-15 km	50	11.6 %
15 - 30 km	35	8.1 %

Elaboración propia.

Mapa 20 (331.2) Conectividad ecológica de San Juan Bautista Tuxtepec.



Elaboración propia.

3.3.3 Identificación de áreas incendiadas

Dentro del espectro de factores que configuran la degradación de los ecosistemas, los incendios emergen como uno de los agentes de mayor relevancia. Estos eventos, ya sean de origen natural o inducidos, tienen una incidencia considerable en este proceso. De las principales repercusiones de los incendios son el aumento de vulnerabilidad de la vegetación ante plagas y enfermedades, incremento de los procesos erosivos del suelo, la disminución y desplazamiento de la biodiversidad, entre otros (SEMARNAT, 2018).

Para la identificación de las áreas incendiadas se hace uso de la base de datos MODIS Fire, que cuenta con una resolución espacial de aproximadamente 250 metros. A su vez, en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en el Título octavo, Capítulo II, Artículo 155, Fracción XXV, se establece como infracción “Realizar en terrenos incendiados, cualquier actividad o uso distintos a la restauración o al manejo forestal sustentable, dentro de los 20 años siguientes a que haya ocurrido un incendio”. Por lo que se incluyen los puntos de los incendios registrados por CONAFOR, así como los polígonos de los conglomerados históricos desde el 2000 hasta el 2023.

Como se observa en el Mapa 333.1, dentro del municipio solo se han registrado dos incendios al sureste de San Juan Bautista Tuxtepec; el primero en el 2016, tuvo un impacto mínimo de 3 hectáreas, de acuerdo con CONAFOR, y se dio a causa de fumadores; el segundo se registró en 2022, tuvo una duración de 4 días y afectó la vegetación de selva alta perennifolia afectando 6.68 hectáreas. Se originó a causa de la quema para la preparación de la siembra.

El H. Cuerpo de Bomberos de Tuxtepec, A.C, con domicilio en carretera Tuxtepec-Cd. Alemán, km 2, proporcionó información sobre registros de casos de incendios que han atendido. Dentro del reporte recibido se menciona que, desde mediados de marzo a finales de junio de 3 a 3 meses y medio del presente año se extendió la sequía hasta el mes de julio el tiempo de sequías. Cabe recalcar que el número de incendios es una cifra aproximada debido a que no se cuenta con una base de datos concreta. Además de las mencionadas en la tabla 333.1 las colonias que han registrado reportes son Colonia Nuevo Paraíso, Fraccionamiento Costa Verde, Fraccionamiento Riveras de la Toyac, Colonia San Francisco Los Limos, Colonia La Fortaleza y Colonia Central de Maquinarias.

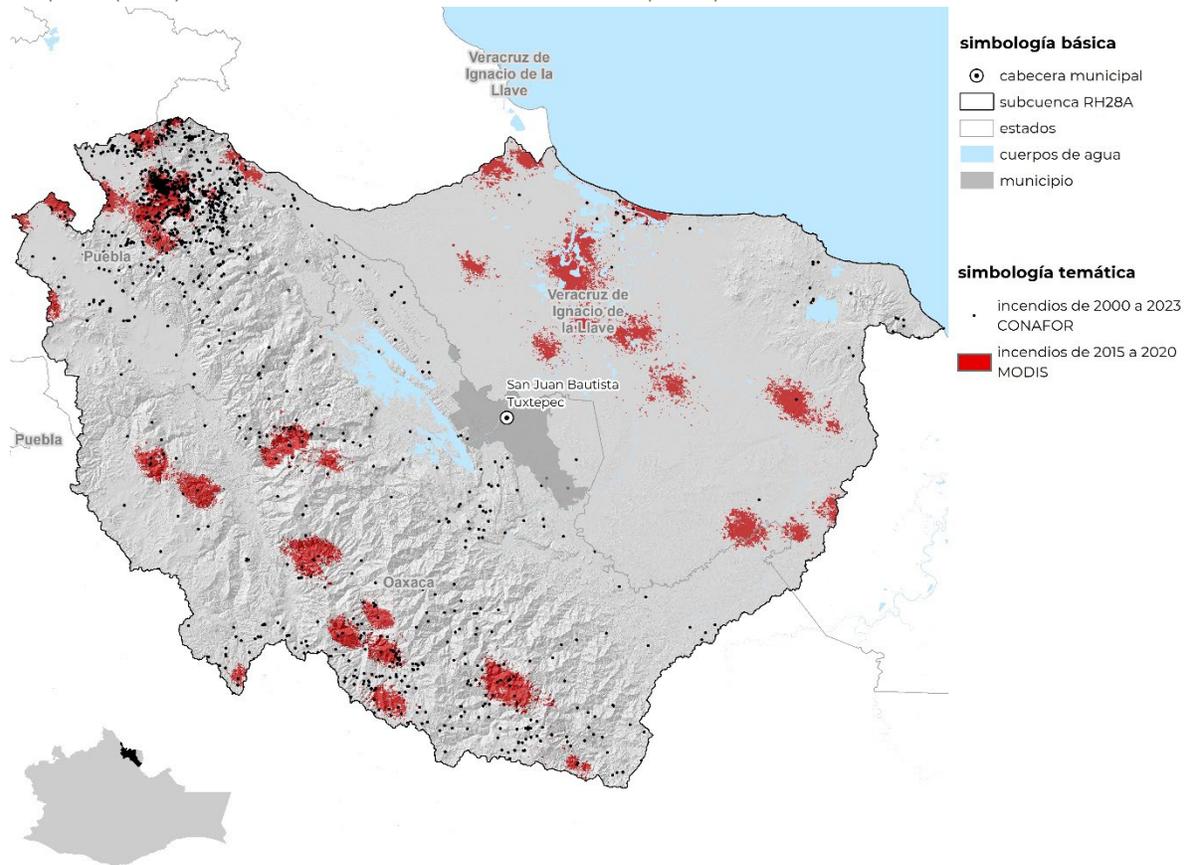
En el mapa 333.2 se muestran los polígonos donde recurrentemente el Cuerpo de Bomberos atiende los reportes de incendios forestales. Anualmente se ven afectadas un total de 1 000 hectáreas, entre los usos de suelos que se destacan se encuentran las áreas de cultivo, pastoreo, lotes baldíos y zonas forestales; principalmente en las zonas de pastizales se suscitan los incendios los cuales llegan a extenderse hacia los cultivos de caña de azúcar y terrenos baldíos.

Tabla 24 (333.1) Incendios registrados por el H. Cuerpo de Bomberos de Tuxtepec, A.C.

Mes de estiaje	Año	Cantidad
Marzo-julio -incendios forestales Zonas: -Cañaverales -Siglo XXI -La Fortaleza -Fracc. Adolfo López Mateos II (Playa de Mono) -Fracc. El Santuario-Casas GEO -Mundo Nuevo	2023	85
Febrero-junio -incendios forestales	2022	60
Marzo-julio -incendios forestales	2021	95
Marzo-julio -incendios forestales	2020	70

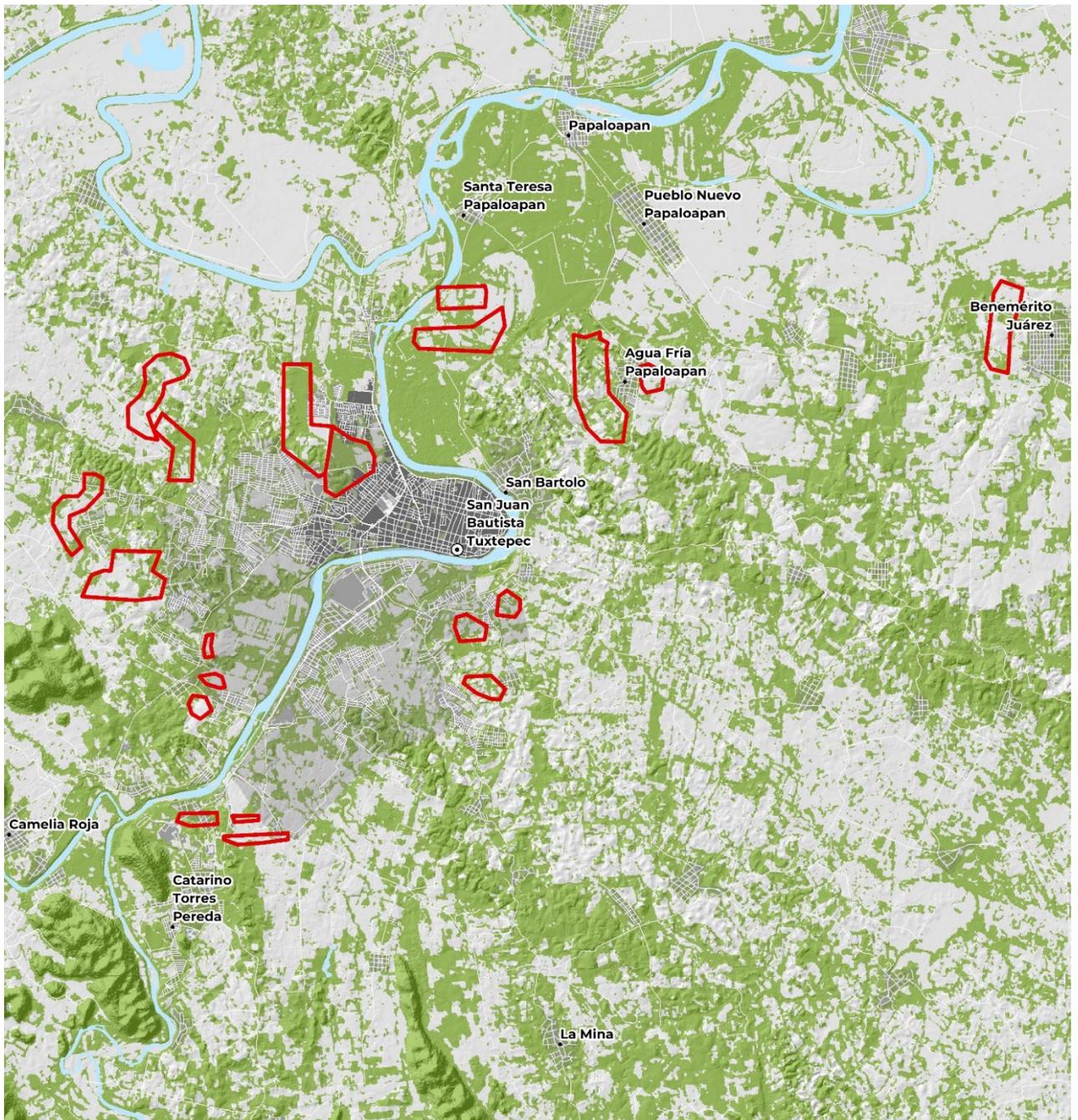
Fuente: Elaboración propia.

Mapa 21 (333.1) Áreas incendiadas en la cuenca Río Papaloapan.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de FireCCI v5.1 y el Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales (SPPIF) de CONAFOR-CONACYT.

Mapa 22 (333.2) Polígonos de incendios registrados por el H. Cuerpo de Bomberos de San Juan Bautista Tuxtepec, A.C.



simbología básica

- Red vial
- Predios
- Manzanas
- Cuerpos de agua

simbología temática

- incendios forestales



Fuente: Elaboración propia

3.3.4 Contaminación de cuerpos de agua

Tanto la disponibilidad como la calidad del agua son factores fundamentales para el desarrollo sustentable del territorio. Como se ha descrito en la caracterización, el uso consuntivo de agua superficial y subterránea se ha incrementado en relación con la demanda para el uso público y productivo. En el caso de la disponibilidad de agua superficial, en la cuenca, el volumen disminuyó en 30 092.9 Mm³, en el periodo 2010 a 2020. Mientras que la disponibilidad del acuífero Tuxtepec, disminuyó en 30.7Mm³, de resalta que el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec extrae el 40 % del agua aprovechada del acuífero, por lo que, parte importante de este programa será integrar lineamientos que mejoren la gestión y manejo del agua. La CONAGUA, realiza de manera periódica la medición de diversos parámetros relacionados con la calidad del agua, tanto superficial como subterránea, mediante una red de monitoreo. La calidad del agua se evalúa utilizando doce indicadores y un sistema tipo semáforo.

Se considera verde (buena calidad) cuando se cumple con los valores dentro de la norma en materia de calidad de agua, amarillo, cuando se incumple con uno o más de los indicadores de contaminación por presencia de fecalismo y eutroficación, y rojo cuando se incumple con uno o más indicadores de actividad de microorganismos patógenos y condiciones de anoxia. En el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec, existen ocho sitios de la red de monitoreo. Uno de ellos es verde, lo que indica buena calidad de agua; este punto se ubica en el río Santo Domingo. 6 son amarillos, tres localizados en el río Papaloapan, y el resto en los Ríos Obispo, Santo Domingo y Tonto, estos registros describen que sus aguas están fuertemente contaminadas por enterobacterias.

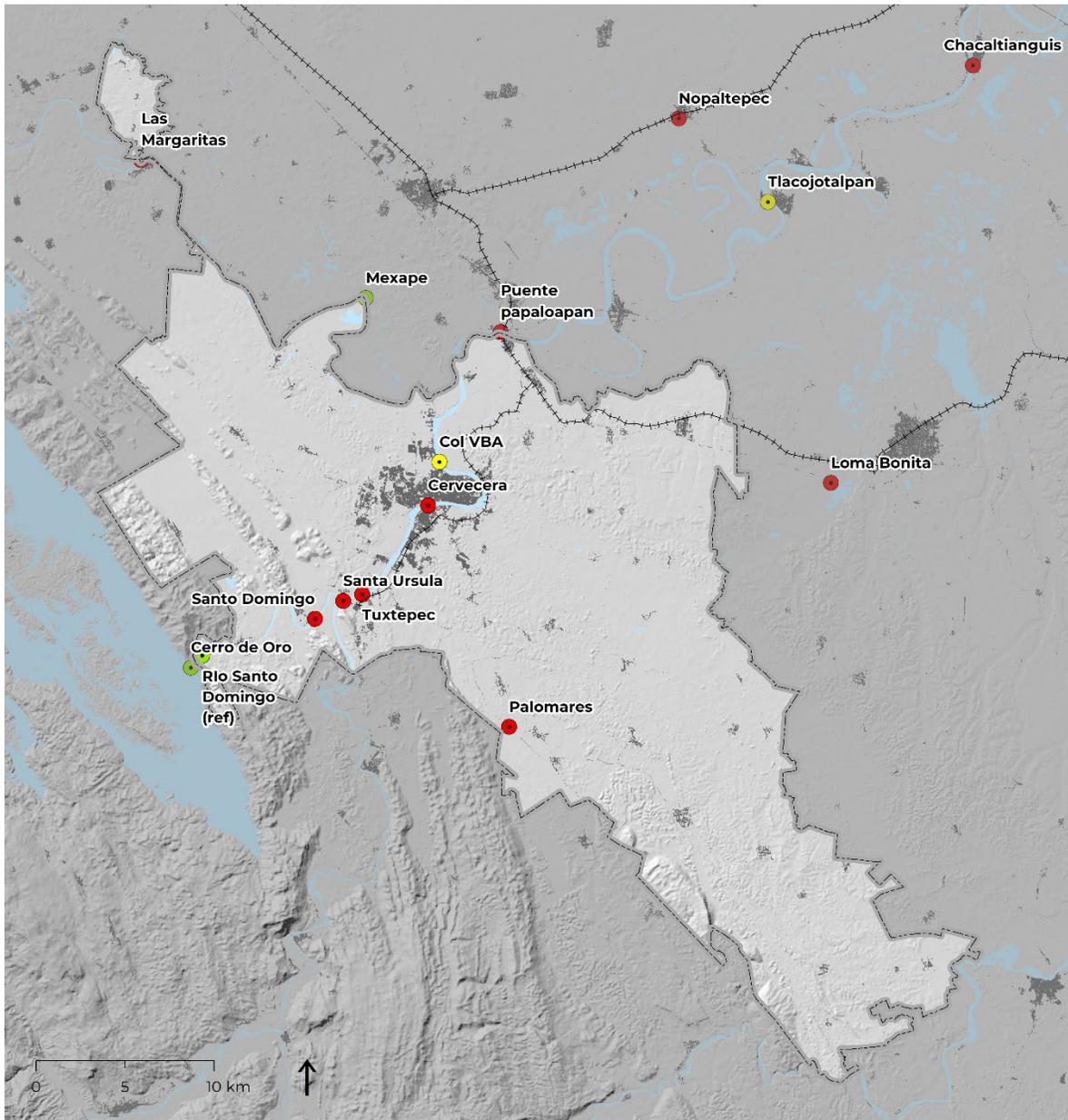
Existe un sitio rojo localizado en la porción norte de la cabecera municipal, que indica fuerte contaminación por coliformes, enterobacterias y procesos de eutrofización. Es importante mencionar que todos los puntos de monitoreo se localizan de manera adyacente a centros de población, por lo que la contaminación por coliformes y enterobacterias es provocada por la descarga de aguas residuales sin tratamiento.

Tabla 25 (334.1) Calidad del Agua superficial en Tuxtepec, 2022.

Registro	Río	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	Coliformes (NMP/100mL)	Enterobacterias (NMP/100mL)	OD (%)	SEMAFORO
Santa Úrsula Tuxtepec (FAPATUX)	Papaloapan	10.3	13.38	31.9	19863	4884	96.3	Amarillo
Tuxtepec (cervecera)	Papaloapan	12.9	25.08	100	24196	17329	88.9	Amarillo
Tuxtepec (col. V.B.A.)	Papaloapan	12.1	15.05	66.3	24196	7701	96.5	Amarillo
	Papaloapan	13	62.1	84	24196	24196	87.7	Rojo
Palomares Río Santo Domingo (Ref.)	Río Obispo	<2	>10	13.6	19863	591	90.7	Amarillo
Santo Domingo Las Margaritas	Río Santo Domingo	<2	10.14	<10	230	90	88.8	Verde
	Río Santo Domingo	<2	<10	<10	11000	4600	72.1	Amarillo
	Río Tonto	<2	18.29	11	4600	750	66	Amarillo

Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua, CONAGUA (2022)

Mapa 23 (334.1) Calidad del agua



Simbología básica

-  límite municipal
-  cuerpos de agua
-  asentamientos humanos
-  ferrocarril

Simbología temática

- calidad del agua
-  fuertemente contaminada
 -  contaminada
 -  buena calidad



Fuente: Sistema Nacional de Información del Agua, CONAGUA

3.3.5 Caudal ecológico

Existe una problemática nacional relativa a la disminución del agua en los cauces, derivada de la competencia entre usos y la falta de regulación conforme a la disponibilidad del recurso, como, por ejemplo, la demanda de agua en sitios aguas arriba de las cuencas hidrológicas, no considera la conservación de un escurrimiento hacia las partes bajas, así como en el caso del agua subterránea no considera la descarga del acuífero hacia cuerpos de agua superficiales.

La definición de caudal ecológico es la cantidad, calidad y variación del gasto o de los niveles de agua reservada para preservar servicios ambientales, componentes, funciones, procesos y la resiliencia de ecosistemas acuáticos y terrestres que dependen de procesos hidrológicos, geomorfológicos, ecológicos y sociales. Esto implica que además proveer agua para los usos doméstico, público urbano, pecuario y agrícola, es posible mantener caudales provenientes tanto del escurrimiento, como de las descargas de los acuíferos para la conservación de los ecosistemas lóticos (ríos perenes, intermitentes y efímeros), lénticos (lagos, lagunas, y humedales) y riparios con la aportación de los acuíferos al ecosistema, que sirven para conservar la biodiversidad y los servicios ambientales.

La implementación del caudal ecológico o ambiental se ha filtrado al marco normativo de los recursos hídricos del país. El caudal ambiental adquirió importancia desde la aparición de la Ley de Aguas Nacionales, el 10 de diciembre de 1992, y su Reglamento, el 12 de enero de 1994 (CNA, 1994); así como la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en 1996 (SEMARNAP, 1997). Ambas Legislaciones establecen la necesidad de conservar o considerar un caudal en los ríos para mantener su equilibrio ecológico, con la finalidad de* mantener el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, así como permitir la protección de los ecosistemas riparios, ecosistemas acuáticos terrestres y costeros, es necesario que se garantice un régimen de caudal ecológico en las corrientes o escurrimientos.

Determinación del caudal ecológico de la cuenca del río Papaloapan.

Debido a que el río a analizar tiene influencia directa de dos presas, se sigue la metodología indicada en el apéndice normativo D de la norma NMX-AA-159-SCFI-2012. Siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

La norma indica que solo en el caso en donde no exista información hidrométrica histórica a escala diaria y/o mensual, y la única información disponible sea a escala anual, se podrá determinar solo el volumen anual de agua a reservar con finalidad ambiental. Por lo que se expresará el caudal ecológico solamente como un porcentaje del Ecurrimiento Medio Anual (EMA). Se realiza el cálculo del escurrimiento medio anual usando el método de Ven Te Chow siguiendo el siguiente procedimiento:

1. Delimitación del área de estudio, subcuenca.

Se delimita el área la cuenca en función a las subcuencas que drenan al punto de interés, que es el Río Papaloapan que recibe como tributario al Río Tonto. El área obtenida es de 9,470.70 km² (Ver mapa 35.1).

Mapa 24 (335.1) Delimitación del área de estudio (subcuenca).

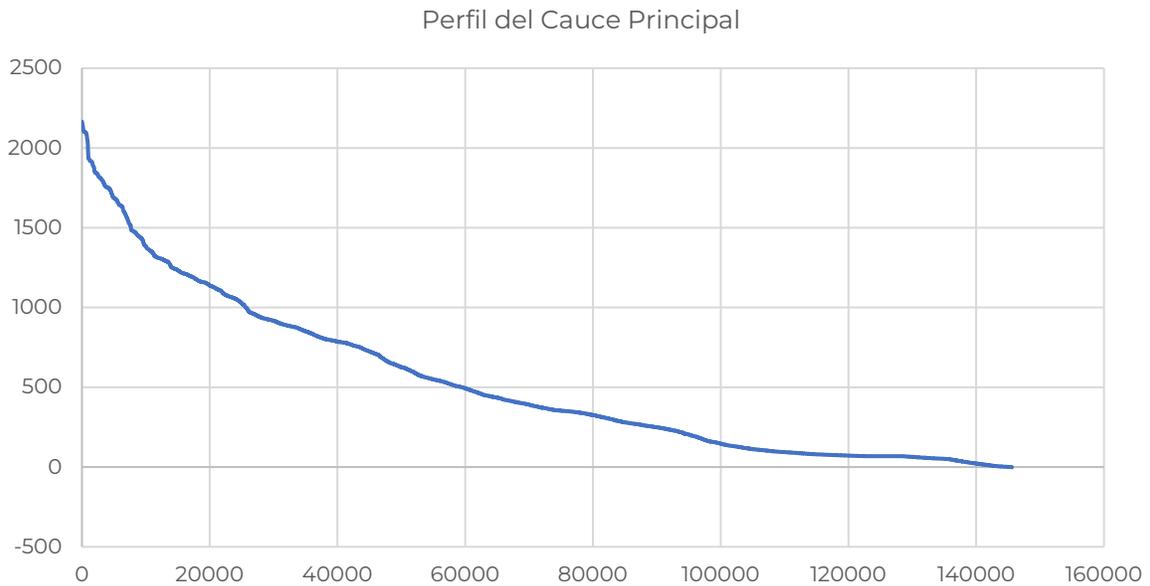


Fuente: Propia, basado en red hidrográfica de CONAGUA.

2. Pendiente media de la cuenca.

Se obtiene usando el Criterio De Taylor – Schwarz como se muestra en el siguiente gráfico y tabla (335.1).

Gráfico 2 (335.1) Pendiente media de la cuenca.



Fuente: Propia basado en Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) versión 2023.

Tabla 26 (335.1) Pendiente media de la cuenca.

Criterio de TAYLOR - SCHWARZ	
$S_c = \left[\frac{L}{\sum_{j=1}^N \frac{L_j}{\sqrt{S_{c_j}}}} \right]^2$	<p>L = Long. del cauce principal. Sc = Pendiente media del cauce principal Scj = Pendiente del tramo j Lj = Longitud del tramo j N = Número de Tramos</p>
Desnivel (m) =	2 166
Longitud del cauce (m) =	14 593.21
Pendiente media Sc =	0.0149

Fuente: Propia basado en Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) versión 2023.

3. Número de escurrimiento.

El primer paso para determinar el número de escurrimiento es hacer una clasificación hidrológica en función al tipo de suelo, siguiendo la siguiente tabla 335.2.

Tabla 27 (335.2) Clasificación hidrológica.

Clave de clasificación FAO	Suelos	Tipo hidrológico de suelo	Permeabilidad	Propiedades
T	Andosoles	A	Muy alta	Arenas con poco limo y arcilla (escurrimiento mínimo)
Q	Arenosoles			
J	Fluviosoles			
O	Histosoles			
U	Ranker			
X, Y	Calcisoles (antes xerosol y yermosol)	B	Buena	Arenas finas y limos
I, E	Leptosoles (antes litosoles y rendizinas)			
Z	Solonchanks			
D	Podzoles			
F	Ferralsoles			
R	Regosoles			
H	Feozems			
K	Kastanozems	C	Media	Arenas muy finas, limos y bastante arcilla
N	Nitrosiles			
C	Chernozems			
-	Alisoles			
A	Acrisoles	D	Baja	Arcillas en grandes cantidades, suelos poco profundos con subhorizontes casi impermeables (escurrimiento máximo)
B	Cambisoles			
G	Gleysoles			
L	Luvisoles			
V	Vertisoles			
W	Planosoles			
S	Solonetz			
D	Podzoluvizoles			

Fuente: Elaboración propia con información del M-PRY-CAR-1-06-004

Posteriormente, tomando como base el grupo hidrológico se define el número de curva en función del uso de suelo y vegetación, siguiendo los valores indicados en la siguiente tabla (335.3). Para la cuenca delimitada, se obtuvo un número de escurrimiento ponderado de 84.2.

Tabla 28 (335.3) Número de curva según la cobertura del suelo.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN (TNFGI)		GRUPO HIDROLÓGICO			
		A	B	C	D
AGRICULTURA (de humedad, de riego, de temporal)	Condición hidrológica mala	72	81	88	91
	Condición hidrológica regular	67	76	83	86
	Condición hidrológica buena	62	71	78	81
ÁREA SIN VEGETACION APARENTE		77	86	91	94
ASENTAMIENTO HUMANO	Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.	82	88	91	93
	Condición hidrológica regular	49	69	79	84
	Condición hidrológica buena	39	61	74	80
	Residencial 50% o más área impermeable	77	85	90	92
	Residencial 50% o menos área impermeable	61	75	83	87
	Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
	Distritos industriales (72% impermeable)	81	88	91	93
	Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc.	98	98	98	98
	Calles y carreteras (pavimentados con cunetas y alcantarillas)	98	98	98	98
	Calles y carreteras de grava	76	85	89	91
	Calles y carreteras de tierra	72	82	87	89
BOSQUE (cultivado, de encino, encino-pino, oyamel, pino, táscate, mesófilo de montaña)	Condición hidrológica mala	45	66	77	83
	Condición hidrológica regular	36	60	73	79
	Condición hidrológica buena	25	55	70	77
CARDONAL		54	71	80	89
CHAPARRAL		20	48	65	73
CUERPO DE AGUA		100	100	100	100
EROSIÓN		68	79	86	89
MANGLAR		100	100	100	100
MATORRAL (con rosetófilos acaules, crasicaule, desértico micrófilo, desértico rosetófilo, espinoso, inerme, subinerme, subtropical)	Condición hidrológica	48	67	77	83
	Condición hidrológica regular	34	58	71	78
	Condición hidrológica buena	20	48	65	73
MEZQUITAL		68	79	86	92
NOPALERA		39	61	74	84
PALMAR		45	66	77	83

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN (TNFGI)		GRUPO HIDROLÓGICO			
		A	B	C	D
PASTIZAL (cultivado, halófilo, inducido, natural-huizachal)	Condición hidrológica mala	68	79	86	89
	Condición hidrológica regular	49	69	79	84
	Condición hidrológica buena	39	61	74	80
PLANTACIÓN FORESTAL	Condición hidrológica mala	55	73	82	86
	Condición hidrológica regular	44	65	76	82
	Condición hidrológica buena	32	58	72	79
PRADERA DE ALTA MONTAÑA		30	58	71	78
SABANA		45	66	77	83
SELVA (baja caducifolia, baja caducifolia y subcaducifolia, baja espinosa, mediana subcaducifolia)		45	66	77	83
TULAR		68	79	86	92
VEGETACIÓN HALÓFILA		68	79	100	100
VEGETACIÓN SECUNDARIA		68	79	86	89

Fuente: Elaboración propia con información del M-PRY-CAR-1-06-004

4. Obtención del gasto

El caudal medio anual obtenido es de 17 351.63 m³/s (Ver tabla 335.4).

Tabla 29 (335.4) Caudal medio obtenido mediante el método Vente Chow.

Método VENTE CHOW									
Área de la cuenca (km ²)	9 470.70				$P_e = \frac{\left(P - \frac{508}{CN} + 5.08\right)^2}{P + \frac{2032}{CN} - 20.32}$				
Longitud del cauce principal(m)	145 593								
Pendiente del cauce (%)	1.487706729								
No Escurrimiento	84.2								
d (min)	d (hrs)	i (cm/h)	P (cm)	Pe (cm)	X (cm/h)	t_r (h)	d/t_r	Z	Q (m³/s)
5	0.08	25.30	2.11	0.23	2.70	8.96	0.01	0.00	289.61
10	0.17	22.30	3.72	1.01	6.08	8.96	0.02	0.01	1 843.88
15	0.25	18.59	4.65	1.61	6.45	8.96	0.03	0.02	3 214.00
20	0.33	16.34	5.45	2.18	6.54	8.96	0.04	0.03	4 529.05
25	0.42	14.78	6.16	2.72	6.52	8.96	0.05	0.03	5 779.35
30	0.50	13.62	6.81	3.23	6.46	8.96	0.06	0.04	6 968.45
35	0.58	12.71	7.41	3.72	6.37	8.96	0.07	0.05	8 102.24
40	0.67	11.97	7.98	4.19	6.28	8.96	0.07	0.06	9 186.51
45	0.75	11.35	8.51	4.64	6.18	8.96	0.08	0.06	10 226.36
60	1.00	9.97	9.97	5.90	5.90	8.96	0.11	0.08	13 120.29
70	1.17	9.31	10.86	6.69	5.73	8.96	0.13	0.10	14 892.87
80	1.33	8.77	11.69	7.43	5.58	8.96	0.15	0.11	16 561.94
90	1.50	8.31	12.47	8.15	5.43	8.96	0.17	0.13	18 141.32
110	1.83	7.60	13.93	9.49	5.18	8.96	0.20	0.15	21 072.20
120	2.00	7.31	14.61	10.13	5.06	8.96	0.22	0.17	22 439.52
135	2.25	6.93	15.59	11.05	4.91	8.96	0.25	0.19	24 384.90
150	2.50	6.61	16.53	11.92	4.77	8.96	0.28	0.21	26 217.58
165	2.75	6.33	17.42	12.77	4.64	8.96	0.31	0.23	27 950.33
180	3.00	6.09	18.27	13.58	4.53	8.96	0.33	0.25	29 593.42
210	3.50	5.68	19.89	15.13	4.32	8.96	0.39	0.29	32 643.07
240	4.00	5.35	21.41	16.59	4.15	8.96	0.45	0.32	35 419.19
260	4.33	5.16	22.38	17.52	4.04	8.96	0.48	0.35	37 137.34
280	4.67	4.99	23.31	18.43	3.95	8.96	0.52	0.37	38 760.10
300	5.00	4.84	24.21	19.30	3.86	8.96	0.56	0.40	40 295.01
						Qp=	17 351.63		m ³ /s

Fuente: propia basado en el método Ven Te Chow

Cabe aclarar que este caudal corresponde a un escenario donde no hay obras de infraestructura, por lo que se puede llamar caudal real o no alterado.

A continuación, se identifica el objetivo ambiental para la cuenca conforme a lo señalado en el apéndice normativo A.

Tabla 30 (335.5) Apéndice normativo A.

Clave de Región Hidrológica	Nombre de Región Hidrológica	Nombre de estudio de disponibilidad	Importancia Ecológica	Presión de uso	Estado de conservación deseado	Objetivo ambiental
28	Papaloapan	Río Papaloapan	Muy alta	Baja	Muy bueno	A

Fuente: NORMA MEXICANA NMX-AA-159-SCFI-2012.

El objetivo ambiental para la cuenca es A. Según el objetivo ambiental y la naturaleza de la corriente (permanente o intermitente), considerar el intervalo de porcentajes del Escurrimiento Medio Anual (EMA) como valores de referencia para caudal ecológico según aparece en la tabla 35.6.

Tabla 31 (335.6) Valores de referencia para asignar un volumen de caudal ecológico conforme a los objetivos ambientales.

Objetivo ambiental	Estado de conservación	Caudal ecológico (% EMA)	
		Corrientes perennes	Corrientes temporales
A	Muy bueno	≥40	≥20
B	Bueno	25-39	15-19
C	Moderado	15-24	10-14
D	Deficiente	5-14	5-9

Fuente: NORMA MEXICANA NMX-AA-159-SCFI-2012.

Se define que el caudal ecológico será 40 % del EMA

$$\text{EMA} = 17\,351.63 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Caudal ecológico medio anual} = 6\,940.65 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Para obtener el régimen de caudales ecológicos ordinarios estacionales. La "Norma" brinda los lineamientos para establecer un porcentaje del escurrimiento medio anual, y también un régimen de caudales que se asume mantendrán los atributos biológicos en cierto nivel de conservación, de acuerdo con el valor de referencia obtenido fue del 40 % por ser el río Papaloapan una corriente perenne, tiene un estado de conservación catalogado como muy bueno, esta condición permite asignar al río un caudal que genera un hábitat que es excelente a excepcional para la mayoría de las formas de vida acuática durante el periodo de crecimiento inicial, así como para diversos usos recreativos (Ver Tabla 35.6 y 35.7).

Tabla 32 (335.7) Importancia ecológica de acuerdo con los aspectos bióticos, integridad ecológica y alteración ecohidrológica.

IMPORTANCIA ECOLÓGICA	ASPECTOS BIÓTICOS	ASPECTOS DE INTEGRIDAD ECOLÓGICA	ALTERACIÓN ECOHIDROLÓGICA
Muy Alta (Muy bueno)	Una o más especies endémicas en la región o de relevancia internacional, que se encuentren en algún estado de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010, y/o en otros listados similares internacionales.	Hábitat único por su diversidad y funcionamiento, que mantienen su estructura natural y una integridad ecológica asociada a los servicios ecosistémicos aportados, y que están intactos. La zona de captación se conserva.	Nula o mínima. Se conserva el régimen natural.

Fuente: NORMA MEXICANA NMX-AA-159-SCFI-2012.

Tomando como referencia la tabla 35.7 el río Papaloapan dentro de los aspectos bióticos destaca que entre las especies nativas que se registran dentro de la zona, así como de las amenazadas o en peligro de extinción, algunas no se encuentran en ningún área natural protegida, como es el caso del ave *Hylorchilus sumichrasti* (cucarachero picofino o cuevero de Sumichrast), especie restringida a parches de selva con grandes afloramientos de roca caliza; con respecto los aspectos de integridad ecológica, el río forma parte de las siguientes AICAS y regiones hidrológicas:

- Cerro de Oro Clave de la AICA SE-47.

El AICA cubre una superficie de 67,546.23 hectáreas, y se encuentra a 18 km de Tuxtepec en la Cuenca del Papaloapan, al norte de Oaxaca cerca de los límites de Veracruz. Su importancia radica debido a que es un refugio de una gran diversidad de aves, de las cuales la mayoría de las especies que la habitan son típicas de selva. Esto pone de manifiesto que Cerro de Oro pese a todas las alteraciones a las que ha sido sometido aún conserva parte importante de la avifauna original. De entre las especies endémicas que se registran dentro de la zona, así como de las amenazadas o en peligro de extinción, algunas no se encuentran en ningún área natural protegida, como es el caso de *Hylorchilus sumichrasti* (cucarachero picofino o cuevero de Sumichrast), especie restringida a parches de selva con grandes afloramientos de roca caliza.

- Sierra Norte Clave de la AICA C-13.

El AICA Sierra Norte, corresponde a un sistema montañoso alto, escarpado, disectado por profundos cañones como los de los ríos Cajonos, Soyolapan y Sto. Domingo. Su altitud varía de 50 msnm al sur del distrito de Tuxtepec hasta 3700 msnm en el Cerro de Cempoaltepetl, en la zona Mixe. La mayoría de las pendientes superan los 45 grados, inclusive forman laderas de cañones como las de los ríos Cajonos y Sto. Domingo. Hacia los límites de la planicie costera del Golfo existen lomeríos con pendientes suaves a

menos de 50 msnm. Limita al n-noreste con las llanuras de la planicie costera del Golfo, al sur con los Valles Centrales, al este con la Sierra Mixe y al oeste con los Valles Intermontanos de la región de la cañada.

Regiones hidrológicas Prioritarias.

- Humedales del Papaloapan.

79. HUMEDALES DEL PAPALOAPAN, SAN VICENTE Y SAN JUAN. Se sitúa en el estado de Veracruz con una extensión: 8 186.98 km². Principales poblados: Tlacotalpan, Cosamaloapan, San Nicolás, Carlos A. Carrillo, Amatitlán. La actividad económica principal: ganadería, agricultura y pesca.

- Presa Miguel Alemán-Presa Cerro de Oro.

78. PRESA MIGUEL ALEMÁN - CERRO DE ORO, se sitúa en el estado de Oaxaca y cubre una extensión de 4 299.36 km². Principales poblados: Temazcal, Cd. Alemán, Tuxtepec, San Lucas Ojtlán. Actividad económica principal: pesca, agricultura y recolección de barbasco.

Finalmente es necesario realizar acciones, tanto en el río como en la cuenca, que mejoren las condiciones ecológicas favorables para la vida acuática. Sobre todo, cuando ella se ve impactada por la contaminación producida por las descargas al río de agua residual doméstica y agroindustrial. Sin embargo, se debe considerar que el caudal ecológico no específica calidad del agua, sólo cantidad o volumen, por lo que a partir de él no se pueden deducir efectos de contaminación.

3.3.6 Áreas a preservar, proteger y restaurar

Áreas a preservar y proteger

La preservación es el conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propician la evolución y la continuidad de los ecosistemas, de tal manera que las especies y sus poblaciones sean viables. Mientras que las áreas de protección se refieren a las superficies en las que se establecen políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro (LGEEPA, Art. 3).

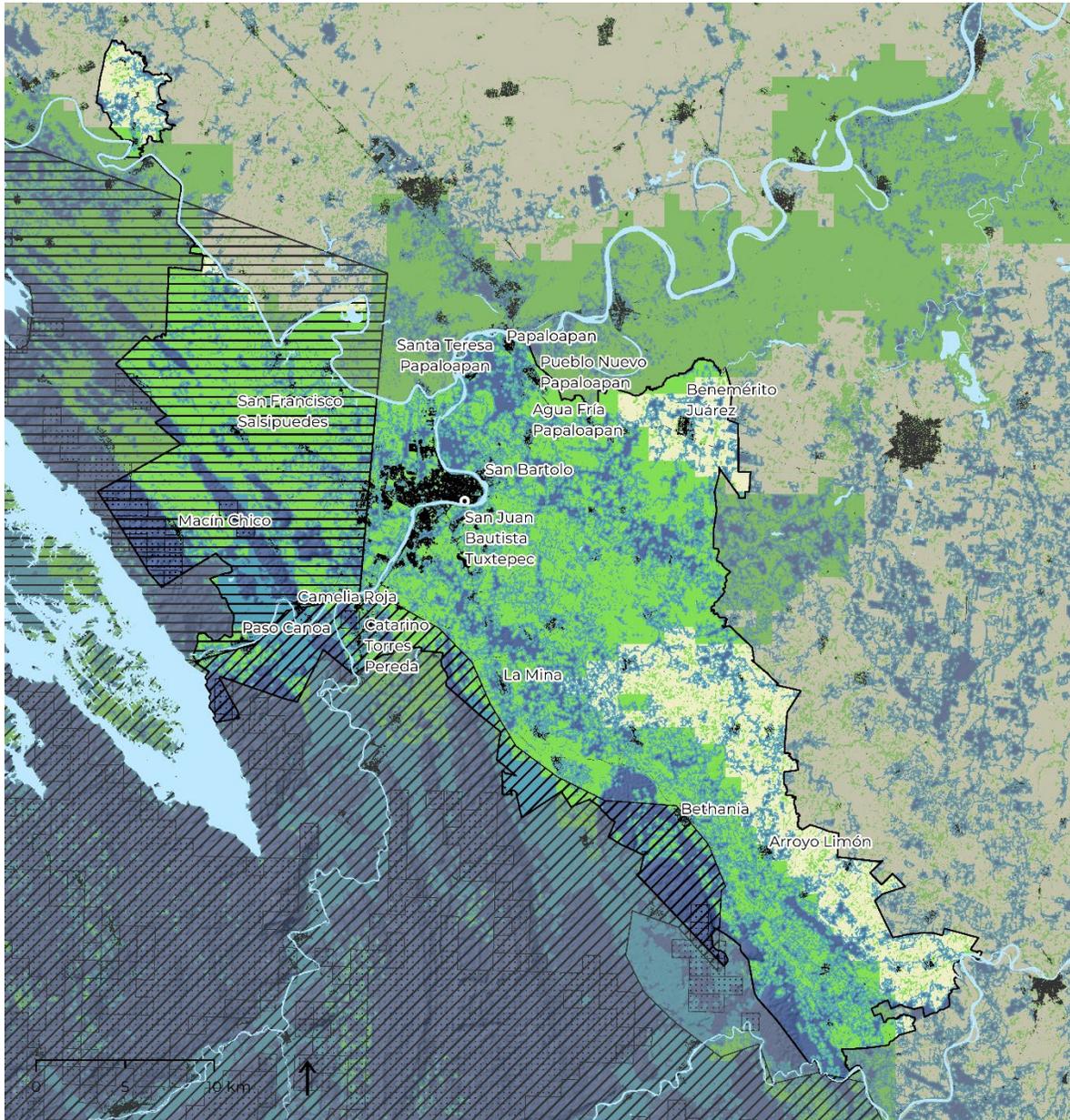
En San Juan bautista Tuxtepec, no existen ANP ni ADVC, pero convergen dos áreas de importancia para la conservación de las aves, dos regiones hidrológicas prioritarias y catorce polígonos de atención prioritaria de la CONABIO. Sin embargo, por la extensión del municipio, para detectar de manera adecuada las áreas para proteger, se utilizó información disponible con detalle en escala de 1:50 000. Por lo que, para las áreas a proteger se utilizó el parámetro de vegetación en buen estado, definido por las áreas núcleo y por los centros de alta concentración de especies en categorías de riesgo. Por su parte las áreas de preservación incluyeron los rodales fragmentados de selva perennifolia y la conectividad entre las áreas núcleo para que el territorio opere de manera funcional, con una red de corredores que integren espacios de hábitat (áreas núcleo) con una matriz de paisaje que favorezca el libre flujo de las poblaciones de especies.

Tabla 33 (336.1) Criterios para identificar áreas de preservación y protección

Criterio	Calidad del ecosistema	del Conectividad del paisaje (Distancia entre fragmentos)	Áreas de concentración de distribuciones potenciales de especies
Protección	Área núcleo (>100 ha)	< 10 km	Alta
Preservación	Fragmentado Borde	10-15 km	Media y Baja

Fuente: Elaboración propia

Mapa 25 (336.1) Áreas de protección



Simbología básica

- localidades mayores a 1000 habitantes
- ⊙ cabecera municipal
- ▭ limite municipal
- ▬ suelo artificializado
- ▭ cuerpos de agua

Simbología temática

- ▭ Sitios de Atención Prioritaria
- ▭ Cerro de Oro
- ▭ Sierra Norte

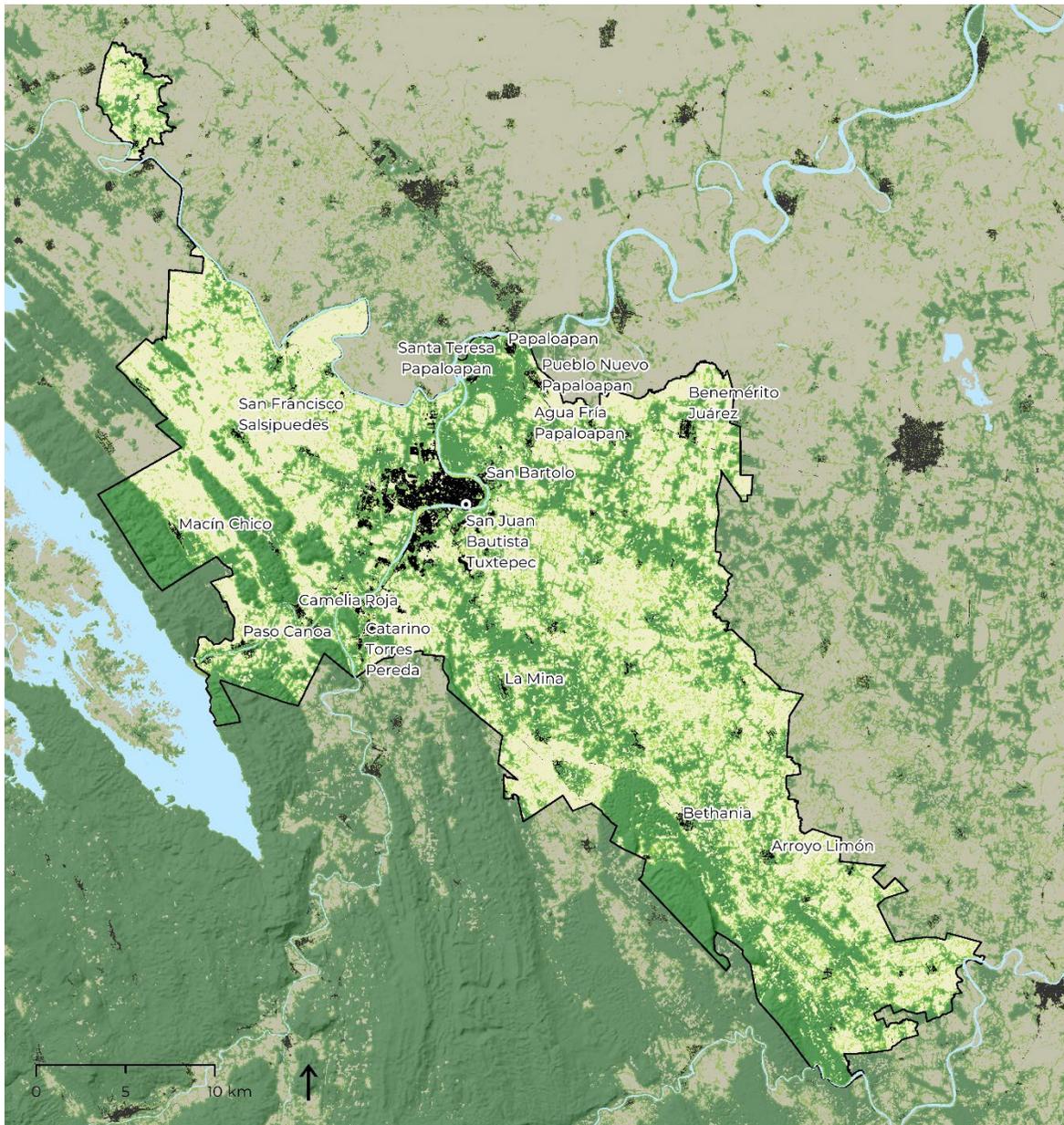
Protección

- ▭ Bajo
- ▭ Medio
- ▭ Alto
- ▭ Muy alto



Fuente: Elaboración propia

Mapa 26 (336.2) Áreas de preservación



Simbología básica

- localidades mayores a 1000 habitantes
- ⊙ cabecera municipal
- ▭ limite municipal
- ▭ suelo artificializado
- ▭ cuerpos de agua

Simbología temática

- Preservación
- ▭ Muy bajo
 - ▭ Bajo
 - ▭ Medio
 - ▭ Alto a muy alto



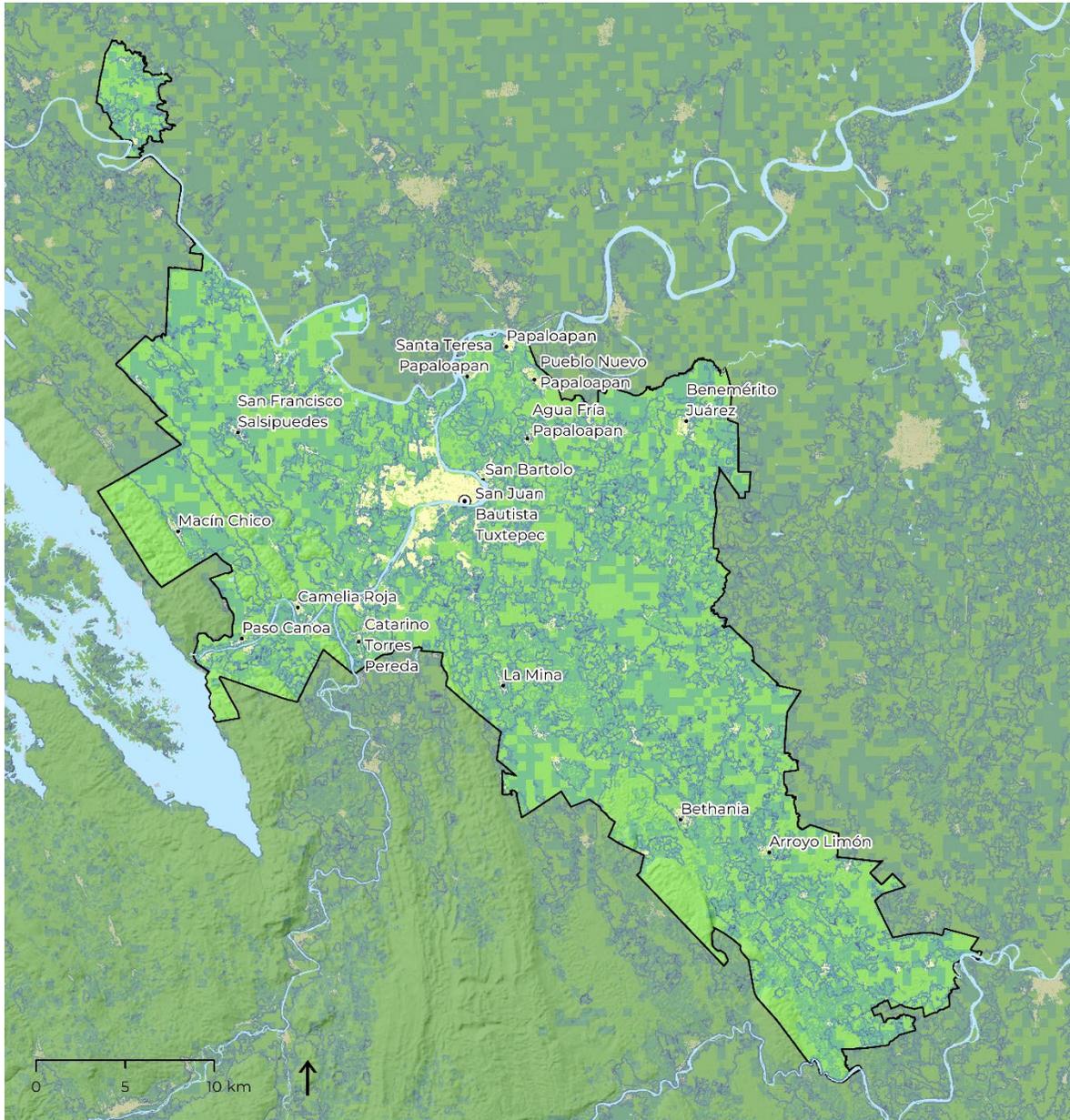
Fuente: Elaboración propia

Áreas de restauración

Son aquellas superficies que requieren de actividades para recuperar y reestablecer las condiciones que propician la evolución y la continuidad de los procesos naturales (LGEEPA, Art. 3). Con la definición, se identificaron las áreas del territorio que presentan deterioro ambiental severo, por procesos de erosión, deforestación, registros de incendios y contaminación. Para las áreas con erosión se seleccionaron las zonas con erosión alta y muy alta, para el caso de la deforestación se utilizó en criterio de identificar los parches aislados de vegetación secundaria, dado que los incendios fueron puntuales, se marcan como sitios específicos para la restauración pasiva, una vez que cumplan con el ciclo de cultivo. Finalmente, se considera indispensable mejorar la calidad del agua en los diferentes afluentes, por lo que su restauración está vinculada con el mejoramiento de la red de drenaje.

Como se aprecia en el mapa, las zonas con muy alta necesidad de restauración son los ríos y las áreas de borde de los fragmentos de selva alta perennifolia, en los cuales se deben plantear medidas de paisaje que permitan contar con límites permeables para las diferentes especies de fauna. Las zonas de potencial alto de restauración se encuentran dispersas en el territorio dado que corresponden a suelos con síntomas de degradación por la acumulación de agroquímicos y con síntomas de erosión.

Mapa 27 (336.3) Áreas de restauración



Simbología básica

- localidades mayores a 1000 habitantes
- ⊙ cabecera municipal
- ▭ limite municipal
- ▭ suelo artificializado
- ▭ RH28A_cuerposdeagua

Simbología temática

- Potencial de restauración
- ▭ Nulo
 - ▭ Bajo
 - ▭ Medio
 - ▭ Alto
 - ▭ Muy alto



Fuente: Elaboración propia

3.4. Compatibilidad de planes y programas

Las políticas públicas se instrumentan a partir de planes y programas que se diseñan desde las diferentes instancias gubernamentales. Cada uno de ellos cuenta con metas y objetivos que pueden resultar incongruentes o complementarios con las actividades económicas que ocurren en el territorio y con su vocación natural.

En la caracterización se enlistaron los diferentes programas sectoriales, que tienen cabida en el desarrollo de San Juan Bautista Tuxtepec, los cuales se retoman en este apartado. La información se organiza en dos subtemas, los programas de planificación territorial, que tienen influencia directa en materia de usos y destinos del suelo y los programas sectoriales que, pueden detonar de manera indirecta diferentes usos del suelo, por ejemplo los programas de reforestación de la Comisión Nacional Forestal, podrían tener efectos positivos en la recuperación de áreas de vegetación, mientras que los programas de estímulo productivo podrían incidir en la expansión de la frontera agrícola o pecuaria.

3.4.1 Compatibilidad de programas de planificación territorial

En el municipio convergen tres instrumentos de planificación territorial, Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca de 2016, El Programa Municipal de Ordenamiento Territorial 2018 y El Programa Municipal de Desarrollo Urbano, 2022. Las estrategias de los tres instrumentos se analizaron espacialmente para identificar la congruencia tanto de las unidades de gestión ambiental y territorial, como de la zonificación primaria.

Como se aprecia en la tabla 341.1, los instrumentos actuales tienen conceptos congruentes, una vez verificados estos aspectos, se realizó un análisis de sobreposición utilizando un Sistema de Información Geográfica. Tras la sobreposición de los insumos, se comprobó que a nivel geográfico existen incompatibilidades entre el POERT-EO y el PMDU, ya que las unidades de gestión territorial son completamente congruentes con ambos instrumentos. Tras el análisis espacial se identificó que las incompatibilidades son el resultado de las escalas utilizadas en cada instrumento territorial, ya que el POERT-EO, generaliza en mayor cuantía los atributos del territorio y el PMDU utilizó insumos con alto detalle.

Los conflictos ocurren en una superficie de 38 487 has, de las cuales el 67 %, corresponde a áreas que el POERT-EO, clasifica con política de aprovechamiento sustentable, pero que, en el PDUM, se identifican con de preservación de ecosistemas. Estas áreas son vegetación secundaria fragmentada que rodean las áreas productivas, el segundo, conflicto corresponde a 11 073 has del municipio que fueron identificadas como de aprovechamiento productivo en el PDMU, pero tenían política de preservación propuesta; es posible que estas áreas, sean el resultado de procesos de deforestación recientes. Finalmente, los conflictos entre áreas identificadas como de preservación en el

POERT-EO, pero catalogadas como urbanas o urbanizables, son aquellos caminos y zonas que por la escala del ordenamiento ecológico regional no fueron visibles.

Tabla 34 (341.1). Homologación de criterios para establecer las unidades de paisaje.

POERT-EO		POT 2018			PMDU		
Política	UGA	Uso	Unidad de paisaje	UGT	Zonificación primaria	Actividades identificadas	
Aprovechamiento sustentable	24	Asentamientos humanos	Paisajes urbanos, suburbanos e industriales	01,06,08,04	Área Urbana	Asentamientos, infraestructura, equipamiento	
					Área Urbanizable	Zonas de crecimiento urbano	
Protección propuesta	1, 2, 4 y 55	Agrícola, acuícola, ganadera	Paisajes agropecuarios y rurales	02,03,05,07,13,14,17,19,20,21	Área No Urbanizable	Reserva Ecológica Productiva	Agropecuarias
						Reservas Ecológicas Restrictivas	Rasgos naturales y con riesgos

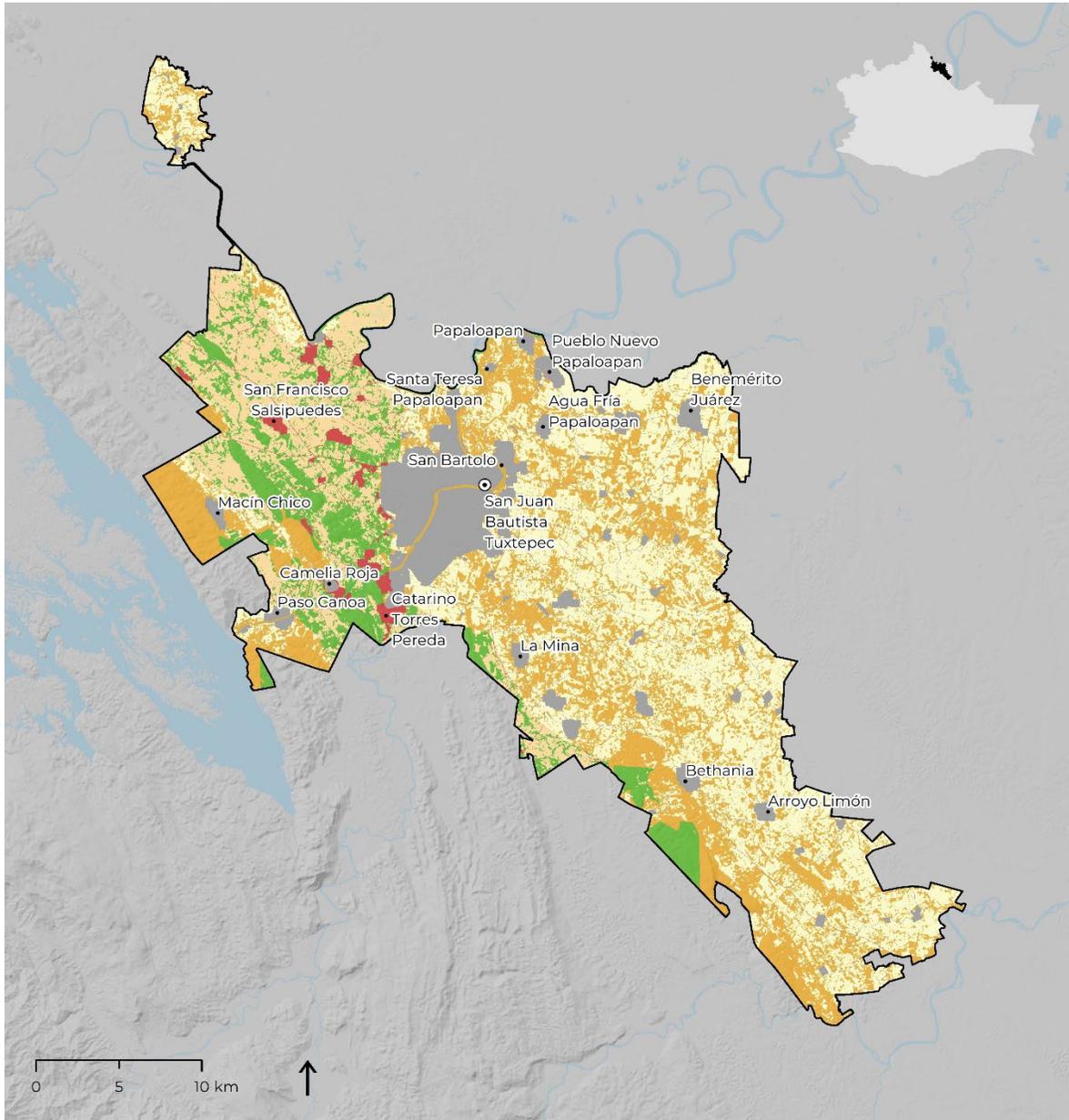
Fuente: Elaboración propia con datos del POERT-EO, PMOT 2018 y PMDU 2022

Tabla 35 (341.2). Compatibilidad entre los programas de planificación territorial

	Interacción	Superficie (has)
Conflictos		38 487.2
	Preservación (POERT)/ Urbano (PDMU)	1387.2
	Preservación (POERT)/ Agropecuario (POT PDMU)	11 073.4
	Aprovechamiento (POERT) / Preservación (POT, PMDU)	26 026.6
Sin Conflicto		49 349.6
	Preservación ecológica	8 937.2
	Áreas productivas	31 437.5
	Urbano o urbanizable	89 75.0

Fuente: Elaboración propia

Mapa 28 (341.1) Compatibilidad entre programas de planificación territorial



Simbología básica

- localidades mayores a 1000 habitantes
- ⊙ cabecera municipal
- ▭ limite municipal
- ▭ cuerpos de agua

Simbología temática

- Interacción
- ▭ Conflicto (Preservación (POERT)/Urbano (PDMU))
 - ▭ Conflicto (Aprovechamiento productivo / Preservación)
 - ▭ Conflicto, Preservación (POERT)/Aprovechamiento productivo (PDMU)
 - ▭ Sin Conflicto, Preservación ecológica
 - ▭ Sin Conflicto, Áreas productivas
 - ▭ Sin Conflicto, urbano o urbanizable

Fuente: Elaboración propia

3.4.2. Compatibilidad entre programas sectoriales

A partir de la descripción de los programas sectoriales descritos en la caracterización se analizó la relación que éstos pueden tener con las diez principales problemáticas socioambientales de San Juan Bautista Tuxtepec, las posibles relaciones se identificaron como positivas, cuando coadyuban a resolver la problemática, neutrales, cuando no inciden en la misma y negativas cuando contribuyen a incrementar las problemáticas.

En lo correspondiente a los programas federales, se identificaron 14 programas sectoriales que tienen acción en San Juan bautista Tuxtepec, cuatro de ellos, que corresponden a programas sociales, se consideraron neutros, por no incidir sobre los problemas socioambientales planteados, sin embargo, son indispensables para asegurar el bienestar de las personas. Se identificaron como negativos, algunos programas productivos, debido a que fomentan los factores que detonan la contaminación de diferentes recursos naturales y alientan a la tendencia de incrementar la superficie agrícola, lo cual detonaría procesos de deforestación.

Por su parte, se identificaron 18 programas estatales. En este nivel, se cuenta con un mayor número de apoyos para la conservación y restauración ambiental, que a su vez corresponden al mayor número de problemas socioambientales identificados durante la agenda ambiental y en la caracterización. Se identificaron dos programas que inciden de manera negativa sobre los problemas actuales y al igual que como ocurre con los problemas federales, ocurre porque mantienen las dinámicas y tipos de apoyo actuales al proponer estímulos para el uso de agroquímicos y por tanto se mantendrían los procesos de degradación de agua y suelo.

En San Juan Bautista Tuxtepec, se identificaron 10 programas sectoriales, al igual que en el ámbito Federal, la mayoría de ellos buscan mejorar las condiciones de vida de las personas vulnerables, que, aunque no es una de las principales problemáticas señaladas en la agenda ambiental es imperante para el desarrollo del municipio. Se aprecia que los programas que inciden de manera positiva de la resolución de la problemática son aquellos que se relacionan con el mejoramiento de la infraestructura, equipamiento y servicios urbanos, lo cual redundaría en la disminución de la contaminación ambiental.

Con la información disponible de los programas, no es posible identificar si generan cambios de uso del suelo, y su papel en la presencia de conflictos territoriales, esto ocurre porque no existe información precisa de las localidades que reciben los apoyos. Por lo que, tras comparar los tres órdenes de gobierno, se aprecia que existen complementariedades para resolver las principales problemáticas de San Juan Bautista Tuxtepec. De manera que se concluye que existen suficientes instrumentos para mejorar las condiciones actuales en el municipio, tanto ambientales, como urbanas y sociales. Por lo tanto, se retomará, esta información en el apartado de pronóstico y para plantear las estrategias en la propuesta del modelo de ordenamiento ecológico local.

A continuación se presentan las tablas de compatibilidad y los objetivos de los diferentes programas sectoriales, por cuestión de espacio los problemas fueron numerados del 1 al 10, con la siguiente lista:

1. Contaminación del agua
2. Gestión de residuos sólidos
3. Falta de apoyo a la productividad
4. Deforestación
5. Falta equipamiento y servicios de salud
6. Drenaje insuficiente y deficiente
7. Cambio climático
8. Inundaciones
9. Crecimiento urbano desordenado
10. Enfermedades y plagas

Tabla 36 (342.1).Compatibilidad de programas sectoriales federales

Programa	Objetivos	Beneficiarios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sembrando vida	Ayudar a mejorar la producción del campo	Personas campesinas en polígonos prioritarios										
Crédito ganadero a la palabra	Impulsar la autosuficiencia alimentaria y la producción pecuaria	Ejidatarios y pequeños propietarios										
Producción para el bienestar	Impulsar la producción de sorgo, arroz, trigo, frijol y maíz, con mejoramiento de prácticas agroecológicas	Productores ratificados en el censo de bienestar, que cuenten con hasta 3 ha de suelo.										
Apoyos a cafetaleros y cañeros del país	Apoyar a pequeños productores de café y caña de azúcar	Productores de café y caña de azúcar										
Precios de garantía para cultivos de maíz, frijol. Trigo, arroz y leche	Favorecer la soberanía alimentaria de los productores de ramas básicas	Productores agrícolas de granos básicos.										
Distribución de fertilizantes químicos y biológicos	Mejorar la producción de alientos	Productores agrícolas de granos básicos.										
Tandas para el bienestar	Brindar microcréditos a los emprendedores	Personas entre 30 y 64 años, con negocios diferentes a la minería y actividades agropecuarias.										
Apoyos para el desarrollo forestal sustentable	Contribuir a conservar la superficie forestal	Personas poseedoras de predios forestales										
Apoyo para el bienestar de los hijos e hijas de madres trabajadoras	Otorgar recursos económicos a hogares monoparentales de bajos recursos	Personas con hogares monoparentales, sin seguridad social y en situación de vulnerabilidad.										
Jóvenes construyendo el futuro	Que Jóvenes entre 18 y 29 años que no estudian ni trabajan tengan capacitación laboral	Jóvenes entre 18 y 29 años										

Programa	Objetivos	Beneficiarios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bienestar de las personas adultas mayores	Dotar de un apoyo universal a las personas mayores de 65 años	Adultos mayores a 65 años										
Programa jóvenes escribiendo el futuro	Brindar apoyo económico a los estudiantes de bajos recursos	Población indígena o afrodescendiente que viven en zonas de atención prioritaria										
Programa de Desarrollo Urbano y Vivienda	Programa que coadyuva a la reorientación de los usos y ocupación del suelo	Ayuntamientos que requieren de capacidades o instrumentos.										
Construcción de caminos rurales	Comunicar a las cabeceras municipales en Oaxaca y Guerrero con carreteras de concreto.	Caminos de acceso a comunidades indígenas										
Programa de agua potable, drenaje y tratamiento	Incrementar la cobertura de servicios mediante el desarrollo de infraestructura	Habitantes de comunidades con alta y muy alta marginación que carecen de los servicios										

Fuente: Elaboración propia. NOTA: las casillas rojas indican una relación negativa, las verdes positiva y grises corresponden a neutralidad

Tabla 37 (342.2). Compatibilidad de programas sectoriales estatales²

Programa	Objetivos	Beneficiarios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Caravanas bienestar	Atender a los municipios más pobres del Estado con los servicios que las diversas Secretarías e Instituciones públicas ofrecen, acercando a las personas que habitan en comunidades apartadas y que registran carencias sociales	Las personas de todas las edades que residen en el territorio oaxaqueño, tomando como prioridad la atención de los 100 municipios que conforman la estrategia de los territorios bienestar.										
Tequios bienestar	Crear procesos de intervención que propicien al mejoramiento y recuperación de espacios públicos en las diferentes regiones del estado, a través de la cooperación interinstitucional mediante la implementación de acciones enfocadas al beneficio común que fomenten el tequio e incentiven la participación ciudadana en la resolución de los problemas sociales.	Distintas zonas de atención y la participación de la sociedad civil en la aportación de soluciones, mecanismos y mano de obra en las acciones a realizar.										
Ferias bienestar	Brindar espacios para el desarrollo o la comercialización de productos y servicios locales	Personas artesanas, emprendedoras y emprendedores con enfoque especial en los grupos de atención prioritaria mujeres, adultos mayores, niñas niños y adolescentes, personas con discapacidad y comunidad LGBTIQ+.										

² NOTA: las casillas rojas indican una relación negativa, las verdes positiva y grises corresponden a neutralidad

Programa	Objetivos	Beneficiarios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tarjeta Margarita Maza	Contribuir a mejorar el nivel de ingreso de las Jefas de Familia entre los 18 y 64 años de edad que habitan en el estado de Oaxaca con un ingreso inferior a la Línea de Pobreza Extrema por Ingresos.	Mujeres que tengan un ingreso inferior a la línea de pobreza extrema, es decir, que ganan menos de \$2,110 pesos al mes. Mujeres que están a cargo de niñas, niños y adolescentes hasta los 18 años. Mujeres a cargo de personas con alguna discapacidad o enfermedad crónico-degenerativa. Mujeres que desempeñan una actividad de custodia o resguardo de personas víctimas indirectas de feminicidio.										
Alfabetización para el bienestar	Disminuir el analfabetismo en las personas jóvenes y adultas de 15 años en adelante, principalmente en los 100 municipios de mayor y menor rezago	La propuesta de alfabetización está dirigida a la población hispanohablante e indígena bilingüe, proyectada para un período de 8 a 10 meses										
Programa de Autosuficiencia para El Bienestar	Incrementar la producción de alimentos del campo, a través de la implementación de sistemas agroalimentarios locales sostenibles	El alcance del programa es atender 25 mil familias en su primer año de operación, hasta alcanzar 375 mil familias campesinas durante el sexenio.										
Programa Oaxaca Pecuario y Apícola	Impulsar la apicultura y producción ganadera	La meta es atender a productoras y productores en 80 municipios por año, esto conforme al PED 2022 – 2028										
Programa Acuicultura y Pesca Alimentaria	Se apoyará con incentivos en especie; económicos o financiamiento para repoblamiento y siembra con crías o larvas; autoconstrucción de unidades de producción, capacitación y transferencia tecnológica	Con estas acciones se estima apoyar durante el periodo de gobierno a 120 municipios en el estado										

Programa	Objetivos	Beneficiarios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Conservación Y Restauración Forestal	Reducir la deforestación y degradación de los ecosistemas forestales, mediante su restauración y protección, contribuyendo a su equilibrio y uso sustentable, así como a la conservación de la biodiversidad	Sin datos disponibles										
Programa Producción y Productividad Forestal Sustentable	Incrementar la producción y productividad del sector forestal del estado de Oaxaca, elevando los niveles de desarrollo forestal comunitario	Sin datos disponibles										
Programa de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano	Implementará un proceso de planeación territorial y urbana de los principales centros de población, conurbaciones y zonas metropolitanas del estado de Oaxaca.	Sin datos disponibles										
Programa de Mejoramiento Urbano	Impulsar acciones urbanísticas para mejorar la habitabilidad de dichos centros. Así mismo en cuanto al diseño de las ciudades y comunidades de la entidad se deberán considerar principios de accesibilidad universal, seguridad vial y sostenibilidad	Sin datos disponibles										

Fuente: Elaboración propia. NOTA: las casillas rojas indican una relación negativa, las verdes positiva y grises corresponden a neutralidad

Tabla 38 (342.3).Compatibilidad de programas sectoriales municipales³

Programa	Objetivos	Beneficiarios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Programa municipal de obra pública	Construir infraestructura urbana en con déficit de cobertura de servicios	Localidades con déficit de servicios										
Apoyo de infraestructura a productores	Fortalecer la producción primaria	Productores con necesidades de infraestructura										
Presupuesto participativo	Incrementar la gobernanza en la toma de decisiones	Ciudadanía mayor a 18 años										
Asistencia alimentaria para picadores de hule	Compensar el ingreso de las familias beneficiarias para mejorar su bienestar económico y su alimentación	Personas con vulnerabilidad social										
Banco de materiales para el bienestar	Para que los habitantes de escasos recursos cuenten con opción de construir y mejorar su vivienda	Personas con vulnerabilidad social										
Movilidad para el bienestar	Planificación, organización, y gestión de apoyos ortopédicos para las personas con algún tipo de discapacidad temporal o permanente y así reinsertarlos a la vida productiva	Personas con Discapacidad Motriz severa y permanente, Discapacidad intelectual, sordera permanente en ambos oídos, ceguera total y permanente, en este caso se contempla menores de 5 años.										
Bienestar hasta tu comunidad	Implementar un programa de Salud y de servicios mediante una caravana Móvil que recorrerá colonias y comunidades, para acercar los servicios a la población, priorizando a la primera infancia, en las localidades con mayor rezago social; a esta tarea, se convocará a las distintas dependencias estatales y federales	Las personas residentes en el Territorio municipal que requieran el servicio que proporciona la Unidad Móvil de servicios, priorizando a la primera infancia, en las localidades con mayor rezago social										

³ NOTA: las casillas rojas indican una relación negativa, las verdes positiva y grises corresponden a neutralidad

Programa	Objetivos	Beneficiarios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Asistencia alimentaria para el bienestar	Proveer con apoyo alimentario, de manera bimestral a las familias que vivan y se encuentren en estado de vulnerabilidad, que no cuente con ningún apoyo ya sea Federal, Estatal o Municipal	Para grupos de riesgo; preferentemente personas con discapacidad, infantes menores de cinco años, que se encuentren en estado de desnutrición leve, moderada y severa, aquellos que se encuentren es estado de vulnerabilidad, madres solteras, adultas mayores de 60 a 64 años 11 meses.										
Huertos familiares	Siembras en traspatios en bienestar de la salud de niños y adultos; a esta oportunidad de producción para el autoconsumo	Escuelas										
Programa de educación ambiental	Generar conocimiento, participación y apropiación del tema de cambio climático desde un enfoque de derechos de la infancia y adolescencia	Escuelas										

Fuente: Elaboración propia

3.5 Síntesis

Aptitudes y conflictos

A manera de síntesis del diagnóstico territorial, la aptitud del territorio es consistente con los usos actuales del suelo, las incompatibilidades por a vocación y el uso se presenta en aquellos casos donde el proceso desordenado de crecimiento urbano se realiza sobre áreas inundables incrementando la vulnerabilidad de las personas. A continuación, se describen los doce sectores analizados.

Caña de azúcar: este sector representa el 30 % de la superficie cultivada en el municipio, actualmente, la producción tiene como destino el ingenio López Mateos y en la alcoholera. Su cultivo y procesamiento se relacionan con algunos de los problemas socioambientales de Tuxtepec, tales como el aporte de contaminantes al agua, y emisiones a la atmósfera. Al realizar el análisis de aptitud se aprecia que se ubica de manera amplia en toda la parte central de Tuxtepec.

Plátano: es un cultivo que se practica mediante ejidatarios y pequeños propietarios en huertas pequeñas y medianas, que se concentran en la porción noreste de Tuxtepec, históricamente su superficie de cultivo se ha mantenido constante en 1 740 ha. Las plantaciones de plátano, ubicadas en la porción noreste del municipio en la parte más baja del Río Papaloapan, se desplantan en terrenos con aptitud alta, sin embargo, las cercanas a Paso Canoa, cuentan con vocación media, lo cual supone que los productores de esta área podrían requerir mayor cantidad de insumos para mejorar la producción.

Piña: en Tuxtepec, la piña tiene un valor cultural sumamente importante, su cultivo se desarrolla en la vertiente Noreste del municipio. Considerando las necesidades del cultivo, el área de aptitud corresponde a la región en la que el producto se cultiva y cosecha, no existen otras zonas en Tuxtepec, donde la piña se pueda producir.

Limón: este sector se localiza como policultivo, en 2021, se sembró la superficie histórica de 914 ha de plantaciones de limón, el cultivo creció en 100 ha, alternándose a otros cultivos como la caña, el plátano y el maíz, por lo que se aprovecha en una amplia porción del territorio. La aptitud para su producción está presente en Esta mezcla de condiciones se ubicó en la porción sur central, noreste, norte y cerca de Macín Chico.

Ganadería y pastos: Los pastizales dedicados a este sector abarcan una superficie de 36 490 hectáreas, y se trata de pastizales cultivados, es decir, áreas destinadas a la ganadería como pastos y praderas. Cuentan con una amplia distribución a lo largo del municipio, actualmente estas formas de vegetación son utilizadas para actividades pecuarias. El crecimiento de las áreas con pastos, no se refleja en los valores reportados por la SADER; de acuerdo con la información obtenida en campo y al análisis de deforestación descrito en la caracterización, se observa que el incremento de las áreas de pasto, ocurren de manera dispersa. Las áreas aptas para el establecimiento de pastos se localizan a lo largo de todo el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec, sobre todo en los límites con Veracruz.

Hule: De acuerdo con los datos históricos de SADER, se observa que las plantaciones de hule han ido en decremento; en la mesa técnica se señaló que este sector, es desplazado por otros productos agrícolas tales como el limón y la caña. De acuerdo con el interés sectorial, su aptitud debe estar encaminada a mejorar la productividad y promover los precios competitivos como un valor agregado al producto, por lo que, es importante identificar aquellas áreas donde actualmente se desarrolla la actividad y evaluar si resulta favorable su emplazamiento. Cerca de un tercio del municipio, tiene potencial para el aprovechamiento de hule. Las principales áreas se identifican entre La Mina y Tuxtepec, Arroyo Limón, la zona de Paso Canoa y al noroeste entre San Francisco Salsipuedes y la cabecera municipal.

Apicultura: Actualmente, la producción en el municipio de San Juan Bautista Tuxtepec es de cera y miel, que se producen en 14 apiarios. La actividad apícola presenta problemas por la presencia de enfermedades y la necesidad de incrementar la flora para la visita de las abejas. La aptitud del municipio para soportar la actividad apícola se ubicó en la porción central de San Juan Bautista Tuxtepec, cerca de Bethania y Arroyo Limón, asimismo, otras zonas relevantes se ubicaron, en la zona Noreste y Norte de Tuxtepec, justamente asociadas a las zonas de policultivo de limón, plátano y hule.

Turismo de naturaleza: Entre los atractivos turísticos actuales de Tuxtepec, se encuentran, las cascadas de Bethania; los balnearios los Manantiales en Bethania, Los Sauces en La Esmalta y el Balneario Sumatra. También se suma, el Castillo y el jardín botánico del Tecnológico Nacional. A estos atractivos pueden sumarse, algunas áreas cubiertas con selvas altas perennifolias, la Presa y el Lago Miguel Alemán (Temascal) y la Presa y Lago Miguel de la Madrid (Cerro de Oro).

Tiene potencial para desarrollar turismo cultural y rural, sobre todo para visitar comunidades como así visitar comunidades chinantecas. Considerando la concentración de actividades e infraestructura como indicativos de esta aptitud, actualmente se concentra en a la cabecera municipal. Si esta situación se quisiera modificar en conjunto con las áreas con vocación para el turismo de naturaleza, será necesario ampliar la cobertura de servicios e infraestructura para el turismo en el municipio.

Asentamientos humanos: El crecimiento de los asentamientos humanos en Tuxtepec, ha sido gradual con un porcentaje del 2.3 %, que supone el crecimiento el 73.3 ha promedio anuales. En el análisis de aptitud, se aprecia que la mayor aptitud se localiza en las áreas actualmente urbanizadas y en las zonas con vacíos urbanos ubicadas en las periferias de las localidades.

Industria alimentaria: Actualmente la industria alimentaria se representa por la Cervera y el Ingenio. El establecimiento de industria requiere de infraestructura instalada y funcionamiento logístico, por lo que como se aprecia en el análisis, las zonas con vocación se localizan en la cabecera municipal de Tuxtepec; no obstante, es importante indicar que, podrían instalarse microindustrias alimentarias en zonas de producción de hule, plátano y miel, para incrementar el valor agregado de los productos.

Minería no metálica: este sector no es relevante en Tuxtepec, ya que el aprovechamiento ocurre en pequeña escala y acorde a necesidades locales. No obstante, considerando los posibles efectos negativos hacia el capital natural se consideró necesario evaluar la aptitud para la actividad. Para ello se consideraron los suelos aluviales, por lo que las áreas de aptitud para la actividad se ubicaron en los márgenes de los principales embalses del municipio.

Identificación de áreas a preservar, proteger o restaurar

Protección y preservación: incluyen a aquellas áreas terrestres y acuáticas que funcionan como hábitat para la biodiversidad y son fundamentales para que los ecosistemas provean el conjunto de servicios ecosistémicos. Dado que, en San Juan Bautista Tuxtepec, no existen polígonos de Áreas Naturales Protegidas ni Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, se identificaron aquellas porciones del municipio con fragmentos de ecosistemas de mayor tamaño de manera que se posibilite el mantenimiento de las poblaciones de organismos nativos. También se analizaron las áreas de distribución potencial para las especies incluidas en las diferentes categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, la Lista Roja y el convenio CITES II. Se ubicaron áreas con potencial para la protección en la parte alta del municipio colindantes al AICA Cerro de Oro y cerca de Bethania. También se indica la necesidad de preservar aquellos fragmentos de selva, que constituyen un corredor biológico hacia Veracruz.

Áreas de restauración: son las superficies que presentan signos de degradación, entre los que se destacan procesos de fragmentación de selvas, procesos de erosión del suelo y presencia de contaminantes. Las zonas con muy alta necesidad de restauración son los ríos y las áreas de borde de los fragmentos de selva alta perennifolia, en los cuales se deben plantear medidas de paisaje que permitan contar con límites permeables para las diferentes especies de fauna. Las zonas de potencial alto de restauración se encuentran dispersas en el territorio dado que corresponden a suelos con síntomas de degradación por la acumulación de agroquímicos y con síntomas de erosión.

Caudal ecológico: Existe una problemática nacional relativa a la disminución del agua en los cauces, derivada de la competencia entre usos y la falta de regulación conforme a la disponibilidad del recurso. Actualmente la cuenca, posee un nivel A, lo que indica una presión de uso baja y estado de conservación muy bueno.

Compatibilidad entre planes y programas

En el municipio convergen tres instrumentos de planificación territorial, Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca de 2016, El Programa Municipal de Ordenamiento Territorial 2018 y El Programa Municipal de Desarrollo Urbano, 2022. Los instrumentos actuales tienen conceptos congruentes, una vez verificados estos aspectos, se realizó un análisis de sobreposición utilizando un Sistema de Información Geográfica. Tras la sobreposición de los insumos, se comprobó que a nivel geográfico existen incompatibilidades entre el POERT-EO y el PMDU, ya que las unidades de gestión territorial son completamente congruentes con ambos instrumentos. Tras el análisis espacial se identificó que las incompatibilidades son el resultado de las escalas utilizadas en cada instrumento territorial.

En lo correspondiente a los programas federales, se identificaron 14 programas sectoriales que tienen acción en San Juan bautista Tuxtepec, cuatro de ellos, que corresponden a programas sociales. Se identificaron como negativos, algunos programas productivos, debido a que fomentan los factores que detonan la contaminación de diferentes recursos naturales, pero con un adecuado manejo, se mitigarían estos efectos.

Se identificaron 18 programas estatales. En este nivel, se cuenta con un mayor número de apoyos para la conservación y restauración ambiental, que a su vez corresponden al mayor número de problemas socioambientales identificados durante la agenda ambiental y en la caracterización.

Se concluye que existen suficientes instrumentos para mejorar las condiciones actuales en el municipio, tanto ambientales, como urbanas y sociales. Por lo tanto, se retomará, esta información en el apartado de pronóstico y para plantear las estrategias en la propuesta del modelo de ordenamiento ecológico local.

Bibliografía

1. Bojórquez et al. 2001. GIS-based approach for participatory decision making and land suitability assessment. *Int. J. Geographical Information Science* Vol. 5 No. 2 129-150 pp
2. CONABIO. 2023. Naturalista. <https://www.naturalista.mx/>
3. CONAFOR. 2023. Sistema de Predicción de Peligro de Incendios Forestales. <https://snif.cnf.gob.mx/>
4. CONAGUA. 2023. Sistema Nacional de Información del Agua. <https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/>
5. Díaz, R. 2010. Expandiendo el mercado de bananos y plátano. Mundo Nuevo Agrícola Ganadera SPR de RL de CV. Programa de documento de casos de éxitos IICA-COFRUPO-SADER-CONACYT.
6. Domínguez Manjarrez, C. A., Bravo Álvarez, H., & Sosa Echeverría, R. (2015). Prevención, minimización y control de la contaminación ambiental en un ingenio azucarero de México. *Ingeniería Investigación Y Tecnología*, 15(4). Recuperado a partir de <https://www.revistas.unam.mx/index.php/ingenieria/article/view/45900>
7. García-Mendoza, A. J., Ordóñez, M. J. & Briones-Salas, M. (Eds.), 2004. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y World Wildlife Fund, México, D.F.
8. GBIF.org (14 enero 2018) Descarga de Registros de GBIF. <https://www.gbif.org/developer/summary>.
9. Hobbs R.J., Wilson A.M., 1998. Corridors: Theory, Practice and Achievement of Conservation Objectives. Pp. 265-279 En: *Key Concepts in Landscape Ecology*, Preston (UK): Dover J W., Bunce R.G.H., Kemp J.C., Barrett G. W., 1989. *Spatial Patterning: Impact of Uncultivated Corridors on Arthropod Populations Within Soybean Agroecosystems Ecology*, Washington (USA), Vol. 70, pp. 114-128.
10. INEGI. Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM) versión 2023. <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/>
11. 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.
12. NMX-AA-159-SCFI-2012 que establece el procedimiento para la determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas.
13. SADER. 2023. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON). <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>.
14. Steven J. Phillips, Miroslav Dudík, Robert E. Schapire. [Internet] Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1). Available from url: http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/. Accessed on 2023-12-8
15. Simonit, S. et al. (2020). Oportunidades de restauración funcional del paisaje en el Estado de Oaxaca, México. San José, Costa Rica: UICN ORMACC, y Gobierno del Estado de Oaxaca, México.
16. Zonneveld, I.S. (1995). *Land Ecology*. SPB Academic Publishing, Amsterdam.