2

Diagnóstico

2.1. Medio Físico Natural

2.1.1 Introducción

Con el estudio del medio físico se determina la capacidad de éste para soportar los distintos usos del suelo, su vulnerabilidad y las condiciones de su protección, así como la manera de restringir, implantar y gestionar los susodichos usos. Se trata de encontrar la aptitud de cada espacio territorial en función de sus características intrínsecas, a fin de determinar un nivel aceptable de uso y distribuir, mediante el plan, sus diversas modalidades en función de las consideraciones socioeconómicas, de infraestructura, etc., que influyen en la consecución de los objetivos buscados con este plan.

En este apartado se identifican las principales características del medio físico natural: fisiografía, relieve, pendientes, geología, edafología, vegetación, clima e hidrología, con el propósito de medir el impacto que ha tenido la actividad humana en este medio y entender cómo influye y condiciona las formas de utilización del suelo en Tijuana, y así contribuir a una mejor planeación del desarrollo urbano.

Como parte del esquema conceptual de ordenamiento territorial, este apartado se integra como un sistema de tres componentes:

1) Medio físico natural, en donde se analizan las características fisiográficas y la estructura del territorio, considerando los aspectos geológicos, edafológicos, hidrográficos, topográficos y algunos de los recursos bióticos más importantes.

2) Riesgos y vulnerabilidad, en el que se señalan los peligros y riesgos que originan los fenómenos naturales y los derivados del hombre que alteran y condicionan el adecuado desarrollo de las actividades productivas y sociales.

3) Contaminación ambiental, donde se plantean algunos de los principales problemas de contaminación que se presentan en aire, agua y suelo.

En cada uno de los temas tratados se identifican las áreas problemáticas que tienen que resolverse, lo que permite plantear las políticas e instrumentos que serán necesarios para corregirlos o mitigarlos. Al final se presenta un plano donde se observa la aptitud del suelo para soportar las diversas actividades implícitas en el desarrollo urbano de Tijuana, como conclusión al análisis del sistema natural.

2.1.2 Espacio Físico

2.1.2.1 Delimitación Geográfica del Centro de Población

El centro de población de Tijuana colinda al norte con el estado de California (Estados Unidos), al sur con el municipio de Playas de Rosarito, al este con la zona de conurbación con Tecate y al oeste con el Océano Pacífico. Sus coordenadas geográficas se ubican entre los 32° 34' y 32° 22' de latitud norte y los 116° 35' y 117° 07' de longitud oeste. El área de estudio tiene una superficie de 84,376.003 hectáreas, de las que 20,405.15 corresponden a la mancha urbana, que representa el 26% del área total (plano 1).

2.1.2.2 Fisiografía

Tijuana forma parte de la provincia fisiográfica de la península de Baja California, subprovincia Sierras de Baja California Norte, caracterizada por elevaciones topográficas que van del nivel del mar hasta los 1280 msnm. Las topoformas son muy heterogéneas; las más características son los sistemas de lomerío, las mesetas, las mesetas con lomeríos, la llanura y los valles intermontanos.

La franja costera se eleva a 200 msnm y consta de mesetas y lomeríos suaves, la mayoría de origen marino. La zona de tierras altas, al oriente de la anterior, tiene una altura promedio de 500 msnm y se conforma por un relieve de montañas y cerros. Esta franja está truncada al norte, a la altura de la Presa “Abelardo L. Rodríguez”, por una cadena transversal de cerros y oblicuamente por el Valle de las Palmas.

Las principales elevaciones[1] se encuentran al sur y al sureste del municipio: Cerro Bola (1280 msnm), Cerro Gordo (1140), Cerro San José (920), Cerro el Carmelo (880), Cerro San Isidro (840), Cerro la Zorra (820), Cerro el Diablo (780), Cerro el Coronel (720), Mesa Redonda (680) y Cerro Colorado (540). Otras elevaciones menores se localizan al oeste, en la mancha urbana, cercanas al cauce del Río Tijuana y a la Línea Internacional. En ellas se ubican los fraccionamientos Soler y Chapultepec y las colonias Alemán, Altamira, Independencia, Juárez e Hipódromo, la zona del Parque Industrial Pacífico y las colonias Reforma y La Presa. También está la zona de lomeríos altos frente a Playas de Tijuana, San Antonio del Mar, hacia Rosarito, y algunas mesetas que se encuentran frente al Océano Pacífico. Por su parte, al este se localiza una zona de lomeríos bajos donde se asientan las colonias Libertad, Postal, Buena Vista y Laderas de Otay, el fraccionamiento Murúa, el Cañón del Padre y la meseta de Otay, y entre los cauces del Río Tijuana y el arroyo Alamar, los fraccionamientos Los Álamos, El Vergel, Presidentes y Kino, y las colonias Guaycura, Azteca y las aledañas al Cerro Colorado. La mayoría de estas elevaciones tiene poca vegetación debido a los asentamientos humanos y a los incendios.

Todas estas elevaciones son importantes, pues al actuar como barreras físicas limitan el movimiento y traslado de personas, bienes y servicios de un punto a otro de la ciudad, lo que influye en la planeación urbana, y desde el punto de vista ambiental también inciden en la circulación de los vientos, en el traslado de emisiones contaminantes[2] y en la existencia de microclimas (plano 2).

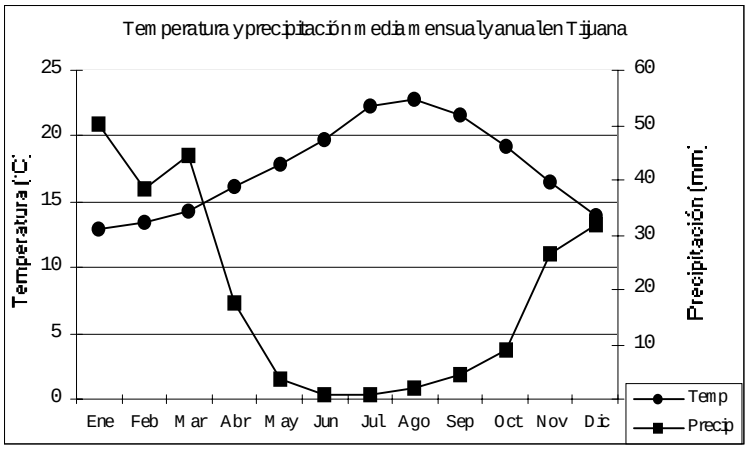
2.1.2.3 Clima

De acuerdo con la clasificación de climas de Copen,[3] modificada por Enriqueta García,[4] el clima de Tijuana es seco templado, tipo mediterráneo, con temperaturas promedio de 14.6 y 18ºC (la máxima es de 23ºC en los meses de agosto y la mínima de 10 y 11ºC en invierno). Hay un régimen de lluvias

1 Carta Topográfica 1:250 000 del INEGI, Tijuana 11-11.
2 Consultar el apartado de contaminación ambiental.
3 Ulrike Lohmann, *The Koppen Climate Classification as a Diagnostic Tool for General Circulation Models,* Max Planck Institute fur Meteorologie, 1992 (Copen, 1923).
4 G. Chávez, *Geomorfología de la cuenca del río Tijuana aplicada al análisis del uso del suelo a nivel regional.* En este trabajo, Chávez identifica los microclimas que existen en la cuenca del Río Tijuana: 1) templado-subhúmedo (Cs), con lluvias invernales mayores a 36%; 2) semifrío-subhúmedo [C(E)s(x’)], con lluvias invernales menores a 36% para la parte alta de la Sierra Juárez y en las montañas Laguna, y 3) el clima identificado por el símbolo Bsks, existente en la zona de tipo seco templado, con lluvias invernales mayores a 36%.

invernal, que ocurre de noviembre a abril, cuando se recoge el 91% del total de la precipitación anual, que es de sólo 203 mm en promedio. Durante el verano los cielos despejados dan por resultado una insolación de 250 cal/cm2./día a 575 cal/cm2/día. Esta radiación solar eleva las temperaturas al mediodía por arriba de los 26ºC, mientras que en el invierno las masas de aire polar marítimo favorecen con mayor frecuencia los días nublados, que atemperan el clima de la región. En la gráfica 2 se observan las condiciones de temperatura y precipitación, que muestran un comportamiento inverso.

Gráfica No. 2
Temperatura y precipitación media mensual y anual



Fuente: IMPlan, con base en información de la Carta Climática del INEGI[1]. Escala 1:1'000,000;

con datos de la estación meteorológica 28, localizada en la Presa "A. L. Rodríguez" de la CNA,[1] 1997.

En ciertas temporadas (1978, 1983, 1993), bajo la influencia del fenómeno meteorológico del Niño, las lluvias han hecho los inviernos tormentosos y trágicos, pues han causado severos daños e inundaciones. Sin embargo, los datos de precipitación indican que las tormentas son siempre de duración breve, y no pueden ser previsibles en monto ni en frecuencia, aunque en su mayor parte ocurren en periodos cíclicos (más o menos cada diez años) y dependen directamente de los cambios climáticos típicos de la zona.

Por otro lado, la tasa de evaporación anual es muy alta. El promedio reportado en Chula Vista, California, durante el periodo 1919-1981 es de 161 cm (64 pulgadas) por año,[5] con la máxima ocurrencia en julio; un promedio de 19 cm (7.6 pulgadas) por mes. El promedio mensual de evaporación mínimo sucede en diciembre, con 7 cm (2.8 pulgadas).

Estos patrones de comportamiento meteorológico son interrumpidos cuando soplan los vientos provenientes del norte, secos y calientes, conocidos como "vientos de condición Santa Ana".[6] Este fenómeno se caracteriza por vientos fuertes, provenientes del noreste, pasando por las montañas con dirección al mar, lo que ocasiona movimientos de masas de aire de tierra. Tal condición puede ocurrir durante un periodo que suele variar de algunos días hasta algunas semanas al año.

El comportamiento meteorológico es un factor importante en la edificación urbana, no sólo por criterios de asoleamiento para distribución de viviendas, sino porque aporta información sobre variaciones climáticas útil para decidir la localización adecuada de cierto tipo de establecimientos industriales, con previsiones sobre las necesidades adicionales de equipos de enfriamiento o calefacción. También es un elemento útil para evaluar las medidas pertinentes en la dispersión de cierto tipo de contaminantes.

[5] IBWC, 1981.
[6] Este fenómeno resulta de gran importancia para entender la contaminación atmosférica en la región Tijuana-San Diego.

2.1.2.4 Hidrología Superficial

Los ríos, los arroyos y otros cuerpos de agua de la localidad son otro aspecto importante de la fisiografía. Su identificación resulta imprescindible para formular las estrategias de planeación urbana y de conservación que se plantean en este programa. En términos generales, la mayoría de los 53 arroyos que se encuentran en el centro de población son temporales, ya que sólo llevan agua en época de lluvias (plano 3).

Estas corrientes de agua, sean permanentes o temporales, forman parte de un sistema de subcuencas,[7] microcuencas y nanocuencas que conforman la denominada "Cuenca Hidrológica del Río Tijuana", que abarca parte de los territorios de Baja California (México) y California (Estados Unidos), con una extensión de 4 465 km², con más de las dos terceras partes en territorio mexicano.

En el ámbito urbano y con base en el destino de los flujos de agua y escurrimientos, el sistema hidrológico se integra por *1)* el Río Tijuana, margen derecha, *2)* el Río Tijuana, margen izquierda, y *3)* la vertiente costera, que drena hacia el Océano Pacífico. A su vez, este sistema se subdivide en 29 subcuencas hidrológicas más pequeñas (plano 4).

Uno de los problemas que se presentan en la gestión y manejo de este recurso es la gran dispersión normativa y la descoordinación de competencias[8] en los distintos niveles de gobierno. Esta situación, aunada al ritmo de crecimiento de la ciudad y la falta de control de los asentamientos humanos, origina un rezago en control e intervención en ríos y arroyos de la ciudad, que la mayoría de las veces se limita a proyectos de canalización e infraestructura fluvial enfocados a la protección civil, que no toman en cuenta las características y funciones naturales que estos sistemas tienen y deben mantener en las zonas de conflicto urbano, lo que hace que se perciban como elementos ajenos o inconvenientes para la ciudad.

2.1.2.5 Hidrología Subterránea

En Tijuana existen cuatro zonas importantes de recarga natural al acuífero:[9] los arroyos Alamar, El Florido, Matanuco y de las Palmas (plano 5), donde se generan los principales sistemas de flujos regionales[10] y locales, así como afloramientos de aguas subterráneas (manantiales de aguas frías), algunos localizados hacia la parte media de los afloramientos ígneos al noreste del centro de población, donde se presentan cambios en la litología y permeabilidad.

El abastecimiento de agua potable de Tijuana por extracción subterránea tiene actualmente usos limitados, y en el perímetro urbano tiene principalmente dos sub-alevos: el Río Tijuana y el Arroyo Alamar, fuera de los cuales se encuentra el Río La Misión, a 67 kilómetros al sur de la ciudad.[11] Estas zonas son alimentadas por un sistema de escurrimientos regionales y locales de tipo superficial, rodeados por cuencas y microcuencas que permiten la ubicación de 100 pozos y 310 norias.[12] La Comisión Nacional del Agua (1996) reporta que el acuífero del Río Tijuana tiene una recarga de 24.8 millones de metros cúbicos, en tanto que se extraen otros 24 millones de metros cúbicos. De tal manera, el acuífero se encuentra en equilibrio, y su uso principal en el valle del Río Tijuana ha sido para cubrir las necesidades de las actividades agropecuarias y domésticas situadas en esta zona.

[7] La división en subcuencas y microcuencas es un criterio físico que la autoridad encargada de la administración del agua considera como básica para efectuar una mejor planeación y administración de este recurso.

[8] Las competencias en la administración de ríos y agua son tan amplias que dificultan las oportunidades de gestión y aprovechamiento sustentable.

[9] La definición del acuífero se da por la composición de su litología, la cual se constituye principalmente de materiales aluviales sedimentarios, como las gravas y arenas, seguido en importancia por limos y arcillas, que ofrecen un coeficiente de transmisibilidad de 11.8 x 103 m^2. Esta característica les imprime una alta vulnerabilidad a la contaminación debido a la facilidad de dispersión de agentes ajenos al sistema o potencialmente contaminantes.

[10] El sistema de flujo regional es aquel cuya recarga ocurre en zonas topográficas más altas, sin perder conexión hidráulica con el flujo subterráneo.

[11] Datos proporcionados por la CESPT.

[12] Ver el apartado de contaminación ambiental del agua.

2.1.2.6. Geología

En cuanto a la composición geológica de sus materiales, el terreno de Tijuana presenta una escasa consolidación, característica que, junto con las pendientes, condiciona el crecimiento urbano por los graves riesgos de sufrir deslaves y derrumbes, y por las posibles fallas en las técnicas de edificación y en los materiales utilizados,[13] por lo que se debe cuidar que las normas de edificación sean acordes con las especificaciones de resistencia y estabilidad de dichos materiales.

Tabla 4. Sistema Hidrológico

Unidad	Características	Política de gestión
CUENCA DEL RIO TIJUANA	Compartida con Estados Unidos. Abarca 4 465 km^2 y dos terceras partes de su superficie se ubican en territorio mexicano.	Planeación binacional de actividades y Desarrollo. Protección y aprovechamiento racional de las áreas naturales.
SUBCUENCAS	De 29 en total, 23 drenan al Río Tijuana y seis al Océano Pacífico. Superficies variables, pendientes moderadas con alta erosión y velocidades de escurrimiento de moderado a alto. Precipitación promedio baja y litología dominante tipo sedimentario aluvial.	Protección en cauces principales. Usos diversos, con políticas de ordenamiento.
CUERPOS DE AGUA	**Presa "El Carrizo"** Suelo impermeable. Flora y fauna variables. Control de almacenamiento de agua para uso potable.	Definición de franja de protección al vaso. Zona de usos controlados sujeta a planes de manejo, usos habitacional, de baja densidad de tipo campestre y recreativos.
	Presa "Abelardo L. Rodríguez" Dotación de agua potable para la ciudad. Suelo impermeable tipo intrusivo. Calidad de paisaje con rasgos notorios y dominantes. Control de avenidas; protección a zonas habitadas en los valles inundables.	Almacenamiento de agua potable. Definición de zona de protección del vaso. Zona de usos controlados habitacional, baja densidad de tipo campestre y recreativos.
RÍOS	**Río Tijuana** Canalizado 100% con concreto. Eje vial articulador de la ciudad. Principal zona comercial y de desarrollo urbano.	Protección de la zona federal. Protección de los cauces de los ríos. Planeación del desarrollo urbano en las zonas aledañas.
	Arroyo Alamar Sin canalización. Zona de recarga acuífera. Flujo de agua permanente y escaso. Sin esquema de desarrollo definido.	Canalización ecohidrológica propuesta. Elaboración del Plan Parcial de Desarrollo Urbano, con asignación de densidades Habitacionales de medias a bajas, áreas Comerciales, usos y actividades deportivas y recreativas, actividades culturales. Protección de las zonas de recarga acuífera y con vegetación riparia.
	Arroyo Las Palmas Sin canalización. Recarga de mantos acuíferos. Aporte de agua a la Presa "Abelardo L. Rodríguez".	Protección de zona de recarga. Protección a la calidad del agua. Planeación y ordenamiento territorial del desarrollo urbano en las zonas aledañas.
	Arroyo Matanuco Recarga de mantos acuíferos. Inicia canalización.	Protección de zona de recarga. Planeación y control del uso de suelo. Canalización sin concreto.
	Arroyo El Florido Recarga de mantos acuíferos. Sin canalización.	Protección de zona de recarga. Planeación y control del uso de suelo. Canalización sin concreto.

[13] Ver el apartado de riesgos y vulnerabilidad de este documento.

Unidad	Características	Política de gestión
ARROYOS	Pendientes 5%-15%. Escurrimientos temporales no permanentes. La mayoría sin delimitación; obras de protección o canalización. Suelos aluviales. Invasión ilegal de cauces.	Delimitación federal. Control de asentamientos humanos irregulares. Política de protección de cauces. Integración al sistema de áreas verdes. Usos recreativos.
ESCURRIMIENTOS PLUVIALES	Intermitentes. Alto efecto erosivo y de arrastre en época de lluvias.	Instalación de infraestructura pluvial. Política de protección.

De acuerdo con la clasificación geológica del INEGI,[14] los diversos materiales geológicos se clasifican por su origen, compactación, tamaño de grano, sitio de formación, etc., en rocas ígneas extrusivas, ígneas intrusivas, metamórficas y sedimentarias, que definen las características particulares de resistencia para diferentes usos recomendados (tabla 5 y plano 6).

De manera general, la composición geológica de la ciudad está dominada por rocas sedimentarias areniscas en la parte oeste, en las mesetas de Playas de Tijuana y San Antonio de los Buenos, igual que en la delegación La Mesa y parte del sudeste de la delegación de La Presa y El Florido. Las “tobas” básicas se localizan en la región sur de Playas de Tijuana, Baja Malibú y parte de Lomas de San Antonio de los Buenos y de Playas de Tijuana, hasta su colindancia con el municipio de Rosarito. Las rocas sedimentarias y los conglomerados abundan en la Mesa de Otay; las rocas ígneas intrusivas andesíticas en el Cerro Colorado y el Mariano Matamoros, y algunos puntos al sudeste de La Presa, al norte de la cortina de la presa y en las cercanías del rancho “La Esperanza”, las rocas son ígneas intrusivas de tipo granito. Asimismo, gran parte del cauce del Río Tijuana está formado por rocas sedimentarias, compuestas por arenas y limos medio compactados.

Las alturas de las distintas terrazas, mesetas y lomeríos tienen una antigüedad de varios millones de años, lo que indica que ha existido un régimen de levantamientos y subsidencias con fallas e inclinaciones de bloques terrestres, característica que explica la estructura topográfica de esta zona.

Los comportamientos estatigráficos y geológicos de la ciudad, junto con la topografía y los tipos de suelo, hacen necesario realizar estudios para determinar las condiciones geológicas a una escala menor, que sirvan para prever la magnitud del peligro que existe en algunas zonas que actualmente se están urbanizando.

En resumen, los materiales geológicos que predominan en la ciudad son de tipo sedimentario, jóvenes y muy poco consolidados, lo que, además de las pendientes pronunciadas y las técnicas de edificación, origina que los riesgos por deslaves y derrumbes sean mayores,[15] situación que influye en el crecimiento urbano y hace necesaria la creación de normas específicas para edificación.

[14] Carta Geológica de Tijuana 11-11. SPP 1:250 000 y 1:50 000.
[15] Ver el apartado de riesgos y vulnerabilidad.

Tabla 5. Geología Local

Rocas	Características	Recomendaciones para urbanizar
SEDIMENTARIAS Limonita-arenisca	Se localizan en la zona de Playas de Tijuana, constituida por areniscas y limonitas con poca consolidación, de origen marino, de grano fino a medio; forman estratos débiles y susceptibles a rápida erosión. Plasticidad moderada. Permeabilidad moderada. Se estima una edad probable del Plioceno tardío al Pleistoceno.	Condicionado para urbanizar, especialmente en combinación con altas pendientes.
SEDIMENTARIAS Arenisca-conglomerado	Se le ubica entre el cauce del Río Tijuana y la zona de Playas de Tijuana; al Oeste de la Presa "Abelardo L. Rodríguez", y en las márgenes del Arroyo Alamar y de la frontera internacional. Este material está pobremente consolidado, es de baja plasticidad y permeable, y se le relaciona con los movimientos de laderas. Se le estima una edad probable del Plioceno Tardío.	Condicionado para urbanizar, especialmente en combinación con altas pendientes.
SEDIMENTARIAS Aluvión	Se ubican mayormente en los cauces de ríos y arroyos que cruzan la región de Tijuana, donde se ubican los desarrollos urbanos más extensos. Son depósitos limosos, arenosos y de guijarros, pobremente consolidados y de tipo permeable. Se estima una edad del Cuaternario.	Factible de urbanizar.
SEDIMENTARIAS Conglomerado	Se localizan en las márgenes del área sur del Río Tijuana, desde la Presa "Abelardo L. Rodríguez" hasta el Arroyo Alamar; material medianamente consolidado, permeable y de baja plasticidad. Se estima una edad aproximada del Plioceno y del Mioceno.	Factible de urbanizar, con dificultades para cimentar.
SEDIMENTARIAS Arenisca	Se les ubica en la parte este de la ciudad, en el área localizada entre el Río Tijuana y el Arroyo Alamar, y en la parte sur de Tijuana. También se le encuentra en la Mesa de Otay, al este del Aeropuerto Internacional. Se le considera uno de los materiales dominantes en el área de Tijuana. Son poco consolidadas, susceptibles a la erosión y de naturaleza permeable. Edad probable entre el Mioceno y el Cuaternario.	Factible de urbanizar.
Roca ígnea intrusiva	Roca de tipo granito, batolítico, andesita prebarolítica, granodiorita, basalto y andesita, de consistencia dura. Impermeable, material competente.	Mayor seguridad para la edificación. Costos elevados para cimentar.

2.1.2.7 Fallas Geológicas

Las fallas y fracturas geológicas, al igual que otras características del medio natural, tienen gran importancia porque conllevan cierto riesgo y condicionan los usos del suelo. Enseguida se hace una descripción de las más significativas, a fin de retomar su problemática en el apartado de riesgos físicos. La geología de la ciudad está segmentada por una serie de fallas geológicas que han sido descritas en numerosos estudios sobre la región.[16]

A escala local,[17] y con relación al centro de población, se identifican una serie de fallas, la mayoría de tipo normal y algunas con grandes saltos, que pueden apreciarse en la fotografía aérea de Tijuana. Las de Agua Tibia, García, La Nación, La Gloria, los Buenos del Mar y Agua Caliente son las más importantes y se han reportado en estudios más recientes.[18] Por otro lado, las fracturas que se pueden encontrar, ya sea asociadas a fallas o inducidas por la debilidad estructural del terreno, también se deben señalar para evitar problemas en las construcciones (plano 7).

2.1.2.8 Edafología

El conocimiento de los suelos permite identificar suelos aptos y no aptos para los diferentes usos y actividades socioeconómicas (habitacional, de servicios, turístico, industrial, de preservación ecológica, de forestación, etc.). Asimismo, se pueden detectar aquellas zonas erosionadas, inestables y de riesgo para la población.

Tijuana cuenta con suelos producto de la erosión de rocas graníticas, típicas de las sierras colindantes, que en general son de tipo arenoso grueso y medio.[19] Los criterios de clasificación que se exponen a continuación están basados en el sistema de clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), que considera las características fisicoquímicas de los suelos para su clasificación con fines agrícolas. De esta manera, a continuación se describen los tipos de suelo predominantes (plano 8).

Regosol. Suelos no consolidados de tipo blanquecino o amarillento; su máxima uniformidad se da en la zona sureste de la ciudad, sobre lomeríos, mesetas y sierras. Tienen una textura de media a gruesa y pueden ser profundos o superficiales. Su fertilidad es variable y está condicionada a la profundidad, a la pedregosidad y a la disponibilidad de agua. Generalmente tienen bajos contenidos en nutrientes y materia orgánica; son más inestables y propensos a la erosión natural. Se cree que provienen de los regosoles arenosos de montaña. Se localizan al sureste de Playas de Tijuana y en San Antonio de los Buenos. Su urbanización está condicionada por las pendientes y los materiales utilizados en la construcción.

Litosol. Estos suelos ocupan la parte norcentral de la ciudad, algunos en la cuenca del Río Tijuana, y se extienden hasta la frontera con California. Se caracterizan por su tonalidad clara y su mayor contenido de materia orgánica; a diferencia de los regosoles, son más permeables. Pertenecen a este grupo los xerosoles, que tienen capas superficiales más oscuras y profundas, con cantidades mayores de materia orgánica. Por su estructura, son más aptos para los usos urbanos.

Vertisol. Son suelos arcillosos, oscuros, con alto contenido de materia orgánica, además de hierro y magnesio, producto de la roca madre de origen. Son suelos profundos que se caracterizan por sus grietas en época de sequía, además de volverse pesados y con drenaje insuficiente durante las precipitaciones pluviales. Por sus características, resultan poco convenientes para la

[16] R. Gordon Gastil *et al., Reconnaissance Geology of the State of Baja California,* The Geological Society of America, Inc., 1975.

[17] La presencia de fallas delimita bloques geológicos y evidencia la presencia de procesos estructurales activos que provocan el deslizamiento y el rompimiento de los materiales geológicos. La descripción de su naturaleza y su escala de actuación se refiere, primero, a la existencia de condiciones de orden regional, a las cuales se liga la existencia de condiciones subregionales y locales, con muy distintas escalas de aproximación.

[18] L. Mendoza y J. Acosta, *Estudio para la identificación y fundamentación de zonas sísmicamente vulnerables en la ciudad de Tijuana, B. C.,* CICESE, 1995, p. 9.

[19] T. Oberbauer, 1994, y B. Alexander, s/f.

urbanización, sobre todo en las partes bajas. Se localizan en la Mesa de Otay y sobre el valle en que se asienta la ciudad.

Feozem. Se localizan fundamentalmente en el centro, al oeste y en mayor cantidad en el suroeste de la ciudad. Tienen una capa superficial de color pardo oscuro, con abundancia de materia orgánica. Por sus características químicas, son suelos con alta productividad agrícola. Sin embargo, por su ubicación en altas pendientes y por la escasez de agua su uso para fines agrícolas es restringido. Por otro lado, tienen una alta vulnerabilidad frente a la erosión natural y antrópica.

Para clasificar[20] los suelos también es útil el conocimiento de la geología, su estratigrafía y propiedades de resistencia[21] (tabla 6 y plano 9).

2.1.2.9 Topografía y Pendientes

La topografía, como elemento fisiográfico del territorio, presenta variaciones a lo largo y ancho del centro de población (plano 10). Un factor importante es su característica dominante y su definición de la estructura urbana, no sólo en la forma que resulta de su naturaleza, sino en los tiempos en que se puede integrar dicha estructura, ya que dependerá de lo accidentado del terreno el que sea económicamente viable efectuar o no acciones de urbanización y/o desarrollo urbano. La importancia de su definición afecta también las políticas que se apliquen en colonias de difícil acceso o en zonas de topografía llana, sin mayor complicación para el desarrollo urbano. Por otro lado, y como se verá mas adelante en la sección de riesgos y vulnerabilidad, el factor pendientes se liga directamente a los riesgos en la ciudad.

De acuerdo con los criterios de desarrollo urbano, los accidentes topográficos pueden representar restricciones así como oportunidades para la introducción de servicios y desarrollo de actividades y usos dentro de este espacio territorial. El rango de pendientes varía de 0 a 35% (tabla 7 y plano 11).

2.1.2.10 Factores Bióticos

El clima de tipo mediterráneo en las inmediaciones de una región árida provee y acentúa características únicas en cuanto a las especies presentes y el ecosistema mismo, el cual en Tijuana es compartido con el sur del estado de California. Prueba de ello son las marcadas variaciones en las asociaciones vegetales en el gradiente altitudinal en distancias relativamente cortas, propias de esta región biogeográfica. Con las aseveraciones descritas, es posible considerar a esta región como única en el país en cuanto a la distribución y adaptaciones de los entes biológicos.

En el caso de Tijuana, el entorno de estos ecosistemas está siendo restringido rápidamente por el modelo de desarrollo aplicado, el esquema de urbanización y de ocupación del territorio (asentamientos irregulares)[22] que ha afectado la diversidad y abundancia de especies por el alto deterioro que han sufrido dichas comunidades, limitando cada día las posibilidades de preservación. A pesar de esta seria afectación, subsisten zonas hacia el este, sudoeste y sudeste del centro de población y en su interior que todavía mantienen superficies con vegetación natural, que están amenazadas por el desarrollo urbano, las modificaciones al medio natural o la introducción de otras especies que compiten por el hábitat y las desplazan. La descripción de la flora y fauna del centro de población hace referencia a zonas y ecosistemas altamente perturbados, con gran presencia de especies oportunistas o de tipo inducido, así como a zonas relicto con gran potencial ecológico.

20 Los criterios de clasificación del suelo que se exponen a continuación responden a las necesidades de planeación de los usos del suelo para el crecimiento urbano, para identificar suelos aptos y no aptos para el desarrollo urbano. Por esta razón no se considera la clasificación de suelos del INEGI, ya que dicho sistema considera las características fisicoquímicas del suelo para fines agrícolas.

21 Para la clasificación de los suelos y sus propiedades, se utilizó el sistema unificado de clasificación de suelos, que se refiere a las características de los materiales correlacionando las características referentes a la geología.

22 De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo 1998-2001, la mancha urbana tiene una velocidad de crecimiento del orden de 3.5 has/día, lo que significa una constante fragmentación y transformación de los espacios naturales en ecosistemas urbanos.

Tabla 6. Clasificación de Suelos[23]

Tipo de suelos	Localización	Características	Recomendaciones para urbanizar
Suelos aluviales licuables (tipo inorgánico).	Valle o planicie depositacional de ríos (zona de ríos).	Acumulación de material proveniente de áreas de erosión, principalmente arenas de grano medio a fino, limos de baja compacidad, con capas delgadas de limos plásticos y arcillas.	Son propicios para construcción, pero pueden representar desventajas para las edificaciones por ser suelos susceptibles a la licuación.
Suelos fluviales, disperivos o erosivos.	Zona de terrazas fluviales o lomas altas al margen de la zona de ríos.	Mezcla de arenas finas y limos arcillosos en proporciones Variables; también se presentan conglomerados de boleos y grava, grano grueso de consistencia pegajosa, altamente erosionable a causa del agua, con tendencia al desprendimiento; resistencia media.	Propicios para la edificación y la introducción de Infraestructura; recomendables densidades bajas y medias.
Suelos marinos colapsables	Meseta marina de Playas	Rocas tales como lutitas, arcillas y areniscas. Grano fino a medio, poco Consolidado, fácilmente erosionable. Susceptibles al fenómeno de tubificación y colapsamiento. En condición seca son fuertes y estables, pero al sustraerse agua se encogen y sufren contracciones.	Son propicios para habitacional de media y baja densidad; necesaria aplicación de controles de diseño e ingeniería.
Suelos expansivos	Meseta marina de Otay	Mezcla muy compacta de gravas, arenas, boleos y arcillas de color rojizo, que en condición seca son fuertes y estables, pero ofrecen tendencia al agrietamiento y a la expansividad en presencia de agua, provocando rupturas en redes de agua y drenaje, y cuarteaduras en las construcciones.	No recomendables para construcción; condicionados a la aplicación de estudios y controles geotécnicos.
Suelos fluviales mixtos	Zonas de lomeríos suaves	Incluyen sedimentos fluviales, clásticos, continentales, tepetatosos, conglomerados y areniscas, usualmente cubiertos por una mezcla de arenas, limos y arcillas en proporción variable; afloramientos basálticos, volcano-sedimentarios y metavolcánicos; suelos medianamente competentes aptos para construcción.	Aptos para construcción con restricciones por pendientes y fallas.
Suelo ígneos competentes:	Montañas y afloramientos ígneos	De consistencia dura y resistente. Compuestos de roca granítica, andesita prebatolítica, granodiorita y andesita postbatolítica.	Ofrecen buen soporte a las edificaciones pero presentan algunas dificultades para la cimentación.

[23] Adaptación de "Clasificación de suelos", tomado de A. Rocha, trabajo presentado en la VII Reunión Nacional de Mecánica de Suelos del Noroeste, 1974, y de García Fons, "La geotecnia en Tijuana. Apuntes sobre la práctica de la geotecnia en Tijuana, B. C.", 1996.

Tabla 7. Rangos de Pendientes y su Clasificación

Pendiente (rango)	Clasificación	Potencial de riesgo
0-2%	2.1.3 Apta	Medio
2-5%	Óptima	Bajo
5-15%	Apta	Medio
15-35%	Condicionada	Alto
< 35%	No apta	Muy alto

Fuente: IMPlan, 20

Tabla 8. Clasificación de Pendientes

Pendiente	Características	Usos recomendables
0 – 2%	Terreno plano, susceptible a estancamiento de agua. Tiene problemas para el tendido de redes subterráneas de drenaje. El costo de su introducción resulta muy elevado. Asoleamiento regular. Visibilidad limitada. Se puede controlar la erosión. Consideraciones especiales para la Reforestación por las condiciones del suelo. Ventilación media.	Adecuada para el desarrollo urbano en tramos cortos (100 m), pero inadecuada para tramos largos (100 m). Construcción a baja densidad. Agricultura. Zonas de recarga acuífera. Recreación intensiva y extensiva. Áreas verdes. Áreas recreativas.
2-5%	Terreno sensiblemente plano, susceptible a estancamiento de agua. No representa problemas para el drenaje natural ni para el tendido de drenaje subterráneo, vialidad, redes de servicio, construcción y obra civil. Asoleamiento regular. Visibilidad limitada. Consideraciones especiales para la Reforestación por las condiciones del suelo. Se puede controlar la erosión. Ventilación media.	Óptima para el desarrollo urbano y equipamiento. Construcción a mediana y alta densidad. Apta para equipamiento. Agricultura. Zonas de recarga acuífera. Recreación intensiva y extensiva. Instalación de parques industriales.

Tabla 8. Clasificación de Pendientes
(continuación)

Pendiente	Características	Usos recomendables
5-15%	Pendientes moderadas. Erosión media. Puede presentar algunas dificultades en la planeación de redes de servicio, vialidades y construcción. Asoleamiento constante. Buenas vistas. Movimientos de tierra. Cimentación irregular. Visibilidad amplia. Ventilación aprovechable.	Aptas para el desarrollo urbano y equipamiento. Construcción a mediana y alta densidad. Aptas para recreación y deportes. Instalación de parques Industriales. Áreas verdes. Áreas recreativas.
15-35%	Pendientes considerables. Alta erosión. Costos extraordinarios para la dotación de infraestructura. Buen asoleamiento. Susceptibles a movimientos de tierra. Cimentación irregular. Visibilidad amplia. Buenas vistas. Ventilación aprovechable.	Condicionadas para el crecimiento urbano y equipamiento. Aptas para recreación, áreas verdes, zonas de preservación ecológica.
35%	Pendientes extremas; representan un alto grado de riesgo dadas las características particulares del suelo de la región. Presentan costos excesivos para la Introducción y operación de infraestructura y servicios urbanos, incosteables de Urbanizar. Susceptibles al deslizamiento de laderas. Zonas deslavadas. Erosión fuerte. Asoleamiento extremo. Buenas vistas.	No aptas para el crecimiento urbano. Aptas para recreación, áreas verdes, zonas de preservación ecológica. Usos pecuarios u hortícolas de baja escala.

Fuente: Instituto Municipal de Planeación (2001).

2.1.2.10.1 Flora

Tijuana pertenece a la región fitogeográfica californiana o mediterránea, que comparte con la parte sur de California. Las comunidades vegetales más representativas en esta región son matorral costero, chaparral y vegetación riparia (plano 12).

Matorral costero. Este tipo de vegetación prolifera en terrenos inhabitados confinados en sitios secos, con una notable influencia, sin embargo, de la brisa marina, de suelos poco profundos o de sustratos granosos o arenas bien drenadas. Cabe señalar que esta vegetación es más vulnerable al desplazamiento por urbanización que el resto de los ecosistemas, particularmente por el proceso de conurbación que se está desarrollando en la porción costera de los municipios de

Tijuana y Playas de Rosarito.[24] Entre las especies más comunes de este tipo de vegetación se tiene: "alcanfotilla" *(Artemisia californica),* "casa de indio" *(Lotus scoparius),* "bisnaga de la costa" *(Ferocactus viridescens),* "valeriana" *(Eriogonum fasciculatum),* "flor de mayo" *(Viguiera lacinata)* y "hierba del vaso" *(Encelia californica),*[25] así como variedades del tipo semisuculento *(Euphorbia misera*) y suculento de la familia cactácea, como *Opuntia parryi, O. littoralis, O. choya, Myrilocactus cochall*, y también a manera de roseta como *Agave shawii* y *Dudleya sp.* En este espacio las políticas de protección y conservación se requieren de forma urgente debido a las velocidades de cambio de uso de suelo y la relictualidad de los ecosistemas, principalmente en los cañones y las zonas con altas pendientes, donde los costos económicos para la dotación de servicios y equipamiento urbano se encarecen.

Chaparral. Este tipo de vegetación prolifera a una altitud de 400 a 800 metros, pero puede descender hasta cerca del nivel del mar, donde las laderas escarpadas con cara al norte alcanzan los climas frescos costeros, con condiciones climáticas de tipo mediterráneo. Entre las especies más comunes se encuentran *Adenostoma fasciculatum,* la "hierba del pasmo" *(Adenostoma sparsifolium), Ceanothus sp*; *Arctostaphylos sp y Quercus spp,* tierra adentro y con exposición al norte en las cadenas cercanas a la costa y a las elevaciones más altas. Otros componentes son el "ramón" *(Cercocarpus spp),* el "toyón" *(Heteromeles arbustifolia)* y la "yuca" *(Yuca whipplei).* La composición de las especies de chaparral varía con la elevación y la orientación de la pendiente. Muchas especies comunes en California tienen sólo distribución local en Baja California, entre ellas la "manzanita" *(Artostaphylos bolensis),* recientemente descubierta en el lado este del Cerro Bola, con una superficie relativamente reducida. Esta planta es la única conocida de esta especie en Baja California.[26] El otro caso es el ciprés *(Cupressus forbessi)*, que se encuentra confinado en la cima y en las cañadas escarpadas de los cerros El Yuma y Cerro Grande, al este de la mancha urbana.

En cuanto a la cobertura y distribución histórica, esta vegetación es la más conservada, debido a que se encuentra sobre terrenos con altas pendientes y cotas elevadas. Sin embargo, en estas zonas predominan las actividades agropecuarias, donde frecuentemente se realizan quemas para renuevo de pastizales y de paso se queman "accidentalmente" áreas con otro tipo de vegetación. Otra situación que desfavorece la supervivencia de esta vegetación es la constante apertura de brechas y vías de acceso hacia los ranchos ganaderos, en la parte rural del municipio, lo que origina una fragmentación continua de este ecosistema.

Vegetación riparia. Los bosques riparios (vegetación de galería) principalmente se presentan en los cauces de arroyos y escorrentías temporales, donde la presencia de humedad es imprescindible para su supervivencia y estabilidad como ecosistema. Las especies más comunes de estos espacios son *Platanus racemosa, Populus fremontii, Salix sp,* y varias especies de *Quercus.* Actualmente, estos ecosistemas riparios son invadidos por especies exóticas, incluyendo *Ecucalyptus spp., Erithrina sp.,* o bien *Tamarix sp.,* que desplazan a las especies nativas, sobre todo en las cercanías de la mancha urbana. Tal es el caso de los arroyos Alamar, Matanuco y El Florido, que se encuentran en estado crítico de conservación. Sin embargo, históricamente la principal contribución de dichos ecosistemas ha sido la recarga de acuíferos. En el área rural (zona sureste del municipio), grandes porciones de bosques riparios están desapareciendo por efecto del establecimiento de ranchos ganaderos, acelerando con ello el proceso de destrucción de estos ambientes. Las especies de esta vegetación han sido usadas en la construcción de viviendas, combustibles (leña y carbón) y postes para cercos, etc. Asimismo, las partes de mayor concentración de humedad han sido removidas para la realización de represas y acumulación de agua para el ganado.

Las áreas riparias son particularmente importantes para la conservación de la biodiversidad, ya que un gran número de especies animales depende de ellas como una fuente de agua o como

[24] J. Galindo, "El matorral costero: Una aproximación para su conservación en la zona costera del municipio de Tijuana", tesis de maestría, El Colef, 2000.
[25] J. Rzedowsky, *Vegetación de México,* primera edición, Editorial Limusa, México, 1978, 225 pp.
[26] Robert Thorne, comentario personal, en borrador del escrito para discusión sobre foro de la vida silvestre de las Californias, 1993.

hábitat,[27] y en ella confluyen una considerable cantidad de especies de aves, mamíferos, reptiles, etc., de manera que estos sitios son considerados como corredores y conectividades entre diferentes espacios de distribución y migración regional de la fauna.

2.1.2.10.2 Fauna

Los estudios sobre la fauna localizada en Tijuana[28] no son abundantes, y hasta donde se sabe hay una carencia de estudios específicos para determinar número, tipo y dinámica de las poblaciones y especies existentes. En cuanto a la fauna costera, se han registrado un total de 448 especies, de las cuales nueve fueron anfibios, 19 peces, 24 reptiles, 145 aves, 31 mamíferos y 220 invertebrados.[29] Entre las especies registradas hay una especie endémica, cuatro en peligro de extinción, 83 migratorias, 17 vulnerables, 29 cinegéticas, 14 comestibles, seis que se emplean como carnada, 119 de interés recreativo y/o educativo, dos de interés medicinal, 85 relevantes desde el punto de vista científico, una de ornato y nueve especies clave para el funcionamiento de los ecosistemas.

Para el área adyacente al corredor costero Tijuana-Ensenada se han reportado 524 especies de peces, entre los que destacan tiburón, sardina, anchoveta, sierra, cabrilla y lenguado; asimismo, se han registrado seis especies de mamíferos, como ballena gris, delfines, focas, elefantes y lobos marinos. La fauna costera identificada incluye 448 especies, entre ellas nueve anfibios, 19 peces, 24 reptiles, 145 aves, 31 mamíferos y 220 invertebrados (una especie endémica, cuatro en peligro de extinción, 83 migratorias, 17 vulnerables, 29 cinegéticas, 14 comestibles, seis como carnada, 119 de interés recreativo y/o educativo, dos de interés medicinal, 85 de interés científico, una de ornato y nueve especies clave.[30]

Entre las especies que se han observado en las zonas no urbanas del municipio se encuentran coyote *(Canis latrans),* zorra *(Vulpes macrotis),* rata canguro *(Cipodomys sp.),* gato montés *(Linx sp.),* ardillas, víbora de cascabel *(Crotalus spp.),* entre otros. Dichos organismos presentan características típicas de adaptación a climas semidesérticos, como el de la región de estudio. En los humedales se localizan peces y anfibios, así como aves reproductoras, migrantes o invernales.

Tabla 9. Especies más Comunes de Fauna en la Región

Especies marinas	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos
Sardina	Sapo pies espada	Camaleón del desierto	Cerceta lista verde	Liebre cola negra
Anchoveta	Rana arborícola	Lagartija cornuda	Pato golondrino	Conejo Aububón
Atún	Sapo toro	Víbora ciega	Codorniz de montaña	Conejo matorralero
Lenguado		Culebra cabeza aplastada	Paloma de collar	Coyote
Mero		Culebra tipo látigo	Huilota	Zorra gris
Barrilete		Culebra nariz parchada	Paloma de alas blancas	Comadreja
Tiburón			Gaviotas	Ardilla gris
Curvina			Pelicanos	Gatomontés
				Zorro Listado

[27] Tal como sucede en las inmediaciones de la zona rural (dirección sureste), donde el acceso del hombre hasta ahora ha sido difícil.

[28] Para el caso específico de la fauna, la información hace referencia a diversos estudios parciales. En este apartado se pretende presentar una visión general de la fauna del municipio de Tijuana y del corredor costero Tijuana-Ensenada, cuyas referencias no corresponden de manera específica a Tijuana, pero permiten un cierto acercamiento.

[29] "Programa Regional de Desarrollo Urbano, Turístico y Ecológico del Corredor Costero Tijuana-Ensenada", p. 21.

[30] Leopold A. Starker, *Fauna Silvestre de México,* Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables, 1990.

2.1.3.11 Áreas de Preservación y Restauración Ecológica

Actualmente no existen áreas destinadas a la preservación ecológica en el centro de población ni en el municipio de manera oficial, por lo que resulta importante la determinación de las áreas con potencial de conservación y preservación ecológica. Los sitios que reúnen características de importancia, tanto ecológicas como ambientales, para conservar en Tijuana son: el litoral costero, las elevaciones montañosas con cotas mayores de 300 msnm, las zonas con presencia de hábitat silvestre, las zonas de hábitat ribereño, los sitios de descanso de aves migratorias (lagunas invernales) los cauces de ríos y arroyos, los vasos y cuerpos de agua y las zonas de conectividad entre ecosistemas (ver plano de zonas de conservación y preservación).

Algunas especies listadas en la NOM-ECOL-059-1994[31] se han identificado en diversas áreas urbanas y rurales adyacentes al centro de población. Tal es el caso de la "bisnaga de la costa" *(Ferocactus viridescens),* la cual se ha localizado en forma de pequeñas poblaciones que aun subsisten de manera natural en áreas residuales o relictas. Caso similar es el "ciprés" *(Cupressus forbesii),* que se encuentra confinado en el Cerro El Yuma y en Cerro Grande, y que tienen buenas expectativas de conservación por las características particulares de esta zona. Muchas especies tienen sólo distribución local en Baja California, como la "manzanita" *(Artostaphylus bolensis),* recientemente descubierta en el lado este del Cerro Bola, en una superficie relativamente reducida. Este hábitat es el único conocido de esta especie en Baja California.[32] Por ello es importante que los recursos que aún existen se protejan, de tal manera que resulta necesaria la realización de estudios específicos para identificar zonas con hábitats faunísticos y florísticos con gran calidad de conservación o bien de condición crítica; una vez identificados, se podrán incorporar una serie de acciones y políticas de gestión enfocadas a su protección. Ello requiere políticas y programas que ofrezcan un tratamiento especial a aquellas áreas donde subsistan las especies clave, así como a los hábitats donde se distribuyen.

De acuerdo con la dinámica que ha mostrado la expansión física de la mancha urbana, el cambio en las condiciones urbano-ambientales ha tenido, y seguirá teniendo, un importante impacto sobre la flora y fauna de la periferia. La falta de políticas y de estrategias integrales de fondo han generado perspectivas y posibilidades limitadas para la preservación de áreas naturales y el incremento de las áreas verdes. En contraste, una política de gestión más amplia, por un lado, permitiría proteger y conservar las áreas con vegetación natural que aún pueden rescatarse y, por otro, impulsaría el desarrollo de zonas semirrurales hacia esquemas más dinámicos y productivos.

Debido a la alta demanda de terrenos aptos para urbanización, aunada a problemas relacionados con la tenencia de la tierra, entre otros factores en este punto fronterizo, las oportunidades de conservación de áreas naturales se dificultan. Por esta razón resulta imprescindible buscar formas alternativas y nuevos esquemas de trabajo, que involucren a un mayor número de actores sociales hacia la conquista de objetivos comunes. Además, hay que analizar un abanico amplio de posibilidades que incluyan incentivos económicos y fiscales que vayan más allá de los modelos clásicos que hasta hace poco tiempo han persistido en la protección de los recursos biológicos.

2.1.3 Conclusiones del Medio Físico Natural

El medio natural es el soporte de la organización territorial; la expansión urbana en superficie se produce a costa del espacio rural y natural. Por ello el crecimiento, y en general la localización de actividades que ocupan suelo, se relaciona con las condiciones en que se encuentre el medio natural.

Los puntos problemáticos que resaltan en este apartado son:

- Suelos poco consolidados, topografía irregular y lluvias intensas en tiempos relativamente cortos,

[31] La NOM-ECOL-059-1994 determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y establece especificaciones para su protección.

[32] Robert Thorne, comentario personal, en borrador del escrito para discusión sobre foro de la vida silvestre de las Californias, 1993.

que son los principales factores que se deben considerar por su incidencia en la inestabilidad del suelo, y con más razón cuando se realizan obras que inducen o aceleran dicho proceso.

- Ausencia de declaratorias y planes de manejo de áreas con especies únicas en su tipo o de hábitats frágiles, que ha derivado en el deterioro continuo de dichos ecosistemas. Esto conlleva una degradación constante de los recursos biológicos, que son de gran importancia por los servicios ambientales que prestan al entorno urbano. En este punto, la necesidad elaborar esquemas y dispositivos para el manejo de las áreas propuestas para conservación es un asunto clave en cualquiera de las gestiones encaminadas al manejo más adecuado de estas zonas.
- Pérdida de ecosistemas naturales debido al acelerado crecimiento de la mancha urbana, sobre todo en las zonas sureste y suroeste; además, una vertiginosa reducción de los pocos ecosistemas riparios existentes, debido a las canalizaciones de los arroyos, ha modificado el régimen hídrico y la capacidad de infiltración en algunas zonas de la ciudad, lo que origina problemas de inundación.
- Incremento de la erosión hídrica y eólica del suelo, debido a la eliminación de la cubierta vegetal y a la poca forestación en las áreas periféricas de la mancha urbana y en las zonas de talud.
- Alta demanda de agua para consumo humano, junto con la escasez de la misma en el municipio, que obliga a plantear políticas y estrategias urgentes para la captación y/o el abastecimiento del vital líquido. Esto debe hacerse con un enfoque estratégico en cuanto a localización y disponibilidad para los usos que sean demandados.