



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Unidad Xochimilco

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Maestría en Ciencias y Artes para el Diseño

Sustentabilidad Ambiental

**ESTUDIO DE LAS TRANSFORMACIONES URBANO –
AMBIENTALES DE LA MICROCUENCA MASCUALA DESDE UN
ENFOQUE BIORREGIONAL**

Idónea comunicación de resultados que para obtener el grado de Maestría

P R E S E N T A:

Licenciado José De Jesús Calderón Antón

Tutor: Dra. Laura Isabel Romero Castillo

Ciudad de México 10 de octubre del 2017



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Unidad Xochimilco

División de Ciencias y Artes para el Diseño

Maestría en Ciencias y Artes para el Diseño

Sustentabilidad Ambiental

**ESTUDIO DE LAS TRANSFORMACIONES URBANO –
AMBIENTALES DE LA MICROCUENCA MASCUALA DESDE UN
ENFOQUE BIORREGIONAL**

Idónea comunicación de resultados que para obtener el grado de Maestría

P R E S E N T A:

Licenciado José De Jesús Calderón Antón

Tutor: Dra. Laura Isabel Romero Castillo

Lector: Dr. Octavio Francisco González Castillo

Coordinador de área: Dr. Alberto Cedeño Valdiviezo

Ciudad de México 10 de octubre del 2017

Epígrafe:

La cosa más bella del mundo es,
por supuesto, el mundo mismo.

Wallace Stevens

(Traducido del inglés).

Agradecimientos:

Este trabajo de investigación no hubiera sido posible sin la ayuda principalmente de mi tutora la Dra. Laura Isabel Romero Castillo quien mantuvo la paciencia y dedicación en todo momento, para guiarme con su vasto conocimiento en este periplo intelectual, que me llevó de la Ciudad de México hasta la Universidad Autónoma de Madrid, donde también fui apoyado por el Dr. Fernando Allende y por la Dra. Elia Canoso, quienes aportaron a mi conocimiento herramientas tecnológicas en materia climática y geomorfológica. También agradezco al apoyo incondicional de mis hermanos y padres, quienes sé que con ellos nunca es tarde. A mis compañeros de maestría de quienes aprendí aspectos que ampliaron mi perspectiva de las Ciencias y Artes para el Diseño. A mis profesores del área, el Dr. Alberto Cedeño Valdiviezo y el Dr. Octavio Francisco González Castillo de quienes aprendí en demasía las cuestiones teóricas y metodológicas propias del lugar que mi hogar durante dos años, la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Esta experiencia tan enriquecedora e invaluable permanecerá siempre en mi mente y la emplearé para inspirar a las nuevas generaciones a crear un mundo mejor.

ÍNDICE

Introducción	5
Problemática.....	6
Hipótesis	9
Preguntas de investigación	9
Objetivo general.....	9
Objetivos particulares	10
Técnicas de investigación	10
CAPÍTULO 1. Marco teórico.....	10
1.1 La evolución de la ciencia tradicional.....	11
1.2 Paradigmas y revoluciones científicas	12
1.3 El nuevo paradigma de la complejidad	13
1.3.1 Teoría general de sistemas.....	14
1.3.2 Enfoque de los sistemas complejos.....	15
1.4 Las escuelas de la ecología	17
1.4.1 El Biorregionalismo.....	19
1.5 Ecología urbana y planificación ecológica	20
CAPÍTULO 2. Marco metodológico	23
2.1 Dimensión ambiental	25
2.1.1 Contexto hidrológico.....	25
2.1.2 Base geomorfológica.....	25
2.1.3 Clima.....	25
2.1.4 Impacto sobre la vegetación	26
2.2.1 Crecimiento urbano	27
2.2.2 Tendencia de evolución demográfica	27
2.3 Dimensión social.....	27
CAPÍTULO 3. Sistema ambiental regional.....	28
3.1. Contexto regional de cuenca del Río Lerma - Santiago.....	28
2.2. Definición de unidad de análisis ambiental.....	32
2.3. Base geomorfológica.....	34
2.4. Clima.....	37
Conclusiones del capítulo dos.....	42

CAPÍTULO 4. Impacto ambiental sobre la vegetación	42
Conclusiones capítulo cuatro	47
CAPÍTULO 5. Configuración urbana en contexto de un área natural	48
5.1. Crecimiento urbano-metropolitano, una aproximación retrospectiva.....	48
5.2. Tendencias de la evolución demográfica periurbana	54
Conclusiones capítulo cinco.....	56
CAPÍTULO 6. Percepción ambiental de los actores sociales sobre el espacio urbano	57
Conclusiones capítulo seis	59
CAPÍTULO 7. Criterios para el diseño de políticas ambientales (propuestas)	60
Conclusiones generales	64
Bibliografía	66
ANEXOS:.....	69
A.1. Glosario de términos	69
A.2. Imágenes	78
A.2.1.Fotografías	78
A.3.Mapas:.....	85

IMÁGENES

Imagen 1. Diagrama metodológico de Kerlinger	24
Imagen 2. Datos de temperatura.....	39
Imagen 3. Datos de humedad	39
Imagen 4. Datos de precipitación.....	41
Imagen 5. Temperatura media según hora y mes	78
Imagen 6. Paisaje urbano en consolidación	78
Imagen 7. Escurrimiento superficial contaminado	79
Imagen 8. Paisaje de la barranca y elementos del ecosistema	79
Imagen 9. Arroyo contaminado en contexto urbano	80
Imagen 10. Topografía del entorno urbano	80
Imagen 11. Ruptura del sistema hidrológico y ambiental	81
Imagen 12.Coexistencia de vegetación tropical caducifolia (original).....	81
Imagen 13. Condiciones de las vialidades en las colonias	82
Imagen 14. Presencia de desechos materiales de la construcción	82
Imagen 15. Descarga de aguas negras	83
Imagen 16. Vista de los asentamientos irregulares	83
Imagen 17. Vista de las colonias de Zapopan desde la carretera a Saltillo	84

MAPAS

Mapa 1. Asentamientos irregulares en contexto metropolitano.	8
Mapa 2. Contexto hidrológico para la determinación de la unidad de análisis	29
Mapa 3 Unidad de análisis ambiental (microcuenca Mascuala)	33
Mapa 4. Modelo de elevaciones del terreno	35
Mapa 5. Estaciones climatológicas y meteorológicas en la ZMG	38
Mapa 6. Isotermas medias anuales	40
Mapa 7. Comparativa del NDVI en los últimos 20 años	43
Mapa 8. NDVI en 2016	44
Mapa 9. Crecimiento histórico de la ZMG y localización de ANP.	49
Mapa 10. Evolución poblacional, comparativa de 1990 a 2005.	50
Mapa 11. Población en 2010 del área urbana en la Microcuenca Mascuala.	52
Mapa 12. Modelo de ordenamiento ecológico – territorial	85
Mapa 13. Regionalización climática.	86
Mapa 14. Temperatura máxima promedio	86
Mapa 15. Temperatura mínima promedio	87
Mapas 16 y 17. Distribución geográfica de respuestas No. 3 y 4 en encuestas	87
Mapa 18. Distribución geográfica de respuesta No. 5 en encuesta	88

TABLAS

Tabla 1. Evolución temporal del impacto urbano a la vegetación (1996-2016).	46
Tabla 2. Comparativa de infraestructuras de servicios urbanos en 2010.	48
Tabla 3. Evolución demográfica de la microcuenca Mascuala 1990 -2010.	55
Tabla 4. Resultados de encuesta: recurrencia de respuestas.	58

Introducción

Esta investigación trata sobre la importancia del ambiente natural en la dimensión urbana y regional, se utiliza una metodología de análisis para conocer las principales transformaciones espaciales con una reconstrucción al proceso de conformación histórica de los asentamientos humanos de origen irregular en contexto de un área natural. Este trabajo se desarrolla con el objetivo de estudiar el estado ambiental de una microcuenca en escala regional y su vínculo con el crecimiento urbano particularmente con asentamientos humanos de origen irregular. El estudio se contextualiza en el marco de las áreas urbanas cuando éstas están situadas dentro de los límites territoriales de una zona metropolitana e involucra una zona de alto interés ambiental y de gran riqueza biológica como una barranca. Las investigaciones urbano-ambientales deben permitir ajustar directrices que muestran un panorama más holístico del paradigma ecológico en un contexto latinoamericano, pero específicamente mexicano. Particularmente se identifican las características naturales de los asentamientos situados en la periferia como agentes transformadores de un entorno ambiental en constante deterioro.

La Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) es la segunda concentración de población más grande de México, está localizada en el occidente del país, la mancha urbana históricamente ha seguido el modelo de expansión urbana, en distintas fases de su crecimiento (Orozco, 2015: 11). Los datos históricos muestran que la ciudad tendió a incorporar suelo hacia el norte, donde existe un límite natural que restringió su crecimiento hasta cierto grado y configuró la situación actual.

La unidad de análisis ambiental (microcuenca Mascuala) localizada en el estado occidental mexicano de Jalisco. Uno de los componentes en la unidad de análisis es la Barranca del Río Santiago. Situada al norte de la ZMG y está declarada como Área Natural Protegida (ANP) ante el Congreso del Estado de Jalisco, su publicación en el Diario Oficial se realizó el 7 de octubre del 2004 mediante el decreto 20611 bajo la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica y de orden municipal (Dirección de Planeación y Ordenamiento Territorial, 2012: 15). Su existencia es de gran importancia para la ciudad de Guadalajara por los servicios

ambientales y ecosistémicos proporcionados como lo son: la regulación del clima local, su vegetación brinda oxígeno y evita deslizamientos e inundaciones. En este complejo natural coexiste la barranca del Río Santiago, un lugar que se forma en la convergencia de los ríos Lerma- Santiago y Verde; y una formación geológica de millones de años. El sitio es de jurisdicción municipal y está clasificada por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp) como “Área de Protección Hidrológica” (Dirección de Ordenamiento Territorial Zapopan, 2012: 45). Las dependencias estatales recientemente la declararon como “Formación Natural de Interés Estatal Barrancas de los Ríos Santiago y Verde”. Esta categoría quedó registrada en el periódico oficial del Estado de Jalisco el mes de diciembre del 2016. La barranca en su contorno ha experimentado la presencia de asentamientos humanos de origen irregular que ocupan de forma irregular su cercanía y contribuye con el deterioro ambiental en las escalas local y regional.

Problemática

La urbanización en el área de estudio tiene su origen en una fase denominada “primera periferia metropolitana” que surgió aproximadamente entre los años 1970 y 1980 según (Fausto y Munguía, 2010: 5). En este proceso histórico, las áreas urbanas estuvieron expuestas a una intervención humana anárquica y nulamente regulada. En este escenario también existe una falta de integración ecológica entre las formas espaciales de la ciudad y actores sociales que involucran la expansión territorial en los distritos urbanos de la microcuenca. En este lugar es cuestión de tiempo para que las presiones de expansión urbana pongan más en riesgo el cuidado, la preservación, conservación o hasta la existencia del elemento natural “Barranca del Río Santiago” al afectar una parte del sistema ambiental.

La unidad de análisis ambiente elegida es una microrregión hidrológica que actualmente sufre los efectos de la dinámica de expansión metropolitana y de conurbación en la ZMG, estas condiciones comprometen la capacidad regenerativa del ecosistema que coexiste en su interior. Al mismo tiempo, dentro de la demarcación ambiental, permanecen establecidos asentamientos irregulares en condiciones periféricas que algunos presentan notables rasgos de deterioro

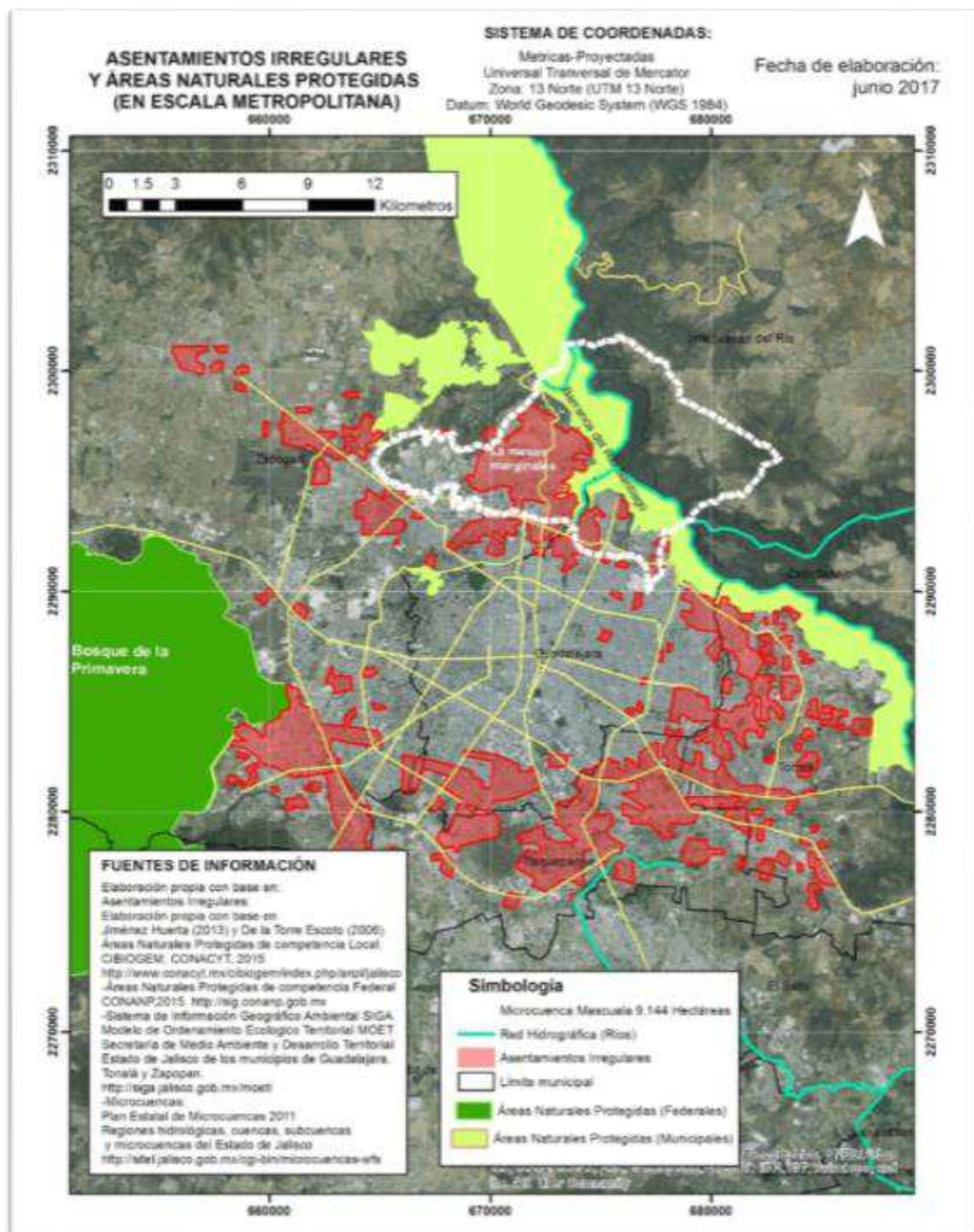
ambiental causado por los focos de contaminación y el contexto de segregación social. Al fenómeno observado, se le agrega, desde una óptica más amplia, el factor que el asentamiento es producto del subdesarrollo metropolitano y del crecimiento urbano desordenado, donde existe un mercado informal de suelo y especulación. Esta situación tiene impactos negativos sobre las áreas naturales ocupadas y especialmente sobre la barranca del Río Santiago que afectan ambientalmente y complican la conservación del bien natural.

Desde otro punto de vista, la periferia urbana en las últimas cuatro décadas ha sido escenario de procesos de crecimiento urbano acelerado e incontrolado que provocan la transformación espacial en las ciudades, que involucra la presente unidad de análisis ambiental (ver mapa 2) y en casos impacta negativamente a su sistema ambiental. Algunas características que propician los asentamientos irregulares son: la poca oferta de suelo para la población de bajos recursos y la falta de mecanismos financieros en el sector de la vivienda. Este fenómeno obliga a parte de la población urbana, principalmente de escasos recursos, a establecerse de manera espontánea en sitios de hábitat bajo una modalidad informal. En estos lugares se realiza una urbanización con diversos problemas y consecuencias al ambiente, que serán analizadas en los capítulos tres y cuatro de esta investigación. “El asentamiento irregular crece de manera espontánea e incontrolada en el territorio con total ausencia de planificación y diseño urbano a nivel de conjunto” (Bazant, 2004: 10).

La urbanización en la microcuenca se ha estado llevando a cabo principalmente desde la década de los sesenta al consolidar núcleos urbanos en condiciones marginales localizados en la periferia metropolitana. La aparición de centros urbanos de origen irregular son manifestaciones espaciales de la mancha urbana y cercanos con la ANP trae impactos negativos al ambiente.

Un ejemplo tangible del impacto ambiental se genera principalmente en las colonias situadas en los municipios de Zapopan y Guadalajara. Por un lado, en la cercanía del Bosque de “La Primavera” y por otro en la “Barranca del Río Santiago”, (ver mapa 2) ambos elementos considerados ANP.

Mapa 1. Asentamientos irregulares en contexto metropolitano.



Las colonias ubicadas en la microcuenca presentan considerables índices de desigualdad y lejos de contribuir a la protección del paisaje con su crecimiento inevitablemente las afectan. Por este motivo se destaca la importancia del

entendimiento de los sitios rezagados del progreso económico y su impacto en el entorno natural.

Al problema se agrega del aumento tanto poblacional como de crecimiento espacial de los asentamientos irregulares (ver mapa 3) que propicia la urbanización espontánea y no planeada, viciosa, iniciada con la construcción de vivienda precaria en las áreas urbanas. De tal forma que ha sido difícil por parte de las autoridades controlar, y restringir esta situación. Consecuentemente, las instituciones locales optan por la regularización que conlleva a la consolidación y generación de nuevas zonas marginadas y segregadas, que configuran nuevos ambientes habitados que no incorporan mínimos criterios de diseño urbano-ambiental, ni de mejoramiento ecológico, mucho menos de conservación de ambientes naturales, cuyo destino es incierto y con panorama de insostenibilidad regional.

Hipótesis

Ha existido a través de los años, con la constante urbanización de la microcuenca, una ruptura que produce impactos ambientales negativos que afectan y deterioran el medio físico natural concebido como sistema que interactúa con la sociedad.

Preguntas de investigación

1. ¿Cuál es el contexto regional y la dinámica ambiental de las cuencas hidrológicas?
2. ¿De qué forma resulta determinante la base geomorfológica para las condiciones ambientales en la región?
3. ¿Cuáles son las condiciones del clima?
4. ¿De qué forma se ha visto afectada la vegetación con el crecimiento urbano?
5. ¿De qué forma ha sido la evolución poblacional?
6. ¿Cómo se involucran los actores sociales con su medio habitable?

Objetivo general

Estudiar desde un enfoque biorregional, las condiciones y transformaciones ambientales efectuadas por el crecimiento urbano periférico y determinar el impacto

sobre el medio físico natural de la microcuenca Mascuala que también involucra al área natural en su interior (la Barranca del Río Santiago).

Objetivos particulares

1. Dimensionar los procesos históricos y demográficos de las fases de urbanización metropolitana que han llevado a la formación de asentamientos irregulares en la microcuenca.
2. Identificar el contexto ambiental desde el enfoque hidrológico, de las cuencas, ello desde diversas escalas de análisis (amplias y particulares).
3. Identificar la variabilidad climática y geomorfológica
4. Analizar el impacto del crecimiento urbano sobre la vegetación
5. Conocer la postura, opinión, mejora e identificar las posibles líneas de acción y/o apropiación de los actores sociales en materia ambiental de su hábitat.
6. Elaborar criterios de para el diseño de una política de integración ambiental

Técnicas de investigación

Los resultados se abordan desde los lineamientos característicos de un análisis biorregional para sintetizar las condicionantes naturales que interactúan regionalmente en el territorio de un área y contexto en particular. La información cartográfica, el mapeo, las imágenes satelitales, el trabajo de campo y una revisión bibliográfica son las fuentes que nos permitirán emplear técnicas de análisis para llevar a cabo esta investigación.

CAPÍTULO 1. Marco teórico

Es importante articular teóricamente la interrelación de los conceptos que aportan formas de abordar la investigación. Para ello, se analiza la evolución de la ciencia mediante paradigmas que conllevan revoluciones científicas, después se hace mención al paradigma de la complejidad, posteriormente se clasifican las escuelas de la ecología que muestran algunas posturas en relación con la naturaleza y por último se realiza un acercamiento al biorregionalismo. Esto dará como resultado la delimitación teórica con el que se pretende tratar al fenómeno adaptado interdisciplinariamente a las ciencias y artes para el diseño.

1.1 La evolución de la ciencia tradicional

La evolución de la ciencia ha dependido de las interpretaciones que a lo largo de la historia se le han otorgado, para generar una construcción de conocimiento que alcance a resolver las nuevas preguntas. Para lograr una construcción paradigmática son necesarias las revoluciones científicas, por ejemplo “Las leyes newtonianas de inercia todavía son la base de gran parte de nuestra visión científica” (Bernard, 1969: 266). Los antiguos modelos científicos refutados sirven de base para montar el escenario en el cual entrará en acción el nuevo modelo que busca innovar con el propósito de mejorar y corregir las anomalías a las que se enfrenta la ciencia normal y con el fin de indagar en los problemas en el mundo.

Las ciencias naturales, concretamente la física y la astronomía, alcanzaron un alto grado de madurez epistémica con los trabajos de Galileo y de Newton, desde finales del siglo XVI y durante el XVII. De hecho, fue tal el impacto de la obra de Galileo que más de algún filósofo intentó convertirse en el reformador de la filosofía y de la política, y, por extensión, de las humanidades y de las ciencias sociales en su conjunto (Lira, 2008: 130).

El proceso descrito, cuya incompatibilidad (con los modos de pensamiento anteriores) culmina con el nacimiento de un paradigma y el surgimiento de una ciencia revolucionaria.

Según los criterios sofisticados la teoría de Galileo, según la cual el movimiento natural de los objetos terrestres era circular, no introducía ninguna mejora porque no prohibía ningún acontecimiento que no hubiera sido prohibido por las teorías relevantes que él trataba de superar (esto es, por la física aristotélica y por la cinemática celeste copernicana) (Lakatos, 1978: 44).

Este ciclo continuo acredita la ciencia, al dinamizar creativamente la generación de conocimiento con el afán de mejorar y corregir la dimensión analítica.

El desarrollo espectacular de la física de no equilibrio y de la dinámica de los sistemas dinámicos inestables, asociados a la idea de caos, nos obliga a revisar la noción de tiempo tal como se formulaba desde Galileo (Prigogine, 1998: 11).

Podemos afirmar que existe una sustitución histórica mediante el rompimiento de las ideas previas para explicar la realidad, llevado a cabo por la visión de los científicos con el fin de dar salida a las crisis que enfrenta el mundo real. Por lo tanto, es fundamental que exista una continua revisión y una consecuente corrección de los modelos científicos empleados.

1.2 Paradigmas y revoluciones científicas

Tomas Kuhn en su obra *La estructura de las revoluciones científicas* de 1962, uno de los principales exponentes que profundizó nuevas formas de interpretar el avance científico al desarrollar el concepto de paradigma. El cual definió como “realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica” (Kuhn, 1962: 13). Bajo esta lógica se entiende, que existen diversas teorías que ocasionan el avance de la ciencia para reivindicarla de forma constante (no afirmando cosas verdaderas sino rechazando cosas falsas). Bajo la descripción de Kuhn, el lento y constante avance de la ciencia se le conoce como *ciencia normal*, hasta que el paradigma (ya aceptado) no es capaz de explicar algunos fenómenos emergentes. El conocimiento acumulado sigue su curso como ciencia normal hasta enfrentarse con un nuevo paradigma. El paradigma anterior no puede explicar la nueva realidad de la ciencia y se vuelve obsoleto. En este punto, el paradigma debe ser sustituido por otro. “Estas transformaciones de los paradigmas de la óptica física son revoluciones científicas y la transición sucesiva de un paradigma a otro por medio de una revolución es el patrón usual de desarrollo de una ciencia madura” (Kuhn, 1962: 36).

Para analizar esta transformación cultural, he generalizado la definición de Kuhn del paradigma científico a la del paradigma social, que describo como «una constelación de conceptos, valores, percepciones y prácticas compartidos por una comunidad, que conforman una particular visión de la realidad que, a su vez, es la base del modo en que dicha comunidad se organiza» (Capra, 1996: 27).

Considerando que surgen paralelamente nuevas interrogantes o problemas, bajo otras ópticas de interpretación en determinado tiempo y espacio, los nuevos

métodos de abordaje y las nuevas teorías tienden a dar respuesta a las incógnitas que inquietan a los científicos. Es importante mantener un objetivo hacia la construcción interdisciplinaria que conlleva a la existencia de diferentes perspectivas e interpretaciones de las unidades de análisis, como una actividad creativa del intelecto que desarrolle soluciones conceptuales a situaciones complejas de naturaleza sistémica.

1.3 El nuevo paradigma de la complejidad

Para Capra en *La trama de la vida* de 1996 asistimos hacia una nueva forma de percibir la ciencia, esta nueva forma se le llama “Complejidad o “Sistemas complejos”. “La nueva comprensión de la vida debe ser contemplada como la vanguardia científica del cambio de paradigmas, desde una concepción del mundo mecanicista hacia una ecológica” (Capra, 1996: 20). Esta nueva comprensión de la vida implica una nueva forma de ver la ciencia que matiza un lente sistémico “El nuevo paradigma podría denominarse una visión holística del mundo, ya que lo ve como un todo integrado más que como una discontinua colección de partes” (Capra, 1996: 28).

Para Leff en su obra *La Complejidad Ambiental* “la crisis ambiental problematiza al pensamiento metafísico y a la racionalidad científica” (Leff, 2000: 8). Esta postura crítica que la visión ambiental ha obedecido a una tradición filosófica que erróneamente ha orientado a la construcción de conocimiento aplicado al quehacer ambiental y que nos ha llevado a la situación de deterioro actual.

El error platónico dio falsos fundamentos a la civilización occidental: que engendró la ciencia moderna como dominación de la naturaleza; que produjo la economización del mundo e implanto la ley globalizadora y totalizadora del mercado. (Leff, 2000: 9)

Una manifestación de este nuevo paradigma es la forma en la que James Lovelock en *La Venganza de Gaia* de 2007 interpreta a los sistemas vivos afirmando que el planeta Tierra es un ser viviente complejo, que desempeña funciones simbióticas entre sus componentes, alude a la interdependencia entre los sistemas vivos en su

medio físico y químico. Esta teoría señala la capacidad de autorregulación y de auto-regeneración de los organismos vivos, ampliándola a los ecosistemas y a la misma ecosfera. Bajo estos argumentos los sistemas vivos no pueden concebirse de manera independiente en el escenario (medio físico) en el que se desarrollan, “una característica clave de Gaia es el complejo entrecruzado de sistemas vivos y no vivos en una misma red. Ello origina bucles de retroalimentación de escalas ampliamente distintas” (Capra, 1996: 226). Este punto de vista concibe a los sistemas naturales de diferente manera: “Gaia es un sistema intrincado y complejo y, en muchos sentidos, se parece al cuerpo humano. No puede ser manipulado burdamente para alimentar a un número de personas cada vez mayor sin consecuencias” (Lovelock, 2007: 171). En este punto el desafío ambiental adquiere una dimensión global, donde la entidad (planetaria) mantiene funciones fisiológicas como cualquier ser vivo, con ciclos que determinan su salud y su correcto desempeño en interacción con los delicados soportes de vida que permiten su existencia. “Gaia es un sistema fisiológico porque parece tener el objetivo inconsciente de regular el clima y la química de forma que resulten adecuados para la vida (Lovelock, 2007: 37). Al concebir la estructura planetaria como un ser vivo, este reproduciría sus ciclos, por lo que este llegaría a morir en algún momento. Más que una relación simbiótica beneficiosa entre humanos y el planeta existe una relación destructiva. Por otra parte, nuestro planeta nos expone ante riesgos, catástrofes naturales. El equilibrio que hace posible nuestra existencia se ve mermado por la actividad humana.

1.3.1 Teoría general de sistemas

En el afán de encontrar sistemas teóricos aplicables a más de uno de los campos de la ciencia se conjuntan diferentes niveles de organización de los diversos puntos de vista generales y pueden producir diferentes interpretaciones en las transferencias de un campo de conocimiento a otro en sus convergencias. Para ello, el biólogo Bertalanffy en su obra *Teoría General de Sistemas* de 1968 sugiere una teoría para el estudio interdisciplinario de los sistemas. “Un sistema puede ser

definido como un complejo de elementos interactuantes” (Bertalanffy, 1968: 56). En esta postura desbanca a la física como alma madre de las ciencias.

Es necesario estudiar no sólo partes y procesos aislados, sino también resolver los problemas decisivos hallados en la organización y el orden que los unifican resultantes de la interacción dinámica de partes y que hacen el diferente comportamiento de éstas cuando se estudian aisladas o dentro del todo (Bertalanffy, 1968: 31).

Se diría, entonces, “que una teoría general de los sistemas sería un instrumento útil al dar, por una parte, modelos utilizables y transferibles entre diferentes campos, y evitar, por otra, vagas analogías que a menudo han perjudicado el progreso en dichos campos” (Bertalanffy, 1968: 34).

1.3.2 Enfoque de los sistemas complejos

Existen tres tipos de sistemas, abiertos, cerrados y aislados. (García, 2006) Los sistemas biológicos, naturales y sociales son sistemas abiertos. Lo que hace a un sistema complejo es su composición de partes interconectadas e interacción entre estas. “El estudio disciplinario comienza cuando se han identificado elementos del sistema que caen dentro del dominio de disciplinas particulares” (García, 2006: 68).

En cambio, Morín en su *Introducción al pensamiento complejo* en 1993 intenta explicar la realidad así, “a primera vista la complejidad es un tejido (complexus: lo que está tejido en conjunto) de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados: presenta la paradoja de lo uno y lo múltiple” (Morín, 1993: 17).

Por otra parte, García en su texto *Sistemas complejos* de 2006 definió que un conjunto de elementos o situaciones que de alguna manera funcionan como totalidad permite analizar el sistema con precisión al determinar las relaciones que hacen un sistema. Los sistemas tienen una interconexión mayor con los otros sistemas que con los subsistemas, estos se articulan directamente con los sistemas, por lo que existe una función de análisis multivariado en los esquemas sistémicos complejos de investigación. “La visión sistémica aplicada a fenómenos

complejos, por el contrario, sólo puede resultar de un trabajo que se plantee desde el inicio como una tarea interdisciplinaria” (García, 2006: 67).

El paradigma complejo busca interconectar dimensiones de un fenómeno para facilitar su estudio. Es una forma de conocer al mundo y abordar lo que es difícil de entender. “La complejidad es, efectivamente, el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico” (Morín, 1993: 17). En cambio, para García la forma de abordar un estudio de sistemas abiertos desde una óptica que permitiera visualizar características de un fenómeno de forma integral y holística, de modo que, no se pueden comprender separadamente, debido a su interacción entre sí. La forma sistémica de entender la complejidad implica un modo de trabajar cuya problemática es analizada desde distintos ángulos, pero no de manera aislada para así integrar el conocimiento con una visión organizadora general.

La complejidad busca formas del pensamiento que permita reflexionar a los fenómenos imbricados, como vehículo para pensar sus elementos interactivos. La complejidad se manifiesta en una autoorganización entre las redes multijerárquicas en las que se integran los sistemas y sus componentes que le dan sentido y uniformidad a la realidad percibida. Para García los sistemas complejos están definidos por sus límites, elementos y estructuras. Asimismo, estos sistemas se desglosan en subsistemas.

En los sistemas complejos pueden distinguirse procesos de diferente nivel, vinculados entre sí por relaciones estructurales y cuya interacción no es mecánica ni lineal. Los casos más interesantes corresponden a situaciones de estructuras imbricadas, generalmente con diferentes escalas de fenómenos y con dinámicas muy distintas (García, 2006: 63).

La lente compleja para abordar a los fenómenos indica que cada acción externa (característica de los sistemas abiertos) repercute en las partes de un sistema. Existen diferentes niveles tienen sus propias redes de organización que no son autónomas debido a que tienen interacciones interdependientes con otros niveles de análisis. En la interacción entre elementos surgen propiedades dignas de

analizar, este proceso puede ocurrir en la misma o diferentes escalas. Este enfoque ha impactado en mayor medida en las ciencias sociales y naturales.

1.4 Las escuelas de la ecología

La teoría de los sistemas complejos es la base teórico - conceptual para el estudio de los problemas de naturaleza ambiental, de ahí surge la necesidad de conocer las diferentes escuelas que se dedican al estudio del ambiente.

La visión de la sustentabilidad ha pasado por un proceso de evolución que se remonta a varias décadas. Tiene su origen en la preocupación de la comunidad internacional para definir el horizonte de las políticas ambientales que rigen el crecimiento exponencial de la población y el consumo de recursos naturales.

Los primeros esbozos del concepto de desarrollo sostenible surgen tras un paradigma con el propósito de anticipar una crisis global. Así aparece *Los Límites del Crecimiento* (Meadows *et. al.*, 1979) un informe destacado del Club de Roma promovido por la ONU, que desde el enfoque de la dinámica de sistemas, argumenta el riesgo de no existir un cambio en la tendencia de crecimiento exponencial (intensificados en países latinoamericanos) de la población, la industrialización, la contaminación, la producción alimenticia y la explotación de recursos naturales, se rebasarían la capacidad de regeneración de los ecosistemas planetarios. Se señala la finitud de la Tierra tras el agotamiento de su base natural causado por las perturbaciones de la sociedad hacia ambiente. Hipotéticamente se comprometería los niveles de bienestar de generaciones futuras.

Para compatibilizar la idea de alcanzar un desarrollo económico con la protección ambiental surge *El Informe Brundtland*, promovido por la Comisión Mundial para el Desarrollo y Medio Ambiente en 1987. Este documento interpreta al emergente concepto de Desarrollo Sustentable como “el que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Brundtland, 1982: 59). Esto sucede en el contexto de la era geológica del antropoceno donde la intervención humana va dejando una crisis ecológica global cada vez más evidente.

El reporte también llamado “Nuestro Futuro Común” se apoya sobre el argumento de vivir en armonía con los sistemas naturales al compaginar la necesidad de la naturaleza con las humanas incorporando la dimensión urbana, la mejora de sus condiciones para aumentar los estándares de calidad de vida. El desarrollo sustentable indica que no puede existir progreso económico sostenido en un paisaje devastado al conjuntar tres factores base: economía, ambiente, sociedad.

Frente a los “métodos de la complejidad” que emergen de la ecología y de la cibernética, que explican la realidad como sistemas de interrelaciones, interdependencias, interacciones y retroalimentaciones, el pensamiento dialectico aporta la fertilidad de la contradicción discursiva, la diversidad del ser y la confrontación de intereses que movilizan el proceso de construcción de una racionalidad ambiental (Leff, 2000: 24).

Las distintas formas de percepción del tratamiento ambiental se ven representadas en las visiones que propician la existencia de escuelas de la concepción ecológica que se retroalimentan entre sí. Algunas son posturas radicales para abordar la naturaleza. Para Alfie Cohen en su obra *Democracia y desafío ambiental* de 2005 existen distintos grupos de pensamiento en la ecología. Estos grupos se clasifican como: los supervivientes, los que favorecen la resolución de los problemas ambientales, el desarrollo sustentable, el romanticismo y el racionalismo verde. Destacan las corrientes que apelan por un desarrollo ecológico frente al deterioro y a los problemas ambientales pretende buscar soluciones de conservación desde la postura individual hasta la acción colectiva. Por ejemplo.

Los románticos verdes favorecen una orientación artística y ascética de la vida y la política. Rechazan la idea de una mejor naturaleza, entendida bajo la mirada del conocimiento científico o el poder de manipularla bajo ciertos parámetros. Se pretende un retorno al paraíso perdido, a las primeras sociedades humanas, el regreso al Pleistoceno (Alfie Cohen, 2005: 188).

El racionalismo verde apunta a una multifacética crisis social y ambiental que solo se puede resolver a través de acciones políticas radicales y cambios estructurales. (Alfie Cohen, 2005: 190).

Para cerrar este apartado el concepto ha evolucionado hasta obtener el sufijo ambiental, otorgando una definición más precisa y una dimensión que abarca la cuestión ecológica y ambiental.

La sostenibilidad ambiental en general plantea la conservación de los ecosistemas terrestres y sus especies (biodiversidad), el mantenimiento de los servicios de los ecosistemas, el consumo sostenible de los stocks de recursos renovables, la reducción progresiva en las tasas de consumo de los recursos no renovables, la eliminación de la contaminación ambiental y el mantenimiento de los sistemas de regulación del equilibrio planetario, ciclos biogeoquímicos (Antequera, 2012: 25).

La simple idea de visualizar un desarrollo sostenible ya es útil para para enfrentar a la crisis ecológica global. Aunque no suficiente, ya se requieren grandes acciones y transformaciones tanto de hábitos en el modo de vida como en la escala conceptual. La sustentabilidad es más bien una utopía, formulada para enderezar el camino que decidimos tomar. La visión del desarrollo a costa de los ecosistemas no debe existir más ya que la naturaleza es nuestro soporte de vida.

1.4.1 El Biorregionalismo

Este enfoque ofrece una visión ecológica como impulsora de la sostenibilidad promueve la conciencia en el diseño de paisajes urbanos, la incorporación de los valores ambientales al tratar el tema del entorno físico de las ciudades y la toma en cuenta la percepción ambiental de la gente. Así se concretaría un marco al análisis biorregional.

Los componentes ambientales de una biorregión (geografía, clima, vida vegetal, vida animal, etc.) influyen directamente en las formas en que las comunidades humanas actúan e interactúan entre sí, las cuales a su vez son óptimas para que esas comunidades prosperen en su ambiente. Como tal, esas maneras de prosperar en su totalidad ya sean económicas, culturales o políticas- serán distintivas, en cierta medida, como producto de su entorno biorregional (Ryan, 2015).

Ewert hace referencia a Peter Berg sobre el concepto de biorregionalismo como: “El área geográfica definida por sus características naturales incluidas cuencas,

accidentes geográficos, suelos, cualidades geológicas, plantas y animales nativos, y clima (el cual incluye a los seres humanos como especies que interaccionan con esas características naturales” (Ewert, 2002). Esta tendencia busca armonizar a los límites ecológicos en los procesos de análisis ambientales. La ecología de un determinado territorio haría relucir a la biorregión y busca una integración ambiental que fomentaría su sustentabilidad.

Las biorregiones son áreas geográficas que tienen en común características de suelo, cuencas, clima, plantas y animales nativos. Una biorregión se refiere tanto al terreno geográfico, como a un terreno de conciencia - a un lugar y a las ideas que se han desarrollado respecto a cómo vivir en ese lugar. Peter Berg filósofo biorregional citado en (Cepal, 2000: 19).

El enfoque biorregional propone una interacción armoniosa entre las comunidades humanas y su entorno natural. Es una forma rebelde de conjuntar al ambiente, frente a los cambios constantes experimentados en el medio físico natural. Busca una mutua correspondencia entre la sociedad y su espacio habitable, donde prevalece una retroalimentación. En otras palabras, el biorregionalismo busca enaltecer la importancia de la naturaleza.

La integración del urbanismo y de la ecología, conseguida a través de procesos de diseño y planificación, establece lazos entre una visión local y biorregional más amplia, y realiza conexiones entre elementos dispares, revelando unas posibilidades que de otra forma no resultarían evidentes (Hough, 1995: 16).

1.5 Ecología urbana y planificación ecológica

La ecología urbana es una disciplina que tiene como objeto de estudio la interacción de una comunidad urbana con el ambiente natural del que forma parte. Esta óptica concibe a los procesos urbanos como parte de la vida que se efectúa en las ciudades. El concepto se liga con el urbanismo, pero con el agregado de armonizar las actividades humanas en entornos naturales sustentables. Este enfoque busca unificar los procesos ecosistémicos con el funcionamiento de la estructura urbana.

La ecología urbana estudia las relaciones fundamentales entre los seres humanos y el ambiente de las ciudades, lugares donde vive actualmente la población mundial,

tiene entre sus objetivos el análisis de la estructura de los centros urbanos, la cuantificación de los flujos de materia y energía que interrelacionan la ciudad con su entorno y permiten su continuidad, la elaboración de indicadores ambientales y de sustentabilidad que son aplicados a la gestión urbana el estudio de los impactos producidos por las distintas actividades humanas sobre el ambiente, la búsqueda de criterios multifacéticos para la gestión de la urbe (Di Pace, 2012: 36).

Una visión que reconoce las conexiones entre los elementos naturales como el agua, las plantas, la fauna, y el clima, destaca la necesidad de incorporarlas a las variables antrópicas de la ciudad. Para esto (Hough, 1995) propone la creación de un espacio transformador y dinámico. El cual es impulsado por enfoques teóricos y sustentados en la conservación ambiental. El autor destaca la dependencia humana de la naturaleza e innova con una visión que busca conjuntar los intereses de la sociedad con la supervivencia del paisaje, en un sentido ambiental compatible. “Es urgente encontrar una alternativa al tratamiento tradicional del paisaje urbano que se mantenga en sintonía con una creciente conciencia medioambiental sobre las ciudades y la naturaleza” (Hough, 1995: 1).

Hough insiste en la importancia de las conexiones, que existen entre las fuerzas naturales y culturales del paisaje. El territorio experimenta transformaciones provocadas por el ritmo acelerado de crecimiento urbano, ante esta situación propone una perspectiva biocéntrica para orientar los principios de diseño que se involucran en la recuperación de ambientes intervenidos, por ejemplo: las conexiones visuales, la vinculación social y la naturalización de espacios.

Esta forma de abordar la cuestión ambiental da espacio a la transformación positiva de los entornos naturales y su adaptación. “Los procesos naturales o humanos han estado y están modificando constantemente el territorio” (Hough, 1995: 20). Estos cambios deben ser identificados para que sean beneficiosos a los procesos naturales existentes en el medio físico.

Una base para el diseño urbano se produce cuando el cambio se contempla como una fuerza positiva para realzar un medio ambiente que ha sido degradado, y no como algo destinado a minimizar efectos negativos (Hough, 1995: 27).

Una visión biorregional que es llevada a cabo al concebir al territorio como la base de la naturaleza y utilizar técnicas e instrumentos de análisis del diseño para su proyección, hablamos del modelo de desarrollo ecológico regional de Mc Harg en *Proyectar con la Naturaleza* de 1969. Esta postura marca un hito en el tratamiento del paisaje buscando una integridad entre asentamientos humanos y procesos ecológicos. Con esta fundamentación, se propone una visión de complejidad, desde la disciplina geográfica. Su idea se basa en la afirmación que desde el medio físico se puede desarrollar una perspectiva estratégica en la protección y conservación de espacios naturales, de esta forma, nos permite reconocer la integridad holística (regional) que proporciona un diagnóstico del medio físico natural.

El crecimiento normal de las ciudades va siempre en aumento y de espaldas a los procesos naturales del lugar. Pero las consecuencias acumuladas de este desarrollo urbano no se calculan, aunque se produzcan beneficios en ciertas actuaciones que son perjudiciales para los procesos naturales en general (Mc Harg, 1969: 65).

La óptica de Mc Harg propicia una interpretación al territorio ligada con el ambiente y que ayuda a proyectar para conservar la naturaleza. Esta idea es idónea en la actualidad, cuando predomina un contexto antropocéntrico que pugna por la organización de los componentes bióticos y abióticos, sin tomar importancia en la capacidad de regeneración de los ecosistemas frente al crecimiento de la ciudad.

La integración del urbanismo y de la ecología, conseguida a través de procesos de diseño y planificación, establece lazos entre una visión local y biorregional más amplia, y realiza conexiones entre elementos dispares, revelando unas posibilidades que de otra forma no resultarían evidentes (Hough, 1995: 16).

La planificación ecológica es una intervención en escala regional mediante el conocimiento de las aptitudes de procesos naturales ligados al uso de suelo, por ejemplo: el agua, la vegetación y la vida natural. Para crear así, métodos de planificación mediante la lectura de un análisis espacial de los rasgos ambientales para crear entornos armoniosos. Esta escala permite visualizar la constitución metropolitana y los elementos naturales que interactúan entre sí, concibiendo la

problemática en que está inmersa la biorregión por causa de la ciudad. Los modelos teóricos analíticos que son llevados a la escala conceptual de la expansión de las ciudades suelen lograr el equilibrio ambiental. Los procesos de planeación y diseño ambiental se apoyan en conocimientos científicos y técnicos de carácter interdisciplinario.

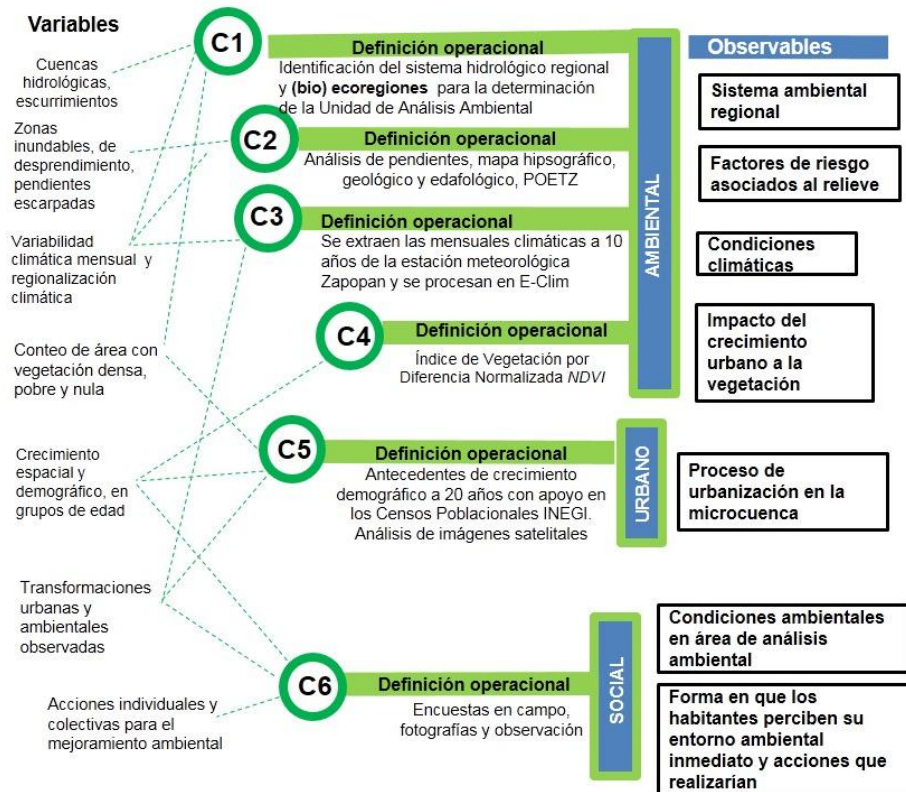
La conjunción entre sociedad y ambiente natural puede remitirnos a una perspectiva enriquecida para abordar los entornos ecológicos en su conjunto. La transición a un paradigma que contemple al hábitat como una totalidad permite reinterpretar la lógica en que se desarrollan las comunidades urbanas. Es importante determinar la interrelación e interacción de fenómenos que se presentan en la dimensión ambiental de la problemática en las ciudades que permite un enfoque para estructurar los diversos apartados de la investigación. La utilización de técnicas interpretativas sobre el territorio con el aporte de los elementos que interaccionan (cuencas hidrológicas, clima, relieve, vegetación, entre otros) no permite ajustar criterios de investigación desde un lente ecológico - territorial. Por lo tanto, se pretende que el análisis diagnóstico se rija bajo los fundamentos del biorregionalismo y la planeación ecológica para la abordar la visión sistémica de la naturaleza y su dinámica compleja, para finalmente proporcionar criterios en forma de políticas de diseño ambiental para la integración en la microcuenca Mascuala, reconociendo la importancia del medio natural para la sostenibilidad de una región.

CAPÍTULO 2. Marco metodológico

En este trabajo se desarrolla un estudio de los antecedentes a veinte años y el estado actual de las condiciones del ambiente natural, que sirve para desarrollar un análisis crítico del impacto sobre el territorio y sus sistemas ambientales. De esta forma, se dimensiona el nivel de profundidad necesario para abordar la cuestión ambiental con características de complejidad. Este conjunto de estudios se realiza mediante un diagnóstico del medio físico. Ello con el fin de formular la integración de condiciones de conservación no sólo dentro de los límites de un área natural, sino en el conjunto de los límites biorregionales de una microcuenca. La

investigación que se complementa con una aproximación cualitativa para conocer la perspectiva de los actores sociales (habitantes y autoridades).

Imagen 1. Diagrama metodológico de Kerlinger



Elaboración propia con base en (Kerlinger, 1973: 63). En este esquema se alinean las técnicas de análisis con las variables que apoyan a resultados y encuentran interrelación entre las diferentes dimensiones de la investigación.

Para delimitar esta investigación, es necesario abordar apropiadamente el área del conocimiento que nos remite a la complejidad en diferentes líneas de investigación y enfoques teóricos. De tal manera se realizó el análisis de los antecedentes, es decir, la evolución de la urbanización y las condiciones ambientales actuales, que evidencian el fenómeno socioespacial en el área de estudio. Por medio de un análisis biorregional, orientado hacia los sistemas complejos se pueden visualizar situaciones en problemática desde el punto de vista de ambiental, con factores entrecruzados, que pueden ser tratados desde la óptica sistémica.

La investigación parte desde el contexto regional y sigue por los antecedentes que influenciaron la tendencia del crecimiento urbano en el área de estudio; aborda así

las variables ambientales de la hidrología, el clima, la geomorfología y la biodiversidad. Un análisis referente para los estudios del medio físico natural lo presenta (Aguiló, 1993). Es posible basarse en este autor para determinar algunos lineamientos de carácter biorregional.

2.1 Dimensión ambiental

2.1.1 Contexto hidrológico

En apartado de cuencas se lleva a cabo un análisis del contexto hidrológico en diferentes escalas, comenzando desde la más general con las regiones hidrológicas, después con las cuencas y subcuencas hidrológicas definidas por la Comisión Nacional de Aguas (CNA); para llegar posteriormente con las microcuencas definidas por la Comisión Estatal del Agua de Jalisco (CEA). En este proceso se detecta la dinámica de contaminación de cuerpos de agua, los factores de deterioro de la red hidrológica, así la identificación de las fronteras establecidas desde la dimensión ambiental como parte de un sistema complejo.

2.1.2 Base geomorfológica

Los rasgos geomorfológicos generales son obtenidos con base en el Modelo Digital del Terreno (MDT) de Inegi mediante modelización espacial integrada en un Sistema de Información Geográfico (SIG). Este análisis permite interpretar la función que le otorga el relieve a la interacción ambiental en su dimensión geofísica. Esto es de utilidad para determinan el potencial de riesgo del emplazamiento de los asentamientos humanos.

2.1.3 Clima

La aproximación climática exige diferenciación con otros estudios medioambientales, ello se debe por su naturaleza multiescalar y su variabilidad espacio - temporal. Para la elaboración de este estudio fue necesaria la aplicación de una metodología específica y única para conocer la variabilidad que existió en los últimos 10 años (2006 a 2016) en la unidad de análisis ambiental. Al interpolar las variables de temperatura, precipitación y humedad se logran los parámetros climáticos. El análisis de los componentes abióticos nos remite a la profundización

de las características del clima en el área de estudio. Este proceso es llevado a cabo mediante la interpretación de la regionalización climática con información proporcionada por Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). Asimismo, es importante destacar que al abordar la escala regional con las variables climatológicas es posible comprender de mejor manera los parámetros generales que determinan el medio físico y sus implicaciones locales.

Otra fuente de datos que se utiliza en este apartado para conocer los datos mensuales (numéricos) por años de temperatura y precipitación es la proporcionada en conjunto por el Servicio Meteorológico Nacional SMN en conjunto con Conagua. Se trata de la estación meteorológica de Zapopan, situada a 1,560 msnm, que proporciona información desde 1941 hasta la actualidad. Esta información permite conocer el clima de la altitud donde se encuentran los asentamientos irregulares en un radio de 3 kilómetros.

2.1.4 Impacto sobre la vegetación

Con el Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada *NDVI* por sus siglas en inglés pude dimensionar el impacto del desarrollo en la vegetación. Este ejercicio realizado en la Universidad Autónoma de Madrid donde se imparte la asignatura de Evaluación y Diagnóstico del Medio Natural que forma parte del Master Universitario de Planificación y Desarrollo Territorial Sostenible. A partir de la fotointerpretación es posible medir la reflectancia con imágenes satelitales proporcionadas por la plataforma *Earth Explorer* y el Satélite *Sentinel*, de consulta en internet, se puede realizar una clasificación de bosque denso, poco denso y urbanización con ayuda de un SIG.

2.2 Dimensión urbana

2.2.1 Crecimiento urbano

Para este análisis se emplearon imágenes aéreas de las plataformas *Eart Explorer* y *Land Viewer* que nos proporcionan ortofotos satelitales de alta resolución que muestran la evolución espacio- temporal de las estructuras territoriales por implicaciones antropogénicas de este objeto de transformación. Fue necesario trasladar a un plano bidimensional la traza urbana y su evolución morfológica con el fin de determinar el crecimiento de los asentamientos humanos poniendo énfasis en los de origen irregular, su patrón y las afectaciones al medio natural.

2.2.2 Tendencia de evolución demográfica

Mediante la información estadística disponible AGEB se visualiza el crecimiento poblacional en este objeto de transformación que evidencia un agudo proceso de urbanización, ocupación y consolidación de vacíos urbanos en la microcuenca y que contribuye a la crisis ecológica. El proceso de ocupación al mismo tiempo es determinado por la evolución poblacional de los asentamientos irregulares en las áreas urbanas en sus distintas fases de transición. La información demográfica obtenida entre las décadas de 1990 a 2010 es proporcionada por el Sistema para la Consulta de Información Censal (Scince) de Inegi.

2.3 Dimensión social

El trabajo de campo consistió en realizar cuarenta encuestas a hombres y a mujeres que forman parte de los habitantes que pertenecen principalmente a los asentamientos irregulares, las muestras se tomaron *in situ*, aleatoriamente y con criterio de distribución geográfica para cubrir gran parte de las colonias en Guadalajara y Zapopan. A pesar de que la muestra representa el 0.13% del universo a consultar no proporciona una idea de las opiniones generales. Con una visita previa se determinaron los principales problemas ambientales asociados a la intervención humana mediante los asentamientos de origen irregular, estos fueron los relacionados a escurrimientos de agua, pérdida de vegetación, cambios en la temperatura y la contaminación en general.

CAPÍTULO 3. Sistema ambiental regional

3.1. Contexto regional de cuenca del Río Lerma - Santiago

Para entender el contexto de la unidad de análisis ambiental (microcuenca) tenemos que remitirnos a la escala hidrológica nacional que corresponde a la categoría de las regiones hidrológicas. Este amplio nivel proporciona a una escala nacional que permite entender la función jerárquica del sistema hidrológico, y al mismo tiempo, determinar las condiciones ambientales particulares del elemento agua en la biorregión que corresponde al área de estudio.

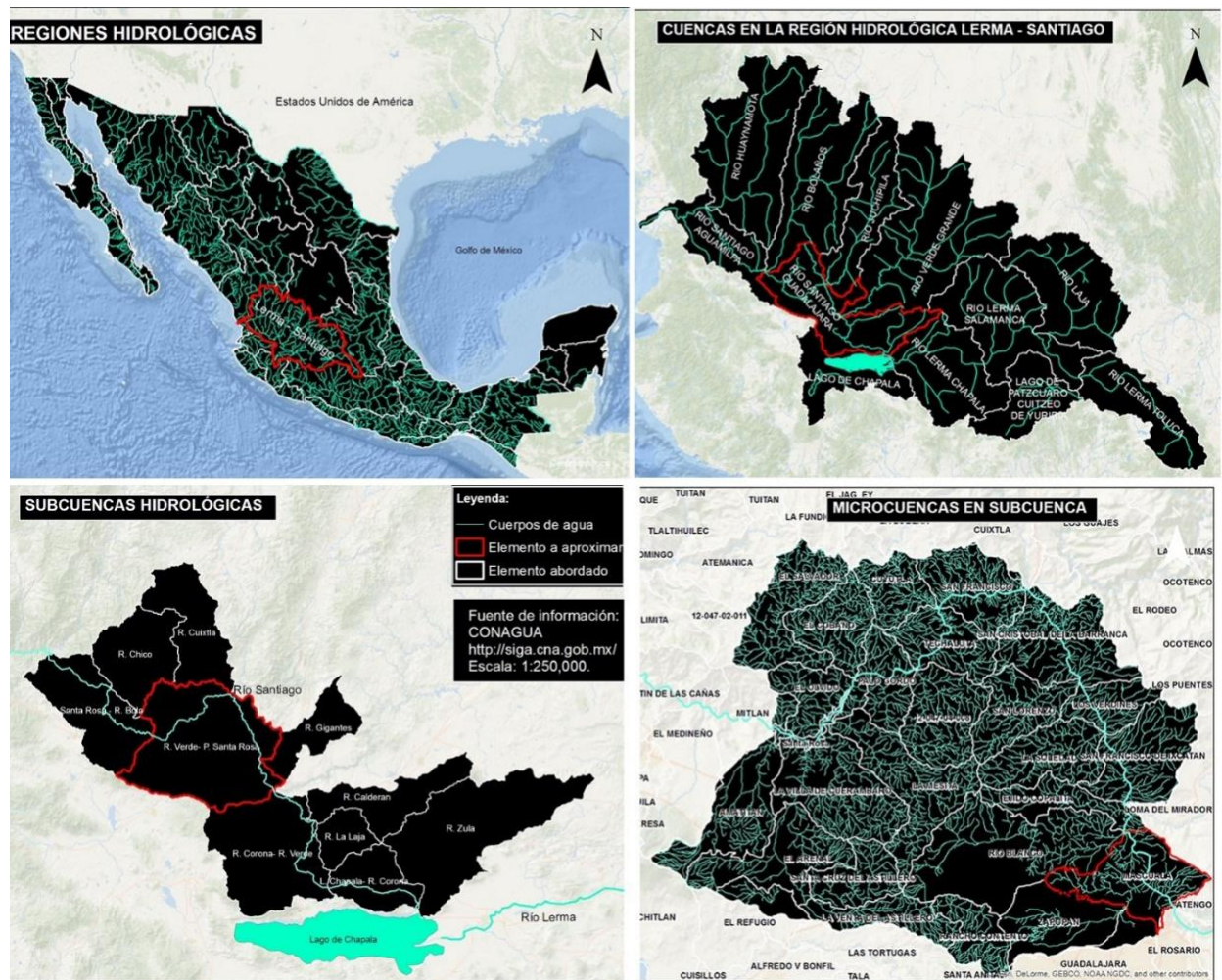
En México existen 38 regiones hidrológicas, (ver mapa 2) definidas por la Comisión Nacional del Agua (Conagua). La región hidrológica Lerma-Chapala-Santiago conjunta dos ríos caudalosos y de gran extensión longitudinal. Esta circunstancia demuestra la riqueza y potencial hídrico del país. El área de influencia de estos ríos, que también está determinada por el polígono de la región hidrológica, tiene una superficie de 135, 242 kilómetros cuadrados que corresponde al 6.88% de la superficie del territorio nacional. Esta región tiene su origen al centro del país, en el nacimiento del Río Lerma en el Estado de México, específicamente en el municipio de Almoloya del Río, a unos 2,600 msnm (metros sobre el nivel del mar) y a 24.5 kilómetros al suroriente de la Ciudad de Toluca.

La extracción de agua en la cuenca del Lerma, incluida la originaria del lago de Chapala, asciende a 7,968 mm³. De ese volumen, 82% se destina al riego, 14% al abastecimiento de agua potable y 3.9% al uso industrial (Escobar, 2006: 372).

En contexto amplio, el gran Río Lerma tiene una longitud de 517,197 metros y tras su cauce hacia el occidente del país pasa por cinco estados, el Estado de México, Querétaro, Michoacán, Guanajuato y Jalisco hasta desembocar en el Lago de Chapala a 1,530 msnm (ver mapa 2). Tras mezclarse con las aguas del cuerpo de agua dulce más grande del país, el cauce de estas aguas continúa su descenso ahora en el denominado Río Grande de Santiago. Este río, también conocido como Río Santiago Tototlán o simplemente Río Santiago, tiene una extensión de 514,422 metros y abarca mayormente el estado de Jalisco, sus aguas desembocan en el

Océano Pacífico en el territorio de Nayarit. Los problemas ambientales del Río Santiago no tienen su origen específicamente en el estado de Jalisco, adquieren una naturaleza exógena y compleja, tras su cauce por otros estados con potencial industrial y agropecuario, por consiguiente, se generan conflictos interestatales en el abastecimiento de agua y disposición residual en grandes metrópolis.

Mapa 2. Contexto hidrológico para la determinación de la unidad de análisis



En este conjunto de mapas se identifica los límites biorregionales de orden hidrológico caracterizado por la red que conforma regiones, cuencas, subcuencas y microcuencas que remiten a la unidad de análisis.

Ahora se aterriza en el sistema ambiental de la subregión hidrológica del Río Santiago, el cual está involucrado en grandes dinámicas socioeconómicas propias de la región occidente del país. “La Cuenca del Río Santiago, con una población de 6’348,741 personas en 2005 y una superficie de 78,419 kilómetros cuadrados, lo que representa el cuatro por ciento del territorio nacional. Incluye municipios con

importante actividad económica de los estados de Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Nayarit, Jalisco y Zacatecas (Arroyo y Valenzuela, 2010: 101). Ese sistema hidrológico, al mismo tiempo, experimenta los efectos de gran contaminación ambiental que se explican a continuación, “el Río Grande de Santiago se encuentra dentro de las categorías más altas de alteración ecohidrológica” (Cotler, 2010: 25). Este río sufre de altos índices de contaminación y por su función estructuradora del medio regional cualquier arroyo de contaminante altera en gran medida al sistema ambiental, por medio de sus escalas y jerarquías menores. “En 2007 se presentó ante el Tribunal Latinoamericano del Agua el caso del deterioro y contaminación del Río Grande de Santiago y la situación de riesgo que conlleva para la salud de los habitantes de la zona” (Greenpeace, 2012: 3).

Continuando con este análisis de la dimensión hidrológica se desciende de nivel en el esquema jerárquico de la zona de influencia administrativa y funcional de los ríos, ahora con la región hidrológica Lerma -Santiago se compone de doce cuencas hidrológicas, seis pertenecen al sistema del Río Santiago, cinco al del Río Lerma. La cuenca del Lago de Chapala, el más grande de México, se mantiene contigua a la unidad de análisis y se ve afectada en la dinámica de propagación de contaminación. Las cuencas desempeñan un papel estructurador en el territorio.

Los problemas ligados a la dimensión hidrológica no son independientes a cuestiones socio espaciales, por esta razón, se insiste en una visión integral de los retos a enfrentar para mejorar el manejo de las cuencas que permanecen en posiciones inherentes “La cuenca es un sistema natural en el que, a su vez, se organiza un sistema social, donde diversos actores realizan sus respectivas actividades de interés. Los niveles de concordancia entre ambos sistemas no han sido los mejores a causa de una excesiva antropización carente de planeación y visión prospectiva” (Escobar, 2006: 370).

Continuando con el diagnóstico, al reducir el enfoque de análisis se llega a la cuenca denominada “Río Santiago-Guadalajara”. La mayor parte de esta cuenca se encuentra geográficamente en el estado de Jalisco, (ver mapa 2) solo con excepción de algunos municipios en el estado de Zacatecas. Esta área de influencia cuenta

con una superficie total de 10,091 kilómetros cuadrados, de mismo modo tiene como eje hidrológico principal al Río Santiago.

Desde una perspectiva más particular, la cuenca Río Santiago-Guadalajara está constituida por 10 subcuencas. Aquí llegamos a otra categoría de análisis más particular para comprender el sistema, es una escala menor denominada subcuenca, clasificación establecida por Conagua. Desde esta escala se puede apreciar apropiadamente, la dimensión hidrológica en la ZMG. Esta región está caracterizada por la existencia de extensas barrancas y cañones profundos, pendientes escarpadas que forman sumideros y zonas montañosas de bosque y selva. En esta perspectiva se observa como el agua, tras millones de años en eras geológicas ha moldeado accidentes topográficos propios de su paisaje y da lugar al denominado Valle de Atemajac.

Esta subcuenca cumple una función de paso o recolección de agua; y es alimentada por los riachuelos, escurrimientos, arroyos, cuerpos de agua y ríos de los municipios jaliscienses que conforman la ZMG. Los problemas ambientales de la subcuenca están ligados con la actividad económica de la región, una prueba de esto es que en cercanía del Río Santiago a la altura del municipio de El Salto y Juanacatlán existen corredores industriales asentados cerca de su afluente y arrojan principalmente desechos industriales, químicos, entre otros. Estos agentes contaminantes se disuelven en las aguas de la dinámica jerárquica de los cuerpos de agua y escurrimientos que son llevados río abajo por el cauce donde se dispersan y combinan con agua limpia que baja de los cerros y montañas del paisaje natural, principalmente por el Río Verde procedente de la región de los Altos de Jalisco, que viene menos contaminado. Estas condiciones son complejas y el tratamiento de las aguas servidas se lleva a cabo por la planta de tratamiento de Agua Prieta localizada en el municipio de Zapopan proporciona servicio al norte de la microcuenca. El agua tratada posteriormente es descargada al cauce del Río

Santiago, pero solo atiende a una porción del agua residual¹ generada en las colonias populares (asentamientos irregulares), el resto de las aguas servidas se vierte a la barranca sin tratamiento previo.

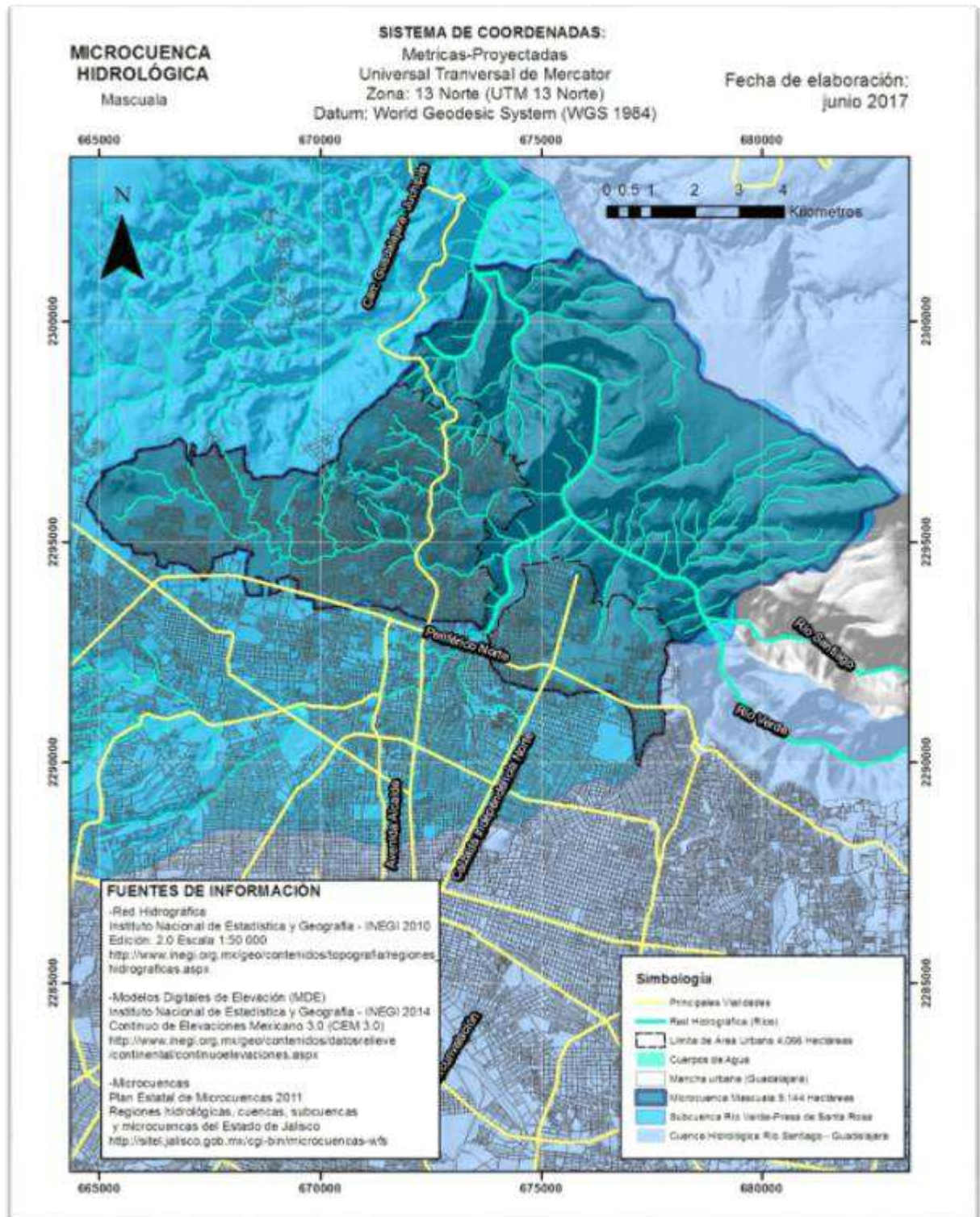
El escenario ambiental adverso, permite afirmar que existe fragmentación del medio natural y es considerado como uno de los efectos negativos de la relación entre naturaleza y ciudad en el plano regional. Las consecuencias de la contaminación ambiental tienen afectaciones regionales y locales debido a que la contaminación se dispersa en el sistema y los residuos son traídos de otro lugar o son generados *in situ*; en consecuencia, se afecta al contorno inmediato y más allá de la vida en la microcuenca. La subcuenca Río Verde - Presa de Santa Rosa se subdivide en 27 microcuencas, esta división es una compleja red hidrológica que desarrolla un carácter vinculante en el medio natural. Los ecosistemas y la ZMG coexisten en un contexto que ya viene cargando con los problemas hidrológicos antes descritos en las escalas más amplias.

2.2. Definición de unidad de análisis ambiental

De esta forma se llega a la determinación específica de la unidad de análisis ambiental (ver mapa 3), se trata de la microcuenca hidrológica “Mascuala” configurada por los escurrimientos del norte de la ZMG y parte del Río Santiago. La delimitación espacial de las microcuencas lo establece la Comisión Estatal del Agua (CEA, 2014). En esta categoría están involucrados tres de los ocho municipios que constituyen la ZMG, estos son Guadalajara, Zapopan e Ixtlahuacán del Río. Es ideal para fines prácticos de esta investigación utilizar como unidad de análisis biorregional una microcuenca, porque en ella se perciben las características de urbanización que tiene un fuerte impacto ambiental; y que son objetos de análisis determinantes, por un lado, para los asentamientos irregulares, por el otro, para el ANP de la barranca del Río Santiago.

¹ Este hecho se comprobó debido que, en la observación durante el trabajo de campo, se encontró una cascada de aguas negras localizada en la colonia la Higuera que arroja sus aguas al cauce del Río Santiago.

Mapa 3 Unidad de análisis ambiental (microcuenca Mascuala)



En este mapa se observa la estructura hidrológica que determina la microcuenca Mascuala destacando la parte urbanizada, en esta escala se va a intervenir.

Esta microcuenca cuenta con una extensión territorial de 91.42 km² y se encuentra urbanizada al 44.48%, en su sector oeste. Esta también llamada microrregión, tiene como principal elemento natural la barranca del Río Santiago, que es un eje estructurador ecológico que cruza la microcuenca por la mitad y corresponde al 38% de su superficie. La definición de la microcuenca como unidad de análisis ambiental parte del criterio formal de abordar una problemática en función a los procesos naturales del sistema ambiental propios del análisis biorregional. Los arroyos que existen al interior de la demarcación geográfica de análisis forman una longitud total de 154,459 metros lineales, incluyendo los 12,894 del cauce del Gran Río de Santiago. En total, 23% de los afluentes superficiales se encuentran transformados en canales de aguas residuales o entubados, que se subcategorizan en escurrimientos perenes e intermitentes. Todos estos escurrimientos tienen destino el cauce río abajo en la parte norte de la microcuenca y su disposición final es el Océano Pacífico llevados por la corriente. Cabe señalar que este gran río es el límite municipal entre Zapopan, Guadalajara e Ixtlahuacán.

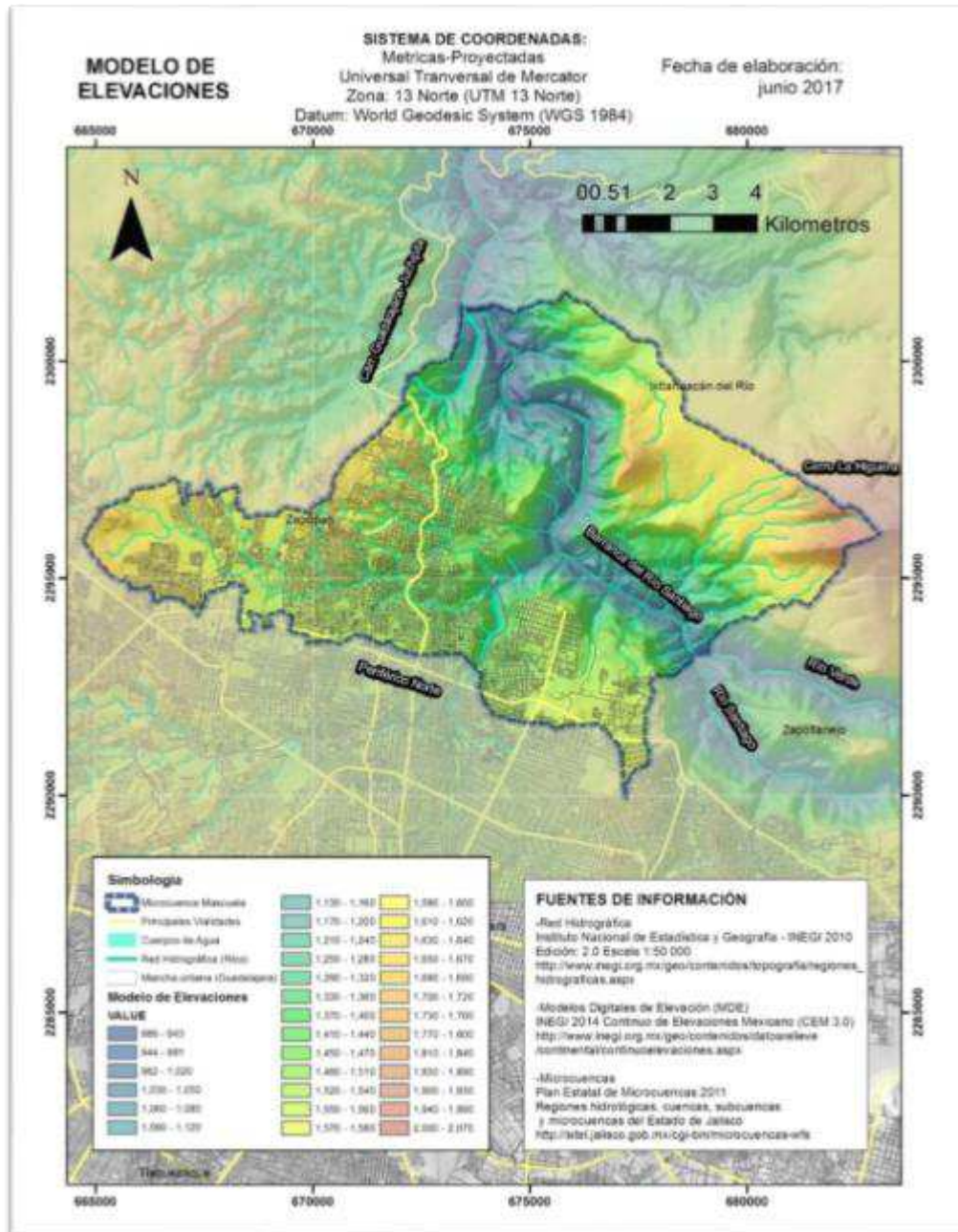
Otro rasgo característico en la zona es la Planta Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) “Agua Prieta”, cuya agua posteriormente es llevada por el efecto de gravedad a la central hidroeléctrica “Valentín Gómez Farías”. Esto refiere que existe un aprovechamiento energético a causa de las condiciones ambientales. Empero, el abastecimiento de agua potable no es directamente proporcionado por el Río Santiago debido a su contaminación. El agua que abastece a la ZMG es traída a lo largo de kilómetros desde el Lago de Chapala por el gran colector metropolitano o en algunos casos es extraída del subsuelo que explotan los acuíferos.

2.3. Base geomorfológica

Los factores geomorfológicos interactúan con los factores de riesgo hidrológico y generan en el territorio un notable grado de peligrosidad por deslizamiento con el temporal de lluvias e inundaciones para los habitantes según las entrevistas. Tomando en cuenta que la microcuenca cumple una función de escurrir pendiente abajo (ver mapa 4), al drenar las lluvias en temporal recolecta el agua hacia el Río Santiago, este factor ha sido aprovechado por los drenajes de las viviendas de la

meseta y cercanías, (ver tabla 2) trayendo grandes consecuencias ambientales al propagar la contaminación mediante los cuerpos de agua de la microcuenca y del sistema ambiental, factor agravado por las condiciones topográficas del suelo, principal característica geomorfológica de la unidad de análisis ambiental.

Mapa 4. Modelo de elevaciones del terreno



En este mapa se aprecian los rangos de elevación que determinan las condiciones ambientales de las características asociadas al relieve. Obsérvese la considerable variación que representa la barranca del Río Santiago.

Los asentamientos irregulares que mantienen importante cercanía a la barranca cuentan con la población de más bajos ingresos, y se concentran en las colonias Mesa Colorada Oriente, La Coronilla, La Higuera, Indígena de Mezquitán y Mirador Escondido y Lomas del Paraíso, entre otras están asentadas en las franjas con peligro de deslizamiento, que es un factor geográfico que condiciona por sus pendientes escarpadas el crecimiento urbano en el límite del sector barranca.

Vinculando la dimensión hidrológica con la geofísica y climática a partir de testimonios de habitantes y observación cartográfica se determina que el riesgo de inundación se manifiesta con la llegada del temporal de lluvias, principalmente en los meses de mayo a octubre, para determinar las zonas susceptibles de ser inundables identificando las pendientes de 0 a 2 % de inclinación. Las zonas de alto riesgo de inundación coinciden en gran medida con asentamientos de origen irregular, se estima que mantienen 230,177 habitantes que representa el 66.22% de la población total en la microcuenca.

Los escurrimientos del sistema hidrológico desarrollan un papel fundamental en el desalojo de aguas con las grandes tormentas; es en esta situación donde los escurrimientos intermitentes hacen su función colectora pendiente abajo. Estas características se presentan como una condicionante ambiental debido a que la capacidad de los arroyos y canales de temporada se puede ver rebasada por varios factores, por citar algunos como la alteración al cauce natural por el paso de infraestructuras, asentamiento de viviendas precarias muy cercanas a los escurrimientos naturales o saturación por basura y residuos arrojados a estos cuerpos de agua (aquí se vincula el índice de precipitación pluvial y el estado actual de los arroyos).

Las variaciones topográficas de la superficie propician la existencia de pendientes escarpadas en terrenos peligrosos para las personas. Sobre ellas se llegan a establecer viviendas de madera, lámina, ladrillo o adobe. Se puede mencionar que la barranca por su topografía es considerada como territorio no urbanizable, a pesar de esta prohibición se han alcanzado a urbanizar algunos predios en pendientes mayores de 15°. Esto da lugar a un riesgo que en cualquier momento puede

provocar una catástrofe con pérdidas humanas y materiales, al conjuntar otros factores de riesgo, como una subida al nivel de agua por precipitación.

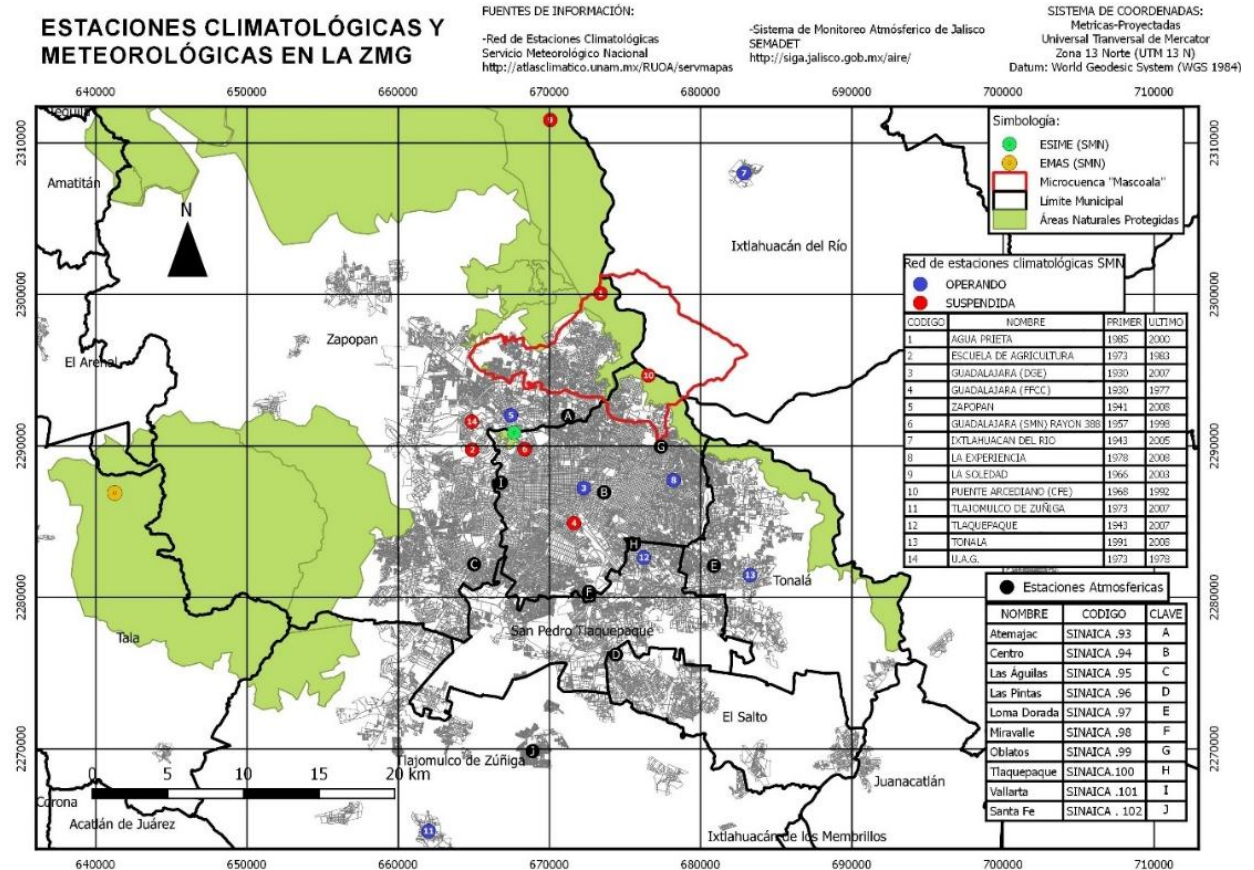
En gran medida, las variables geomorfológicas del territorio inciden en las características físicas de habitabilidad de la región, determinan la función de la cuenca, pero también pueden ser mal utilizada y generar focos de contaminación ambiental de la red hídrica, como es la situación de la mayoría de los escurrimientos menores y de la afluencia del Río Santiago, donde existe un grado considerable de contaminación de cuerpos de agua, factor que incide en la salud de los habitantes de las colonias populares que están expuestos a agentes contaminantes sobre el ambiente natural.

2.4. Clima

La complejidad climática de un territorio determinado exige como una primera aproximación el análisis y abordaje de los elementos básicos del clima (Hough, 1995). Estos son el viento, las precipitaciones, la temperatura y la humedad. El entendimiento de estos elementos amplía la perspectiva de los fenómenos medioambientales y su relación con el territorio a analizar, factores fundamentales en el campo de diagnóstico para abordar las condiciones del sistema ambiental de una región, que es proporcionado por la estación meteorológica Zapopan localizada a tres kilómetros de la microcuenca y que nos remite principalmente a los parámetros climáticos de la zona ocupada por asentamientos irregulares.

El presente apartado temático pretende identificar las características climatológicas (mensuales) de la Barranca del Río Santiago y su interacción con los asentamientos irregulares, aspectos que se conciben indirectamente en la planeación urbana pero que forman una piedra angular los estudios del medio físico. Primeramente, es importante destacar que el factor geográfico es un elemento determinante para diferenciar las distintas áreas que presentan variaciones en la configuración del clima. Un ejemplo de ello es la barranca del Río Santiago, un sitio donde se observa una diferencia significativa de clasificación del clima regional con respecto de la parte superficial donde se encuentra la ZMG.

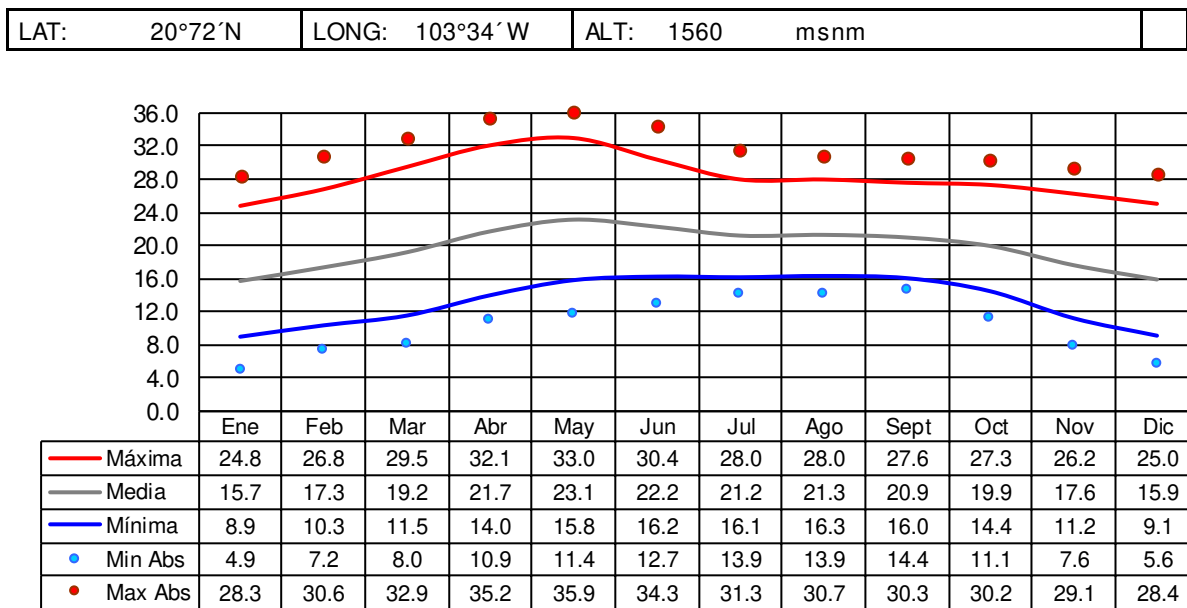
Mapa 5. Estaciones climatológicas y meteorológicas en la ZMG



En este mapa se identifican las estaciones del SMN, Conagua. En rojo las que ya no están en funcionamiento, en negro y azul las que aún siguen capturando datos climáticos.

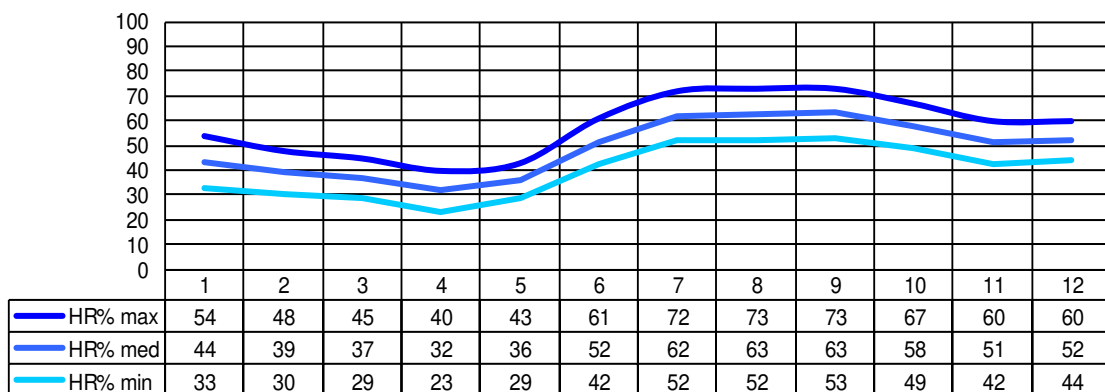
Es importante identificar a la humedad como una condición ambiental para la reproducción de la biodiversidad. Referido a la unidad de análisis, se incrementa la humedad en la parte norte de la microcuenca y cercanía a la barranca, debido a la mayor densidad de vegetación. Se encuentra coincidencia con la variable de precipitación, un alza a partir del mes más cálido (mayo) para mantenerse uniforme en los meses de mayor precipitación, hasta descender en los meses fríos de octubre a marzo. Abril se puede considerar el mes más seco y esto determina el descenso de la humedad.

Imagen 2. Datos de temperatura



Elaboración propia con base en información de la estación meteorológica Zapopan (2006-2016) SMN. Realizada en el software e-Clim, desarrollado por Evans, Centro de Investigación Hábitat y Energía, UBA, 2004. Se aprecia el comportamiento de la temperatura máximas y mínimas a lo largo del año y proporciona una imagen general de la temperatura en la microcuenca.

Imagen 3. Datos de humedad



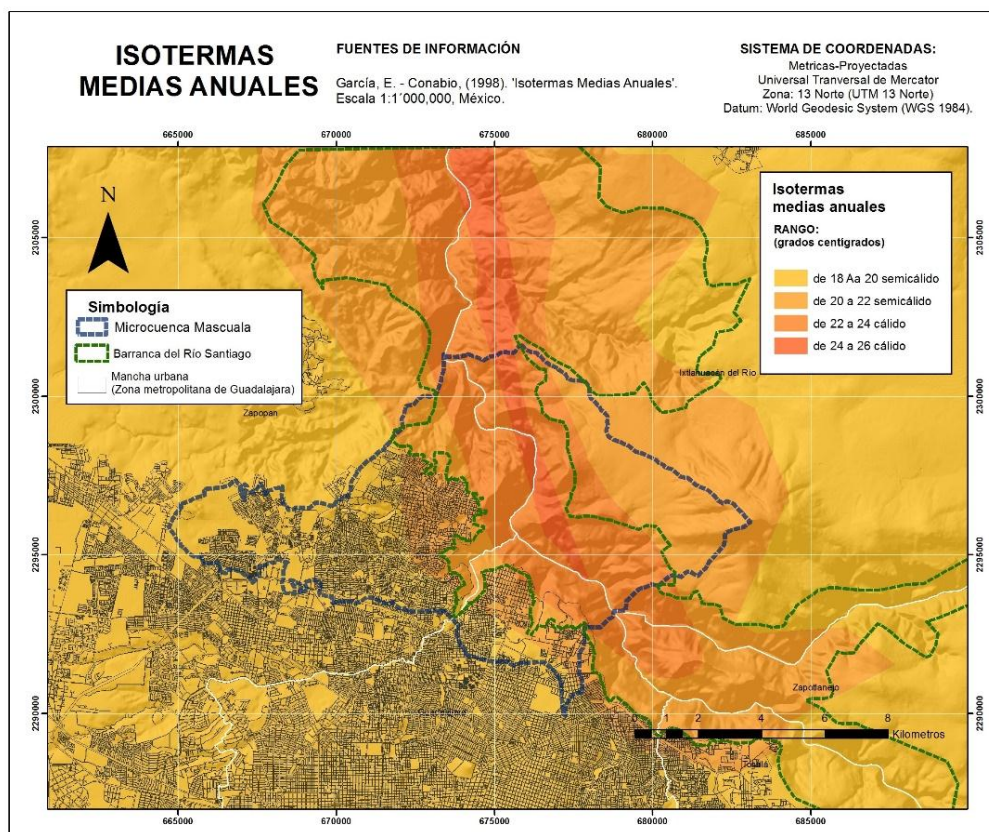
Elaboración propia con base en información de la estación meteorológica Zapopan (2006-2016), SMN. Realizada en el software e-Clim, desarrollado por Evans, Centro de Investigación Hábitat y Energía, UBA, 2004. Esta imagen nos muestra, en términos generales, los cambios considerables de humedad relativa entre los meses de abril a julio.

Es determinante remitirse a una regionalización climática para comprender con amplitud el comportamiento del clima en el ámbito geográfico que remite esta investigación, se puede decir que los municipios metropolitanos pertenecen al dominio de los climas semicálidos subhúmedos de acuerdo a la clasificación de

Köppen (García, 1998^a) en contraposición el área de la barranca está determinada como cálido subhúmedo con temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.

Como parámetros generales del clima se define que el mes más cálido es mayo al alcanzar los 33°C, en los siguientes meses existe un descenso gradual de la temperatura en general. La temperatura desciende considerablemente desde el mes de octubre y vuelve a ascender a partir de marzo. El mes más frío es enero con temperatura mínima que puede alcanzar los 3°, pero solo en escasos días. Generalmente no se observan grandes variaciones a lo largo del año, una temperatura estable predomina la mayoría del tiempo (ver imagen 2), Factor definitivo para propiciar la reproducción espacial de la ciudad.

Mapa 6. Isotermas medias anuales

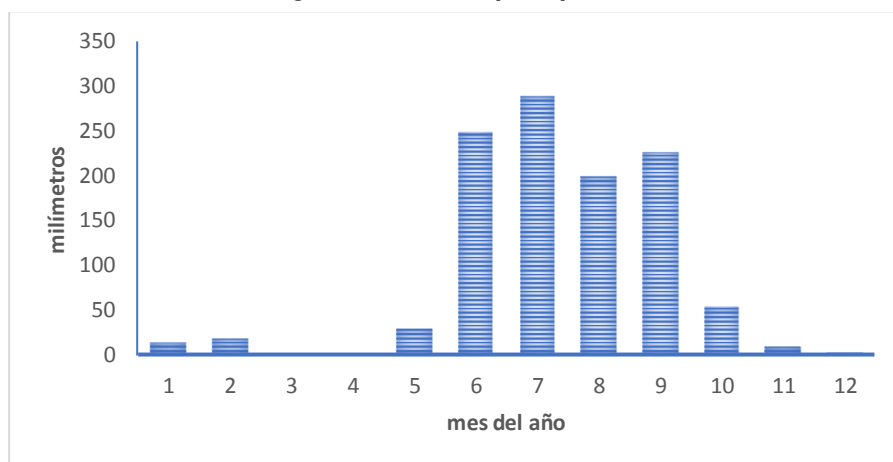


En este mapa se observa la función de la barranca con respecto a la regionalización climática, concentrando calor que puede significar hasta cuatro grados de diferencia.

En la cuestión de temperatura, las isotermas medias anuales (en mapa 6) indican, otra vez, al factor situacional de la barranca en la que aumenta gradualmente la temperatura (García, 1998^b), que puede variar hasta ocho grados de la parte superficial, donde se sitúan los asentamientos irregulares.

Como se vio en el capítulo anterior, por tener la presencia de una barranca, la unidad geográfica cuenta con grandes rangos de variación en la altitud, este apartado se remite al sitio donde se encuentran establecidos los asentamientos humanos, entre 1,330 y 1,630 msnm. Se observa que en la región donde se encuentra el desarrollo urbano, los asentamientos irregulares y la ZMG comprendida entre los 1,250 y 2,070 msnm, se encuentra clasificada dentro del orden de semicálido subhúmedo con temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C.

Imagen 4. Datos de precipitación.



Elaboración propia con base en información de la estación meteorológica Zapopan (2006-2016), SMN. Realizada en el software e-Clim, desarrollado por Evans, Centro de Investigación Hábitat y Energía, UBA, 2004. Se observan los meses de principal precipitación, entre julio y octubre.

El temporal de lluvia se localiza entre los meses de junio a octubre, teniendo a julio como el mes pico de máxima precipitación con 250 milímetros, una presencia considerable de lluvia. Contrariamente, el mes con menos precipitación es marzo, cercano al mes más seco que es abril (ver imagen 3). Esta temporada se encuentra entre los meses donde comienza un aumento de la temperatura después de

alcanzar su nivel mínimo en el año, aunque pueden existir eventos extraordinarios de lluvia leve en los meses de febrero o marzo, pero en general se muestra una regularidad en la temporalidad de las precipitaciones.

De manera en que se desciende topográficamente la clasificación de región climática varía con cierta consideración, pero aún mantiene condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo de las actividades humanas. En el interior de la microcuenca, se experimenta un efecto de transición con respecto a las características térmicas y de precipitación pluvial del territorio en el escenario regional. Del mismo modo, las condiciones antes descritas propician que exista, a cierto grado, diversidad de regiones climáticas en la zona metropolitana, determinado al abordar el análisis regional de la variación climática y su posterior aterrizaje al contexto local de las condiciones naturales.

Conclusiones del capítulo dos

El espacio ambiental está regido por un contexto complejo de cuencas que se despliega desde el entorno nacional hasta la determinación local, en el nivel microcuenca se puede llevar a cabo una investigación biorregional que conjunte el impacto hacia su sistema ambiental (contaminación y deterioro). La morfología del relieve es un determinante importante en las características del clima en las colonias irregulares, el elemento natural de barranca del Río Santiago influye directamente en las condiciones ambientales, hidrológicas y climatológicas de las colonias. El territorio presenta riesgo de inundación en zonas dispersas, y de desprendimiento de suelo en pendientes escarpadas principalmente en la superficie correspondiente a la transición entre el área natural y los asentamientos irregulares. El sitio por sus características topográficas también se percibe gran grado de peligrosidad en el tema de los deslizamientos y arrastramiento en el temporal de lluvias torrenciales en algún evento que pueda alcanzar gran magnitud.

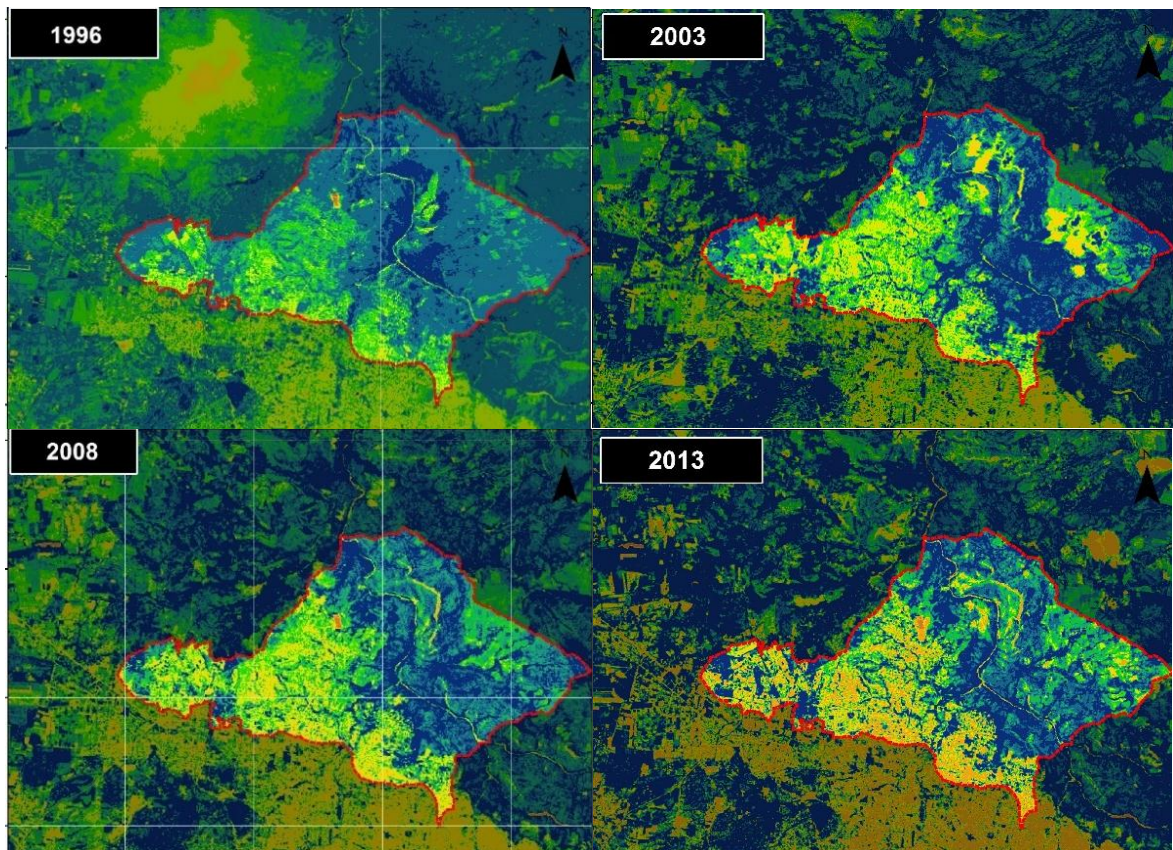
CAPÍTULO 4. Impacto ambiental sobre la vegetación

Como se expuso con anterioridad la microcuenca está expuesta a desequilibrios ecológicos causados por una evidente intervención humana, sin medidas de

integración al ecosistema. La cercanía del bosque denso con los asentamientos irregulares pone en riesgo su existencia y revela la fragilidad de las áreas ecológicas de alto valor ambiental, frente al empuje de la ocupación urbana.

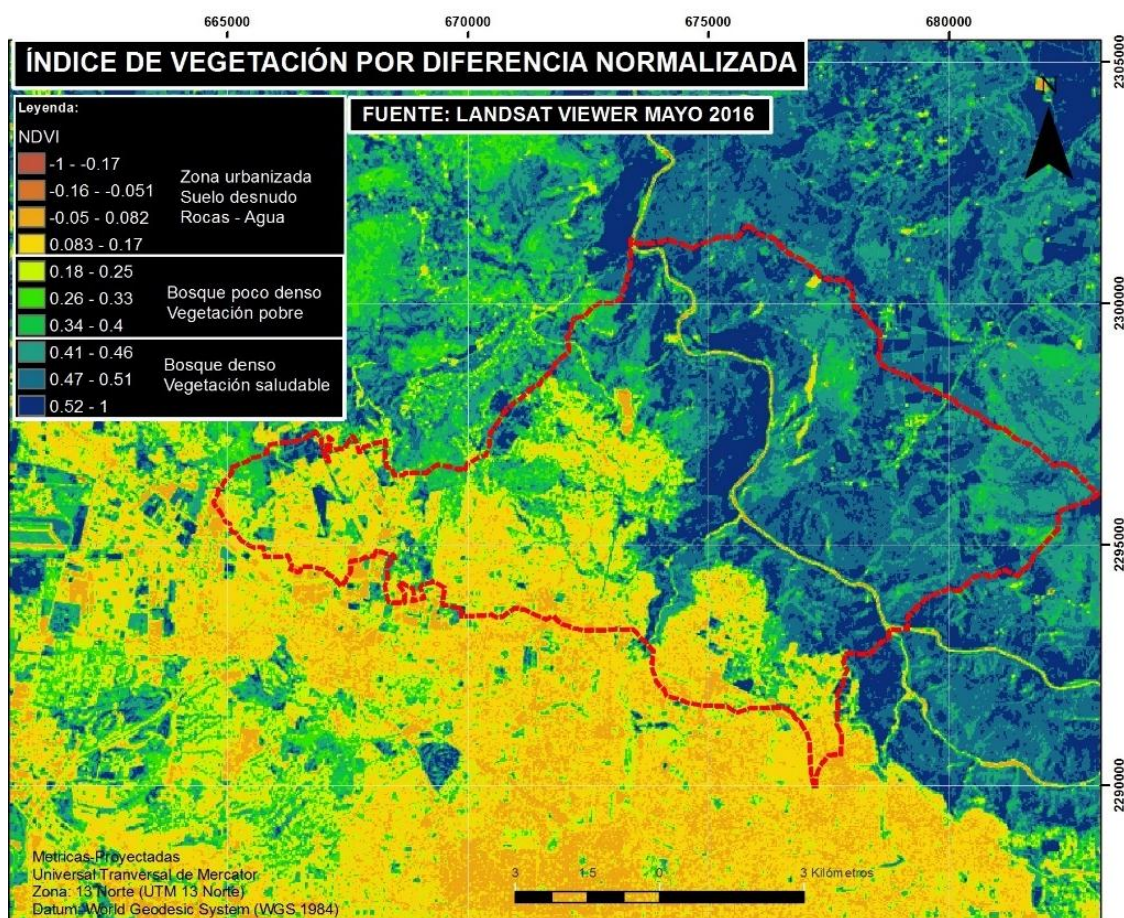
El fenómeno de crecimiento de asentamientos humanos constituye el problema esencial a abordar en esta investigación e interrelacionarlo con el impacto negativo en el ecosistema, esto apoya a la hipótesis de deterioro desmesurado en el territorio correspondiente la unidad de análisis ambiental. En el año 1996 se observa un panorama en el que el proceso de consolidación urbana ha entrado a una fase intensificada en la parte norte del municipio de Zapopan. Del año 1995 al año 2000 se incrementa la zona urbanizada al interior de microcuenca, en el municipio de Guadalajara se percibe un área urbana más consolidada.

Mapa 7. Comparativa del NDVI en los últimos 20 años



Elaboración propia con base en imágenes satelitales de la plataforma Earth Explorer. Se observa una de las principales transformaciones causada por el avance de la urbanización.

Mapa 8. NDVI en 2016



En este mapa se observan los rangos a partir de los cuales se realizó el análisis NDVI en la situación actual de la vegetación. El color naranja representa la superficie urbanizada, en verde claro la vegetación pobre o escasa y en color azul el bosque denso que corresponde al área de la barranca.

En ambos contextos existió gran presencia de árboles, arbustos y planta en condición aislada, en el espacio físico transformado, así como vegetación abundante pero poco densa que formaba parte de recursos forestales de la periferia de la ciudad. En este periodo de tiempo, el sector selva dominaba el contorno de la barranca, cumpliendo la función restrictiva contra el avance de la ciudad sobre el ANP. En otras palabras, ya se apreciaba invasión en la zona de transición, como lo indicada en el Plan Ordenamiento de la Zona Conurbada de Guadalajara (POZCG) de 1984. En cambio, entre este proceso socio - temporal, el paisaje aun no mostraba gran magnitud de intervención o transformación por parte de la producción de asentamientos irregulares, que estaban en fase media de constitución, más en los

distritos urbanos de Zapopan que en los de Guadalajara. Se puede indicar que el paisaje que confluye entre un espacio metropolitano y uno de alto valor natural resintió los impactos de la presión de ocupación del suelo y cedió a la construcción de viviendas precarias, siendo la vegetación que existe en el sitio, uno de los principales elementos naturales que serían sacrificados en la dinámica de crecimiento urbano.

Tras tres años, de 1996 a 1999 ya se había perdido el 11% de los árboles en el sector del bosque poco denso, al interior del actual límite de área urbana. Esta situación permite confirmar los hallazgos que aproximan al fenómeno de transformación del paisaje natural, que analizado desde distintas escalas territoriales, determinan un incumplimiento en los objetivos de conservación establecidas en la década de 1980, las cuales, contenidas en el POZCG planteaban limitar el crecimiento de los centros urbanos municipales, con el fin de establecer áreas con estricto control de crecimiento, para proteger la barranca y el ecosistema contenido al interior con un margen territorial en su contexto.

Para el año 2003 se registró una reducción de vegetación principalmente situada en contorno a cauces de agua, en ese tiempo la urbanización y crecimiento poblacional tuvo uno de sus ritmos más altos de crecimiento de las últimas décadas. Este factor demuestra la correlación de problemas socioambientales ligados a la conformación territorial y paisajística intervenida por la presencia de asentamientos irregulares, que involucra zonas de alto valor natural, una de las transformaciones ambientales más importantes del emplazamiento.

Ya para el 2008 la reducción de especies vegetales es muy evidente, sobre todo en el área que hoy constituye los asentamientos de origen irregular que corresponde a un 73% de la superficie urbanizada. En esta fecha, presenta un rasgo adicional que es cuando finalmente se llegó al límite de su crecimiento expansivo. En este proceso se presentan reducciones significativas al ritmo de crecimiento urbano, desaceleración. Se puede definir que, en ese quintil, en el cual por fin se pone freno en gran medida a las transformaciones del espacio urbano, en cuanto a ocupación de parcelas libres respecta, ya habían sido efectuadas las transformaciones más

significativas y el daño ambiental a la vegetación urbana había sido considerable. Para dar idea de la magnitud, desde 1996 hasta 2016 se pierde un 54% de la densidad de los árboles, que fueron sustituidos por bloques de cemento, varillas de acero, madera, entre otros materiales de construcción (que moldearon las improvisadas viviendas precarias), también con presencia de pavimento en algunas calles, e infraestructuras urbanas (torres de alta tensión y drenaje). Este conflicto de naturaleza urbano –ambiental dio lugar al deterioro paisajístico y natural, experimentado sin precedentes en la microcuenca; y trajo consigo un escenario de insostenibilidad que, de hecho, pone en riesgo el desarrollo óptimo, situado en el contexto de desigualdad.

Tabla 1. Evolución temporal del impacto urbano a la vegetación (1996-2016).

Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada <i>NDVI</i> en metros cuadrados (m2)												
Año	1996	%	1999	%	2003	%	2008	%	2013		2016	%
Zona urbanizada Suelo desnudo Cuerpos de agua Rocas	5,928,205	6.48	18,294,919	20.01	26,383,961	28.85	32,019,362	35.02	36,029,126	39.40	38,349,933	41.94
Bosque poco denso Vegetación pobre	31,838,272	34.82	21,841,558	23.89	16,859,449	18.44	12,859,448	14.06	11,281,619	12.34	11,065,279	12.10
Bosque denso Vegetación saludable	53,672,171	58.70	51,302,171	56.11	48,195,238	52.71	46,559,838	50.92	44,127,903	48.26	42,023,436	45.96
SUPERFICIE TOTAL EN MICROCUENCA	91,438,648	100	91,438,648	100	91,438,648	100	91,438,648	100	91,438,648	100	91,438,648	100

Elaboración propia mediante el análisis *NDVI* con base en imágenes satelitales proporcionadas por Earth Explorer. Esta tabla muestra que la principal pérdida de vegetación es poco densa, principalmente en la zona que históricamente se urbanizó. Esta transformación ha tenido en la barranca un impacto poco significativo.

En cambio, en el sector de la barranca no ha existido gran pérdida de masa forestal por causa de la urbanización. No obstante, el problema de la contaminación de los cuerpos de agua, muestra un efecto físico de propagación-multiplicación por medio del ecosistema; la pérdida de masa forestal es propiciada por las pautas de localización del espacio físico construido que se agregan al problema de la contaminación del área natural al interior de la microcuenca. Estos efectos ambientales son causados innegablemente por el incesante empuje de la urbanización. Es importante para los estudios del medio físico, con la precisión que el análisis *NDVI* proporciona de los rasgos del territorio urbano.

Para identificar un eventual aumento de las condiciones de deterioro en la estructura física de la ciudad y las interacciones, en este caso, negativas entre el sector barranca y el área que hoy ocupa los asentamientos irregulares. El dilema surge cuando existen fenómenos involucrados entre el crecimiento urbano y los factores de alteración de los ecosistemas, aspectos negativos de naturaleza multidimensional que interpolan aproximaciones de análisis en el ámbito biorregional. El bosque tropical caducifolio, en especial atención a sus amenazas, vulnerable a la pérdida de biodiversidad constituye uno de los muchos factores que hasta la fecha han incidido entre la problemática.

Conclusiones capítulo cuatro

En la actualidad sigue predominando la vegetación densa debido a la masa de árboles que también mantiene importante valor escénico en la barranca, aquí la reducción de vegetación no ha sido tan determinante, pero de continuar con la tendencia actual no se descarta que el avance de la urbanización provoque impactos negativos en el ecosistema de la barranca del Río Santiago. La tendencia del proceso de urbanización amenaza un área con valor ecológico que contribuye a la crisis ambiental de la ZMG. También se observa que en los terrenos expuestos a la urbanización se produce una significativa reducción de vegetación de densa a pobre, esto conlleva la eliminación total o parcial de vegetación, tales como plantas, pastizal arbustivo o arbóreo trajo cambios más trascendentales con impactos negativos al ambiente y al ecosistema. Las colonias le han estado ganando terreno en los últimos treinta años a un medio físico natural de potencialidad biótica. Estas consecuencias características de la zona demuestran el efecto que tendrá la tendencia de crecimiento urbano, espacialmente en la conservación de la vida animal, vegetal y humana.

Las manifestaciones humanas de contaminación de cuerpos de agua, residuos sólidos y afectaciones a la vegetación fueron propiciadas por la presencia de viviendas de origen precario que no cuentan con tratamiento de aguas residuales, no sólo alteraron los valores estéticos de la naturaleza con la ruptura tras la sustitución de paisaje natural por urbano. Es más, se evidenciaron los efectos

negativos sobre el territorio que se involucran en el nivel regional y, mayormente provocaron desequilibrios ambientales en una zona donde el desarrollo urbano le ha dado la espalda a la conservación ecológica durante las últimas cuatro décadas. Ante ellos, se debe adoptar una postura que muestre especial atención en los efectos de las crisis regionales, de la intervención humana sobre el medio natural y en los esquemas de relaciones socioambientales que afectan los procesos naturales en la constitución del espacio habitable.

CAPÍTULO 5. Configuración urbana en contexto de un área natural

5.1. Crecimiento urbano-metropolitano, una aproximación retrospectiva

Existe en el crecimiento de la ZMG una ruptura evidente con su medio físico natural manifestado con la urbanización a través del tiempo, reduciendo la presencia de vegetación con el crecimiento urbano. Una interpretación histórica al fenómeno ambiental estudiado es determinante para remitirse a las etapas iniciales del asentamiento humano, donde el factor tiempo muestra un panorama en retrospectiva de la urbanización en la microcuenca.

Tabla 2. Comparativa de infraestructuras de servicios urbanos en 2010.

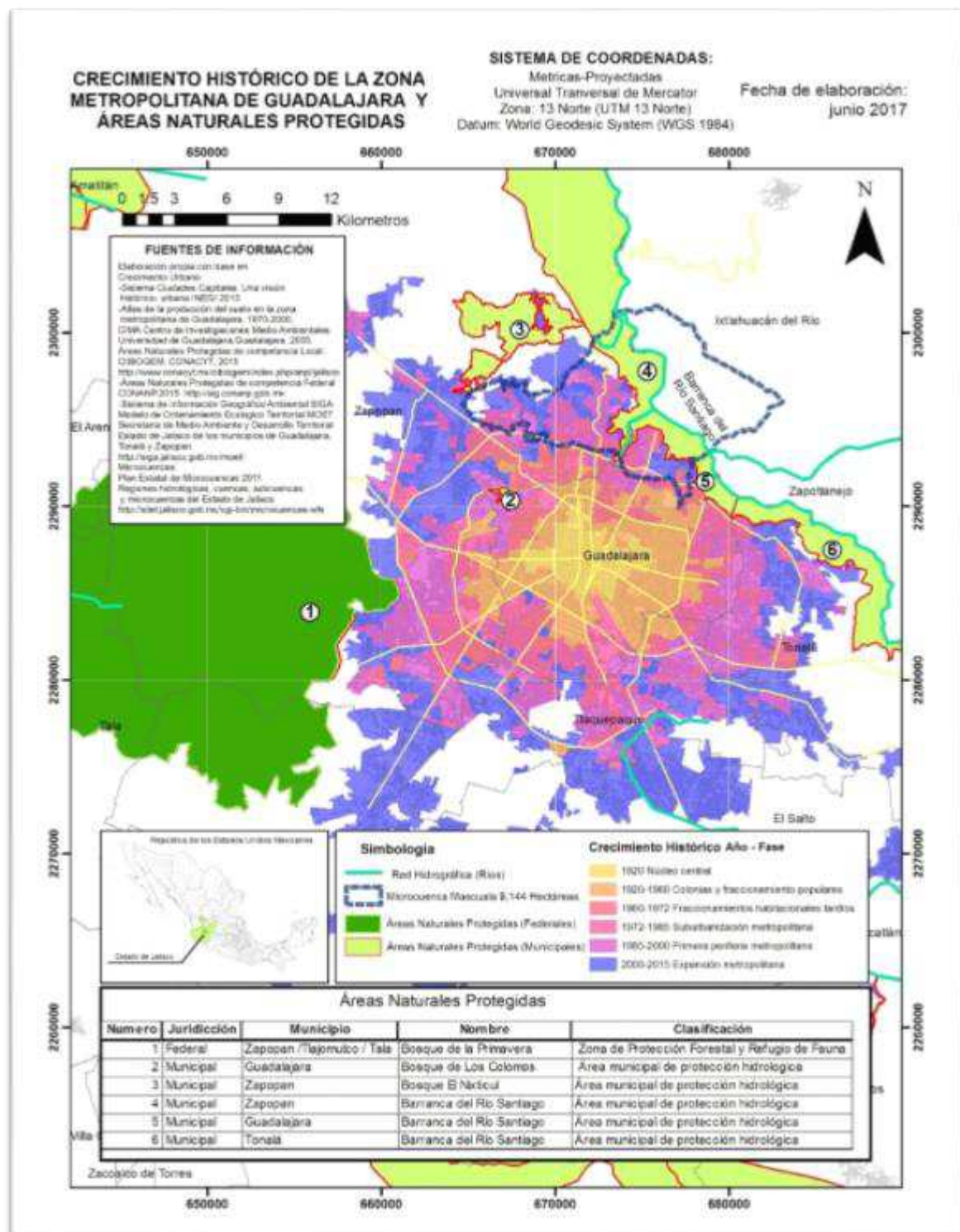
Comparativa de infraestructura de servicios urbanos en la Microcuenca Mascuala					
	Viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje
	86,829	81,983	4,945	85,887	942
(%)	100	94	6	99	1

Fuente: Elaboración propia con base en el Censos de Población y Vivienda, Inegi, 2010. Se aprecia la dimensión de viviendas que cuentan con agua entubada y drenaje en la microcuenca.

La observación satelital del periodo 1990- 2000 demuestra que nunca existió una frontera formal entre lo rural, lo natural protegido y lo urbano, los patrones urbanos de difusión sobre áreas no aptas fueron promovidos por un predominante empuje de fuerzas socioespaciales. El crecimiento de la zona urbaniza las laderas y llanuras al interior de la microcuenca con fuerza determinante, de forma espontánea e

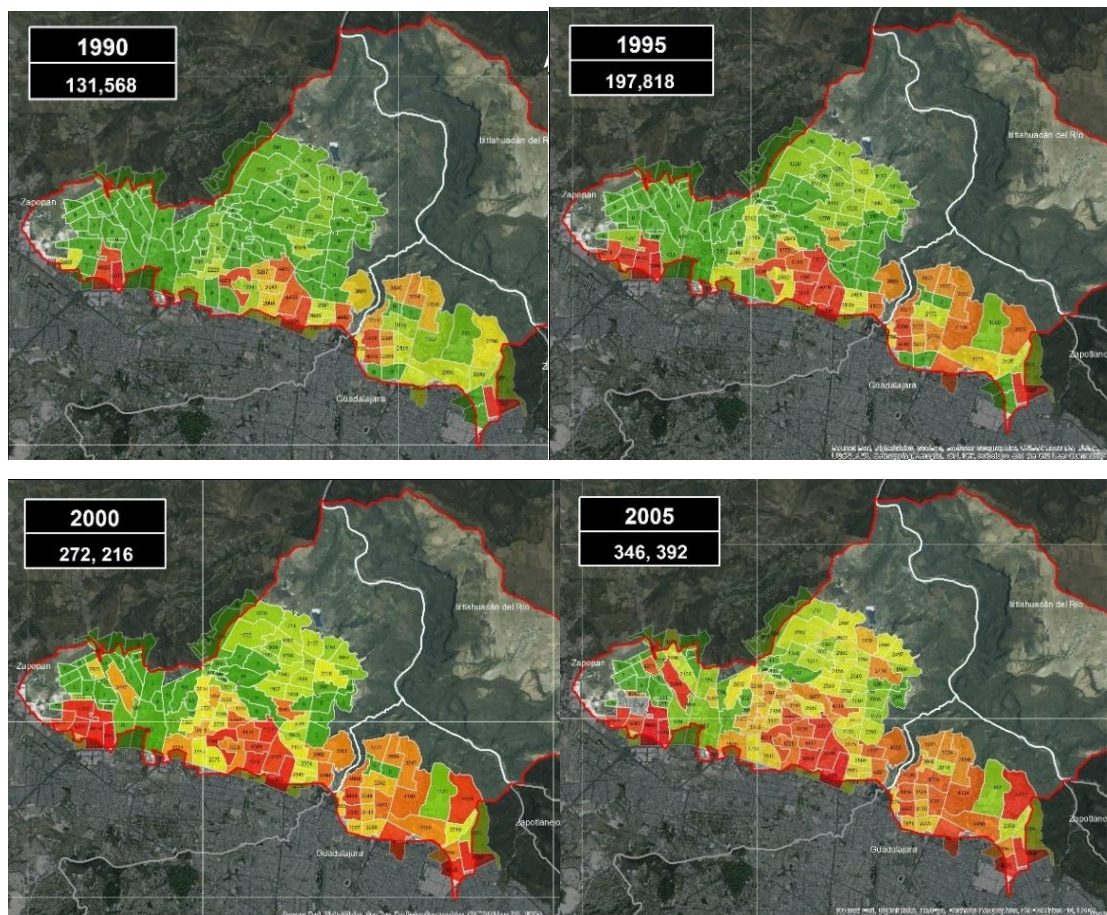
irreversible sobre el suelo virgen y no suele obedecer ningún tipo de lógica funcional ni estructurante.

Mapa 9.Crecimiento histórico de la ZMG y localización de ANP.



En este mapa se observan las fases temporales de la urbanización de la ZMG, se aprecia que a partir de 1970 inicia el proceso de conurbación de los municipios contiguos y de la microcuenca.

Mapa 10. Evolución poblacional, comparativa de 1990 a 2005.

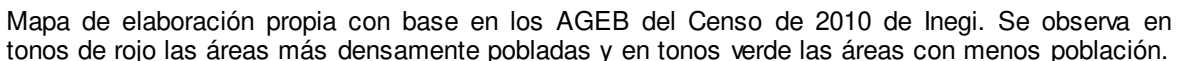


Comparativa de mapas con base en los AGEB del Censo de Inegi. Se aprecia la tendencia de crecimiento urbano originario desde el sur y que se fue consolidando hacia el norte. La simbología se muestra en el mapa 11.

La inercia que genera el crecimiento metropolitano ha estado ocupando suelos de conservación. La fase de urbanización más intensa ocurrió entre 1985 al año 2000 en la denominada primera periferia metropolitana. En este periodo, se efectúan las principales transformaciones ambientales, la sustitución de escurrimientos superficiales por canales de drenaje, algunos entubados, que forman parte de la infraestructura urbana, en la actualidad.

Desde la perspectiva histórico-regional han existido distintas fases de crecimiento urbano, desde la fundación de la ciudad de Guadalajara hasta la actualidad metropolitana. La fase de suburbanización metropolitana que se llevó a cabo entre los años 1972 a 1985, se caracteriza cuando la mancha urbana de la ciudad de Guadalajara traspasa sus fronteras municipales y define su extensión hacia el norte,

Mapa 11. Población en 2010 del área urbana en la Microcuenca Mascuala.



En el quinquenio de mayor crecimiento poblacional (de 1990 a 1995) se consolidó la densidad de construcciones precarias que encontraron espacio sin que intervinieran limitantes de expansión en las complicadas condiciones topográficas y geomorfológicas. En la transición ocupacional de suelo libre a áreas urbanas, se observa que se fueron incorporando esporádicamente lotes baldíos por edificaciones de carácter paupérrimo, en una primera fase, y posteriormente otra residencial sobre una superficie menor.

Para complicar la situación al fenómeno de crecimiento de la ciudad analizado se observa que no se respetan los instrumentos de planeación urbana que regulan la urbanización a través de planes y programas, e implican la restricción de cauces de ríos y escurrimientos al interior de las ciudades, desde los inicios del asentamiento la lotificación en la cercanía con el ANP. Esto crea una ruptura ambiental inducida, que se agudiza con el vertido de aguas residuales provocado por las viviendas al interior de la microcuenca y en su contexto, consecuencias contaminantes que siguen ocasionando daños complicados de controlar. De esta forma se pone en riesgo la vida del ecosistema debido a que el agua contaminada que se propaga con químicos y disolventes envenenando lentamente las especies de flora y fauna de la barranca del Río Santiago. También, los impactos hacia el medio físico natural traen consigo limitaciones y deterioro urbano - ambiental.

Tras los procesos de expansión metropolitana, es notoria la inducción de focos de deterioro ambiental manifestados en el arrojado de aguas residuales que se canalizan pendiente abajo por los escurrimientos permanentes e intermitentes. Este problema se ha intensificado en los últimos años con el aumento poblacional y la urbanización, que sigue trayendo consigo presencia cada vez mayor de residuos, tanto líquidos como sólidos arrojados sin medida al entorno natural. Desafortunadamente las características naturales del terreno son utilizadas en la propagación de contaminación en la microrregión de análisis, dado que el desalojo de aguas residuales se da a cielo abierto, aprovechando la topografía.

5.2. Tendencias de la evolución demográfica periurbana

El crecimiento urbano en la microcuenca ha obedecido a presiones poblacionales, consolidando áreas urbanas en los municipios de Zapopan y Guadalajara. Se observa un estrecho vínculo entre la estructura del territorio, la población y el impacto ambiental ocasionado. Se puede estimar que los asentamientos irregulares iniciaron poco antes de 1970. Sin embargo, las etapas de mayor crecimiento poblacional en la unidad de análisis ambiental se estiman entre las décadas de 1970 y 1980, con un progresivo proceso de conurbación entre los límites municipales de Zapopan y Guadalajara.

Destaca la existencia de un núcleo aislado de crecimiento urbano en lo que hoy corresponde a la colonia “La Coronilla” una de las más grandes de la aglomeración urbana. Este entramado parcelario representa un sitio, cuya inercia determinaría la consolidación futura de urbanismo informal en la microcuenca Mascuala. El conglomerado de población que está situado en la parte norte creció de forma aislada hasta que logra conectarse física y espacialmente con las colonias del sur (Arroyo Hondo y Lomas del Auditorio) desde 2005 hasta la actualidad. Entre estas fechas se destaca un repunte de crecimiento edilicio de viviendas, en comparación con lo anterior y es cuando la microcuenca refuerza su carácter urbano, desvinculándose con el ambiental. Las colonias populares de la unidad de análisis ambiental se han alimentado progresivamente de población de los municipios de Zapopan y Guadalajara.

En el periodo de 1995 al 2005 se observan los efectos de expansión incontrolada, causada por un incremento demográfico, desacelerado al norte de los municipios de Guadalajara y Zapopan (ver comparativas de mapas 18). En esta etapa se presencia la migración masiva que promueve la ocupación de áreas periurbanas, con una consecuente alta tasa de natalidad como manifestación de los procesos demográficos de la ciudad.

Desde el año 2000 al 2015, periodo de expansión metropolitana, se define el proceso de parcelación del territorio, lo cual determinará la configuración urbana de los asentamientos irregulares que se han estado adaptando a las características

particulares del relieve, hasta cierto grado. En cuestión de estructura urbana, la carretera a Saltillo o la Prolongación Avenida Alcalde ha sido un eje vinculante en el proceso de consolidación urbana, que ha favorecido la conexión espacial entre las colonias del sur con las del norte en el Distrito Urbano “Arroyo Hondo” en el municipio de Zapopan.

El fenómeno de crecimiento urbano a principios del milenio manifiesta consecuencias ambientales por el establecimiento de asentamientos irregulares. Esta característica de las periferias mexicanas, es propiciada en gran medida por la desigualdad económica y falta de regulación estatal del territorio por la carencia de planeación urbana y ambiental, integrada con visión regional.

Tabla 3. Evolución demográfica de la microcuenca Mascuala 1990 -2010.

Periodo	1990	1995	2000	2005	2010
Población total	131,368	197,818	272,216	346,392	373,570
Población Masculina	64,317	97,441	134,292	170,313	183,866
Población Femenina	67,251	100,377	137,924	176,079	189,704

Elaboración propia con base en los Censos de Población y Vivienda, Inegi, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010. Se observa el incremento progresivo de la población de la microcuenca, diferenciada por género.

Dichas condiciones han determinado el panorama social y de exclusión predominante en el paisaje urbano del área de estudio. El carácter disperso y poco planeado de la periferia urbana amenaza la conservación de la biodiversidad del ANP, por las consecuencias ambientales manifestadas en el territorio a través del tiempo.

En un periodo de veinte años (1990 a 2010) la población multiplicó su presencia poco más de tres veces su tamaño, este aumento demográfico nos proporciona una idea de la magnitud de la amenaza ambiental que representa la falta de control del crecimiento urbano sobre su ambiente natural. La presión demográfica que ejercen las colonias de la frontera al sur cruzando el anillo periférico (distrito urbano Zapopan Centro) determinó progresivamente el establecimiento de asentamientos de origen irregular al interior de la microcuenca Mascuala (ver tabla 3). La tendencia de crecimiento no planeado de la periferia urbana con el paso de los años fue

consolidando las características morfológicas, edilicias y de imagen urbana observadas en la actualidad. Progresivamente las áreas parcialmente deshabitadas se fueron ocupando al multiplicar la cantidad de habitantes en las colonias para posteriormente consolidar un entramado urbano uniforme apreciable actualmente. En función del número de habitantes se pueden establecer criterios específicos para conocer las nuevas relaciones naturaleza- sociedad. En el periodo de 2005 a 2010 inicia una nueva fase de desaceleración del crecimiento poblacional, efecto percibido hasta nuestros días. Este efecto demográfico mantiene correlación con la población metropolitana que también descendió su ritmo de crecimiento.

Conclusiones capítulo cinco

Los sitios contiguos a los núcleos de crecimiento urbanos irregulares favorecen el asentamiento y construcción de viviendas precarias e ilegales, esta tendencia de crecimiento urbano insostenible que tiene como característica la ocupación del ANP. La red de cauces de temporal que vienen desde los sitios altos aislados tanto en el municipio de Zapopan, como en el de Guadalajara determinan, que en temporada de lluvia se pongan en riesgo latente las construcciones y las infraestructuras que se encuentran en la restricción por cauce de agua. Estos espacios urbanos se encuentran habitados por el 54% de la población total de la microcuenca donde prevalece un panorama de contaminación de cuerpos de agua.

Desde el punto de vista social, se determina que entre las décadas de 1970 a 1980 poca gente vivía donde se establecieron asentamientos irregulares. Las viviendas que se fueron situando se transformaron rápidamente en población urbana incorporando a las colonias del norte de la ZMG en un proceso de conurbación característico de la época, esto se realizó sin una integración ambiental despreciándola de su entorno, de esta forma la calidad de vida de los habitantes se ha estado deteriorando.

CAPÍTULO 6. Percepción ambiental de los actores sociales sobre el espacio urbano

Los objetivos puntuales de la investigación cualitativa que representan las encuestas en campo dirigida hacia los habitantes de las colonias, en la parte urbanizada en los municipios de Zapopan y Guadalajara fueron:

1. Conocer que acciones están dispuestos a realizar (individual o colectivamente) para mejorar ambientalmente las condiciones de su colonia.
2. Identificar de qué forma (los habitantes) perciben su entorno ambiental inmediato.
3. Conocer desde el punto de vista de los habitantes quien es el responsable de la mejora ambiental.
4. Saber si los vecinos se reconocen a ellos mismo como factores de contaminación.

La opinión más frecuente sobre quién es el responsable del cuidado ambiental en las colonias populares fueron las autoridades. La mayoría de los habitantes culpó a estos actores públicos por el deterioro ambiental en sus calles, aludiendo que esos distritos están abandonados de la inversión pública. Esta opinión fue frecuente tanto en Zapopan como en Guadalajara.

Sin embargo, en esa visita también se observaron aspectos que se consideran de alto impacto ambiental; ello fue, la quema indiscriminada de basura en fogatas localizada al aire libre y a plena luz del día, así como la pérdida de vegetación endémica sustituida en gran medida por vegetación introducida. Se observa también la presencia de ladrilleras en actividad, localizadas comúnmente en el límite del ANP con el área urbana y es por eso común encontrar altas columnas de humo oscuro visibles desde puntos más lejanos de la ZMG. La presencia de arroyos naturales transformados en ríos de aguas negras y con gran caudal, en este punto existe la producción de malos olores, así como la presencia de una gran cantidad de basura en su contorno, cuyo destino es el cauce del Río Santiago al fondo de la barranca. Por otro lado, aún se evidencian actividades rurales en granjas y huertos donde se realizan actividades agrícolas y pecuarias, con viviendas de características campestres, algunas aún de materiales de construcción particulares de otra época, tales como adobe y madera. Es común la presencia de caballos,

principalmente en las colonias situadas al borde de la barranca, donde también se observa un panorama de mayor pobreza y desigualdad.

Tabla 4. Resultados de encuesta: recurrencia de respuestas.

Resultados de cuestionarios								
1. En materia ambiental, ¿seleccione un aspecto que le gustaría que cambiara de su colonia?			2. Para usted, ¿Quién es el responsable del cuidado del medio ambiente en su colonia?			3. ¿Qué grado de deterioro ambiental considera que existe en su colonia?		
Clave	Opciones	Resp						
A	Menos inundaciones	3	A	Autoridades	15	1	Muy bajo	1
B	Más arbolado	9	B	Vecinos	13	2	Bajo	2
C	Aire más limpio	6	C	Organizaciones amb.	4	3	Medio bajo	1
D	Menos calor	4	D	Policía	0	4	Medio	1
E	Menos basura en las calles	4	E	Empresarios	1	5	Medio alto	3
F	Menos basura en los ríos	12	F	Nadie	7	6	Alto	16
G	Ninguno	2	5. Para usted, ¿cual es el principal aspecto negativo de su colonia?			7	Muy alto	8
4. ¿Qué acciones estaría dispuesto a hacer para el mejoramiento ambiental de su colonia?			A	Arrojo de desecho material de la construcción	5	8	Extremo	8
A	Recuperación de ríos	4	B	Demasiados perros	5	6. Confiesa usted que haber realizado una actividad de alto impacto ambiental		
B	Recolección de basura	3	C	Malos olores en la calle	6	0	Ninguno	15
C	Siembra en huertos urbanos	9	D	Presencia de drogadictos	7	1	Muy bajo	3
D	Siembra de árboles	10	E	Quema de vegetación	4	2	Muy bajo	3
E	Ahorro de agua en casa	12	F	Contaminación de ríos	6	3	Bajo	3
F	Otro	2	G	Poca vegetación	7	4	Bajo	5
7. Cree usted que su colaboración ayudaría a reducir el impacto ambiental en su colonia			8. En qué grado considera que una mejora en las condiciones ambientales mejoraría su calidad de vida			5	Medio	2
0	Ninguno	1	3	Bajo	0	6	Medio	2
1	Muy bajo	0	4	Bajo	2	7	Alto	1
2	Muy bajo	1	5	Medio	3	8	Alto	4
3	Bajo	2	6	Medio	2	9	Muy alto	1
4	Bajo	2	7	Alto	11	10	Muy alto	1
5	Medio	4	8	Alto	5	9. Para usted el medio ambiente qué importancia tiene en su vida		
6	Medio	0	9	Muy alto	3	4	Bajo	0
7	Alto	6	10	Muy alto	14	5	Medio	2
8	Alto	5	10. Considera importante que se hagan estudios sobre el medio ambiente			6	Medio	6
9	Muy alto	11	0	Ninguno	1	7	Alto	6
10	Muy alto	8	1	Muy bajo	0	8	Alto	17
			2	Muy bajo	0	9	Muy alto	4
			3	Bajo	3	10	Muy alto	5
			4	Bajo	1			
			5	Medio	2			
			6	Medio	4			
			7	Alto	4			
			8	Alto	5			
			9	Muy alto	6			
			10	Muy alto	14			

Esta tabla contiene los resultados de los cuestionarios en el trabajo de campo con relación a cada pregunta, orientadas a conocer la percepción o líneas de acción para el mejoramiento ambiental.

La distribución espacial de esta opinión mantiene una tendencia generalizada en la mayoría de las colonias que piensan que los vecinos podrían actuar para intervenir en su colonia, actividad poco frecuente, pero que podría representar un cambio significativo en las condiciones ambientales de la microcuenca.

Con respecto a la pregunta dirigida hacia el grado de deterioro ambiental percibido por los individuos las respuestas tuvieron una tendencia de percepción de degradación alta, más no muy alta. Principalmente eso dijeron los habitantes que viven en los asentamientos humanos de mayor cercanía al ANP. Sin embargo, muy pocas personas opinaron que en su colonia existe un deterioro ambiental bajo y medio (ver tabla 5). Las respuestas orientadas a responder la pregunta de: ¿Cuál es el principal aspecto negativo de su colonia? Fueron principalmente hacia aspectos observados en la visita de campo, con tendencia alta hacia la falta de vegetación, misma tendencia que la pregunta número uno, pero también con problemas sociales, como drogadicción e inseguridad en calles y espacios públicos, ello demuestra un fenómeno que dificulta la cohesión social y afecta la seguridad de los habitantes tanto en las colonias de Zapopan como de Guadalajara.

Las preguntas que estuvieron relacionadas con la intención de los encuestados con respecto a ser partícipes de la transformación de su contexto urbano mostraron tendencias favorables, una gran cantidad de personas piensa que una mejoría ambiental traería beneficios a la calidad de vida, asimismo, se opina que la conciencia ambiental está presente en los actores sociales y habitantes, aunque a veces con sus acciones lo releguen a segundo plano.

Conclusiones capítulo seis

Hay que prestar particular atención en los habitantes que viven en las zonas más próxima al ANP, especialmente en el Municipio de Zapopan, que corresponden a las colonias de Mesa Colorada Poniente, Mesa Colorada Oriente, Lomas del Pedregal, Mirador Escondido, La Coronilla, La Higuera, Miguel Hidalgo, Lomas del Refugio, Indígena de Mezquitán, Jardines de los Belenes y La Experiencia, ellos perciben un deterioro paisajístico, en el que se ven involucrados y que afecta su día a día. Las respuestas muestran el interés por la recuperación de cuerpos de agua

con participación de los habitantes aprovechando las intenciones de contribuir a la mejora de sus condiciones de habitabilidad en el contexto urbano. Estas acciones podrían ser canalizadas para el involucramiento de los vecinos y voluntarios en programas de reforestación, huertos urbanos y recuperación de ríos, entre otras.

CAPÍTULO 7. Criterios para el diseño de políticas ambientales (propuestas)

Una propuesta va orientada hacia sugerir futuras investigaciones biorregionales con base en la metodología que se aplica en el estudio que se presenta. Será importante considerar la existencia de asentamientos irregulares, manifestaciones que se presentan principalmente en el contexto latinoamericano, en países del hemisferio sur o tropicales. También se recomienda trabajar en escala microcuenca para apreciar las transformaciones que la urbanización puede ocasionar al ambiente natural con el método del *NDVI*. Es importante considerar a los actores sociales, principalmente los más desfavorecidos debido a que ellos pueden ser individuos agentes para la transformación positiva de su hábitat y su permanencia en el tiempo. El empleo de técnicas cartográficas actuales como lo son los SIG permiten una amplia interpretación y análisis en el territorio, no solo espacial sino también temporal.

Es importante abonar en estudios de carácter biorregional en Latinoamérica, escenario donde existe un gran potencial debido a la riqueza de los ecosistemas y a la necesidad de su conservación. Al conjuntar la visión biológica con la social y la ecológico territorial se puede llegar a lograr un interesante estudio interdisciplinario para abordar la naturaleza compleja del fenómeno territorial que se desarrolla al conjuntar ciudad y naturaleza. Con los resultados obtenidos se aportaron elementos analíticos que determinan la magnitud del riesgo que existe con la ocupación del suelo cercano a un área con alto valor ecológico. La contaminación y pérdida de vegetación, como se explicó, compromete la sustentabilidad ambiental desde la perspectiva regional y por lo que es urgente plantear estrategias para su recuperación.

En el objeto de transformación se propone la elaboración de un esquema que tenga como objetivo la restauración del ecosistema de la microcuenca Mascuala

empleando criterios de planificación ecológica y biorregional. La intervención buscaría la consolidación de un área urbana que coexista en armonía con el medio natural. Las principales propuestas deben estar orientadas hacia la recuperación de ríos, en cuya área de influencia se ejecuten programas de reforestación urbana. También se recomiendan intervenciones de recuperación y canalización de agua no contaminada hacia la barranca. La intención debe ser formular propuestas en escala regional que tenga la finalidad de reestructurar el sistema urbano teniendo como base los procesos naturales que se desarrollan en el territorio, interconectados mediante puentes de vegetación y fauna. Uno de los principales argumentos es la recuperación de vegetación en la microcuenca llevada a cabo principalmente en el contorno de los ríos, para su protección con especies endémicas. Un parque, malecón y mirador serviría para fomentar la cohesión social con programas recreativos e infraestructura para correr y usar la bicicleta. La idea es crear una entidad recreativa y turística que promoverá la identidad y aprovechará el potencial paisajístico del ecosistema. La idea es la creación de un parque lineal con incentivos económicos que den trabajo a los jóvenes pobladores de las colonias populares.

Los aportes relevantes del diagnóstico sirven para sentar las bases de la propuesta, identificar los puntos de acción prioritarios ante el daño ambiental con ayuda de inversión pública y privada. El programa fomentaría establecer polígonos de contención para limitar el crecimiento urbano y proteger los cauces, aprovechar los lotes baldíos para establecer parques didácticos y huertos urbanos. Los estanques de retención se pretenden situar en puntos específicos de la cuenca, sirven para sanar el contexto hidrológico, y funcionarán como parte del sistema de captación pluvial en escala urbana. Con la posterior identificación de los puntos de atención prioritaria (focos de deterioro ambiental) se plantea la creación de un estatus especial en zonas contiguas a naturaleza. Con base en el sistema de escurrimientos propuestos se establece una estructura ambiental acorde con los polígonos de protección a cauces, el parque lineal y las zonas con mayor densidad urbana. Los centros urbanos configuran la nueva estructura urbana con base en la planeación ecológica y normas edificatorias para el frente de los lotes que mantienen cercanía a las áreas protegidas.

Las acciones de diseño podrían estar orientadas principalmente hacia:

- 1) Acciones de reforestación que atiendan los focos de contaminación ambiental.
- 2) Recuperación del ciclo hidrológico urbano mediante los escurrimientos de arroyos y riachuelos.
- 3) Buscar recuperar la zona de transición establecida en el plan de 1984.
- 4) Involucrar a los vecinos en acciones a escala barrial mediante brigadas de recuperación ambiental.

Dentro de los factores que hasta la fecha han incidido entre la problemática de los asentamientos irregulares se encuentran los sociales y ambientales propios de la región. Una de sus características es la existencia de población habitando áreas urbanas con altos niveles de desigualdad económica propiciada por la expansión territorial en forma de asentamientos informales y una creciente condición de deterioro por la carencia de planeación ecológica en un sistema biofísico, el cual está constituido por los elementos ecológicos de gran valor en los cuales se despliega un complejo medio natural que involucra: climatología, hidrología, geomorfología y biodiversidad. Estas cuestiones se deben abordar de forma sistémica para la implementación de políticas ambientales orientadas a reducir el impacto negativo hacia el medio natural de la microcuenca. Estos son, por mencionar algunos: contaminación de cuerpos de agua, pérdida de la masa forestal, invasión espacial del ANP, alteración del clima local, arrojo de desechos materiales y basura hacia la barranca, entre otros.

Para el horizonte inmediato es necesario buscar medidas de integración ambiental debido a que es casi imposible una reubicación. De esta forma se podría reducir el impacto e incluso se puede lograr una recuperación progresiva del ecosistema mitigando los focos de contaminación y de deterioro a los cuerpos de agua. Las políticas urbanas deben de promover una reducción de la densificación de los asentamientos urbanos y más la presencia de arbolado que puede lograrse con programas de reforestación, esto ocasionaría una elevación sustancial en la calidad de vida de los habitantes como una de las transformaciones más positivas que se podrían realizar en la microcuenca. Es necesario continuar con la extensión de los

límites en las áreas del conocimiento que involucra la problemática de pérdida de vegetación y contaminación de cuerpos de agua causada por la incesante urbanización.

Fue importante vincular los nuevos conceptos en las categorías de análisis de los capítulos, tales como la ecología, el enfoque de cuencas o los ecosistemas que se encuentran en las áreas naturales, la función de los cuerpos de agua y los riesgos y vulnerabilidad asociados a ellos. Con el enfoque de sistemas complejos se pueden encontrar aproximaciones teóricas para construir una metodología capaz de intervenir en un área de estudio con condiciones similares, que nos remita a abordar una problemática ambiental para futuras intervenciones.

Desde el contexto regional el estudio demostró los patrones de crecimiento urbano que confirman una expansión constante hacia el norte de la ZMG, iniciada en gran medida en la década de los años setenta, manifestada en núcleos centrales de crecimiento informal. En cuanto a los centros atractores de crecimiento urbano y poblacional cuya inercia ayudó a consolidar los asentamientos humanos de origen irregular en la microcuenca, los más destacados fueron los localizados en lo que hoy son las colonias: La Coronilla, Mesa Colorada y Villa de Guadalupe en el municipio de Zapopan; y en el de Guadalajara fueron: Huentitán el Bajo y Lomas del Paraíso, colonias que nacieron como asentamientos irregulares. Se debe poner especial atención en estas centralidades, aunque el ritmo de crecimiento obtiene una reducción importante en la última década. El fenómeno de aparición de asentamientos irregulares es producto del crecimiento metropolitano y de condiciones exógenas, al igual que en el sistema ambiental y las políticas ambientales se debe tomar en consideración esta realidad.

Actualmente el modelo urbano ignora, desprecia y excluye la visión natural. Es importante mantener informada a la población sobre los instrumentos de planeación urbana y ecológica territorial, así como la elaboración de estudios y manifestaciones de impacto ambientales, elaboradas a conciencia en zonas con índices de marginación y deterioro. Es importante señalar que algunos habitantes se perciben como agentes del mejoramiento ambiental, aprovechar esta oportunidad traería

beneficios a gran escala. Desafortunadamente el agua de las lluvias que cae en la superficie urbana es canalizada al drenaje (sin un aprovechamiento), para una posterior disposición al Río Santiago, esta es la visión de desarrollo que se ha mantenido por parte de las infraestructuras urbanas, es necesario cambiar el tratamiento de estas cuestiones, para anticiparse a una crisis local y regional de mayor envergadura.

Al paso del tiempo se percibe un incremento poblacional considerable, características de una fuerte presión demográfica, manifestada en un territorio heterogéneo con factores de expansión urbana que se dirigieron mayoritariamente hacia la zona del norte mediante la dispersión de viviendas determinadas por un grado de anarquía y desigualdad que constituye una de las formas más tangibles de precarismo en las ciudades. Tras el periodo de consolidación, los territorios correspondientes a los asentamientos humanos en la microcuenca se van convirtiendo en una periferia más extrema en cuanto a las condiciones ambientales. A pesar de encontrarse espacialmente muy cerca de un área natural que brinda servicios ambientales en gran medida. La contaminación y la alteración al delicado equilibrio de los ecosistemas son consecuencias que proliferan en la vida corriente de las periferias desde el punto de vista ambiental, bajo esta lógica hay que poner especial atención en reducir el impacto ambiental.

Conclusiones generales

El conocimiento del medio físico natural nos permite entender las dinámicas urbanas que existen en el territorio. Las transformaciones efectuadas en el paisaje de un ambiente determinado, que nos llevan a visualizar la creación de un entorno que promueva el enriquecimiento de la vida del ser humano, la biodiversidad y el tránsito hacia una conexión que no altere de manera negativa la naturaleza bajo los fundamentos del diseño y la sustentabilidad.

En el ámbito territorial, el estudio identificó diversos procesos de transición, efectos metropolitanos y peor aún, desarticulación de los procesos naturales en el ambiente provocado por patrones de crecimiento urbano de carácter precario, donde los asentamientos irregulares establecen sus propias reglas del juego en la

construcción del hábitat. En cambio, en el ámbito geográfico que nos ocupa, no debe ser sólo valorado en su dimensión físico – urbana, también está determinado por sus características socioambientales, (familias de bajos ingresos coexistiendo en cercanías de áreas de alto valor ambiental) estas condiciones dotan al territorio de particulares componentes sistémicos que son matizados por el contexto local; y muestran desequilibrios o disparidades en el contexto regional.

Existe en el ordenamiento ecológico-territorial una ausencia del componente ambiental, en una escala que permita a los habitantes mejorar sus condiciones de vida, aspecto indispensable para dinamizar el sector más allá de la frontera de un ANP hacia los territorios urbanizados. En la actualidad el núcleo de crecimiento se encuentra saturado con presencia de edificaciones sin planeación urbana y con una dinámica ambiental viciada por su propia existencia. El sitio ha experimentado un evidente crecimiento urbano incontrolado y consecuentes procesos de ocupación. La consolidación demográfica se manifiesta tras la ocupación de baldíos en áreas que ya contaban con servicios. Es necesario destacar que las diferentes colonias presentan diferentes niveles de carencias.

Debido a que las colonias carecen de criterios básicos de diseño urbano y de adaptación climática, es necesario aplicar los beneficios que ofrecen los elementos naturales (bióticos y abióticos) que se pueden ser vistos como oportunidad de desarrollo sustentable, tales como arbolado, agricultura urbana, aprovechamiento de recursos naturales con una posterior regeneración ambiental. Para concluir las condiciones ambientales de los asentamientos humanos de origen irregular será necesario hacer un análisis territorial del medio físico, que utilice varias escalas: espaciales y temporales; que considere la perspectiva de las cuencas hidrológicas apoyado en los elementos bióticos en escala regional. La especulación y los intereses monetarios en los asentamientos irregulares han servido como criterio rector de vivienda para que siga decidiendo sobre el destino de los elementos naturales y arrastra al ámbito ambiental hacia el subdesarrollo en el que está inmersa la periferia, que surge como una nueva forma de inequidad espacial, que involucra una interacción del ambiente natural.

Bibliografía

- AGUILAR, Adrian Guillermo, e Irma Escamilla, (2011) *Periurbanización y sustentabilidad en grandes ciudades*, Instituto de Geografía UNAM-CONACYT, México.
- AGUILÓ, Miguel, (1993) *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*, Ministerio del Medio Ambiente, Madrid.
- ALFIE COHEN, Miriam, (2005) *Democracia y desafío medioambiental en México*, Pomares y UAM Azcapotzalco, México.
- ANTEQUERA, Joseph (2012) *Propuesta metodológica para el análisis de la sostenibilidad regional, Tesis Doctoral*, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.
- ARROYO, Alejandro y Isabel Valenzuela (2010) *Regiones en desarrollo insostenible*, Universidad de Guadalajara, Zapopan, México.
- BAZANT, Jan, (2004) *Asentamientos Irregulares Guía de soluciones urbanas*, Trillas, México.
- BERNARD, Raymond, [1969] (1992) *La tierra hueca. El mayor descubrimiento geográfico de la historia*, Editorial Planeta, Buenos Aires.
- BERTALANFFY, Ludwig Von, [1968] (1976) *Teoría general de sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones*, Fondo de Cultura Económica, México.
- BETTINI, Virgilio, Giovanni Bianucci y Phier Ghetti, (1996) El ciclo urbano del agua, en Virgilio Bettini (Comp.), 1996, *Elementos de ecología urbana*, Trotta, Madrid.
- BRUNDTLAND, Gro (1982) *Nuestro futuro común*, La Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Fundación F. Ebert, México.
- CÁMARA DE DIPUTADOS, (2015) *Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente*, México.
- CAPRA, Fritjof, (1996) *La trama de la vida*, Anagrama, Barcelona.
- CEA, (2014) *Plan Estatal de Microcuencas de Jalisco*, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, Guadalajara, México.
- CEPAL, (2000) *Estrategias ambientales para el desarrollo sustentable de América Latina y el Caribe: 1999 Fundamentos territoriales y bioregionales de la planificación*, Banco Mundial, Bridgetown, Barbados.
- CONABIO, (2008) *Mapa de ecorregiones terrestres en México*, Conabio e Inegi, México DF, [Página web], consultado: 21 de marzo 2017, <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/ecort08gw.png>
- COTLER, Helena, (2010) *Evaluación del grado de alteración ecohidrológica de los ríos y corrientes superficiales de México*, SEMARNAT, México.

DI PACE, María, (2013) *Ecología Urbana*, UNGS, Colección Cuestiones Metropolitanas, Buenos Aires.

DIRECCIÓN DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL, (2012) *Documento Técnico del Plan Parcial de Desarrollo Urbano Distrito Urbano 2 "Arroyo Hondo"*, Zapopan, México.

ESCOBAR, Bogar, (2006) *La cuenca Lerma-Chapala*, Departamento de Estudios Mesoamericanos y Mexicanos de la Universidad de Guadalajara, México.

EWERT, Sara, (2002) *Bioregional Politics: The Case for Place*, [Página web], consultado: 21 de marzo 2017, <http://www.jstor.org/stable/20615277>

FARIÑA, José, (1998) *La ciudad y el medio natural*, Akal, Madrid.

FAUSTO, Adriana y Román Munguía, (2010) Capital inmobiliario habitacional en el desarrollo metropolitano de Guadalajara. Caos y corrupción, en Alfonso Iracheta (Comp.), 2010, *Impacto de la vivienda en el desarrollo urbano: Una mirada a la política habitacional en México. Memorias del III Congreso de Suelo Urbano*, El Colegio Mexiquense, Toluca.

FERNÁNDEZ, Felipe, (1996) *Manual de climatología aplicada. Clima, medio ambiente y planificación*, Madrid.

GARCÍA , Rolando, (2006) *Sistemas complejos: conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*, Gedisa, Barcelona.

GARCÍA^a, Enriqueta, (1998) *Mapa de isothermas anuales*. Conabio, México DF, [Página web], consultado: 21 de marzo 2017, <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/isotm1mgw>

GARCÍA^b, Enriqueta, (1998) *Mapa de Regiones Climáticas Escala. 1: 1,000,000*, Conabio, México DF, [Página web], consultado: 21 de marzo 2017, <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/clima1mgw>

García^c, Enriqueta, (1998) *Mapa de temperatura máxima absoluta*, Conabio, México DF, [Página web], consultado: 21 de marzo 2017, <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/tmaxa1mgw>

Gómez Orea, Domingo, (2007) *Ordenación del Territorio*, Mundi Prensa, Madrid.

GREENPEACE, (2012) *Estudio de la contaminación en la cuenca del Río Santiago y la salud pública en la región*, Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad, Guadalajara, México.

HOUGH, Michael, (1995) *Naturaleza y Ciudad. Planificación Urbana y Procesos Ecológicos*, Gustavo Gili, Barcelona.

KERLINGER, Fred, (1988) *Investigación del Comportamiento*, Mc Graw Hill, México.

KUHN, Thomas, (1962) *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, México DF.

- LAKATOS, Imre, [1978] (1989) *La metodología de los programas de investigación científica*, Alianza Editorial, Madrid.
- LEFF, Enrique, (2000) *La complejidad ambiental*, Siglo XXI, México DF.
- LIRA, José, (2008) *Karl Popper: Controversias en filosofía de la ciencia*, U.N.A.M., México.
- LÓPEZ, Lorenzo, (2015), *Diccionario de geografía aplicada. Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio*, Universidad de León, León, España.
- LOVELOCK, James, (2006) *La venganza de la tierra*, Planeta, Barcelona.
- MC HARG, Ian, (1971) *Proyectar con la naturaleza*, Gustavo Gili, México.
- MEADOWS, Dennis, Donella Meadows, y Jørgen Randers, (1972) *Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad*, Fondo de Cultura Económica, México DF.
- MORIN, Edgar, (1997) *Introducción al pensamiento complejo*, Gedisa, Barcelona.
- ODUM, Eugene, (1998) *Ecología El puente entre ciencia y sociedad*, Mc Graw Hill, México DF.
- OROZCO, Alberto, (2015) *Área Metropolitana de Guadalajara Expansión Urbana. Análisis y Prospectiva: 1970 y 2045*, IMEPLAN, Guadalajara, México.
- PÉREZ CAMPUZANO, Enrique, (2011) Desarrollo urbano sustentable, en Enrique Pérez Campuzano y María de la Luz Valderrábano, (Comp.), *Medio ambiente, sociedad y políticas ambientales en el México Contemporáneo*, Universidad Autónoma de Guerrero- Instituto Politécnico Nacional, México DF.
- PRIGOGINE, Ilya, (1998) *El nacimiento del tiempo*, Fabula Editores, Barcelona.
- RYAN, Martin, (2015) *Bioregionalism: Place Shapes Identity*, [Página web], consultado: 21 de marzo 2017, <https://towardscascadia.com/2015/11/15/bioregionalism-place-shapes-identity/>
- SCHTEINTGART, Marta, (2005) *Expansion urbana sociedad y ambiente*, Colegio de México, México DF.
- SARMIENTO, Fausto, (2001) *Diccionario de ecología. Paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*, Editorial Abya-Yala, Quito.
- SHEINBAUM, Claudia, (2011) La compleja problemática del suelo de conservación del Distrito Federal. Apuntes para su conservación, en Enrique Pérez Campuzano, María Perevochtchikova y Sophie Ávila, (Comp.) *Suelos de conservación del Distrito Federal ¿hacia una gestión y manejo sustentable?* Instituto Politécnico Nacional, México DF.
- ULLOA, Héctor, Hermes Ramírez, Silvia Arias, y Martha Espinosa, (2014) *Comportamiento de los vientos dominantes y su influencia en la contaminación atmosférica en la zona*

metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México, Revista Iberoamericana de Ciencias y Universidad de Guadalajara, México.

VELÁZQUEZ, David, (2007) *Ciudad y organización espacial*, Plaza y Valdéz, México DF.

ANEXOS:

A.1. Glosario de términos

Área Natural Protegida:

Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en las que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que sus ecosistemas y funciones integrales requieren ser preservadas y restauradas, quedarán sujetas al régimen previsto en esta Ley y los demás ordenamientos aplicables (Cámara de Diputados, 2015: 32).

Área protegida / Espacio protegido:

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) define un área protegida como «un espacio geográfico claramente definido, reconocido, dedicado y gestionado, mediante medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza y de sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados». Este enunciado coincide, en gran medida, con el del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD) (López, 2015: 50).

Área urbana:

Espacio ocupado por construcciones, vías y zonas verdes, como jardines y parques urbanos y otros normalmente intersticiales y de dimensión poco significativa (agrícolas, boscosos e incultos), al cual corresponde una densidad poblacional relativamente elevada, un total de residentes significativo y donde además de la presencia humana destaca el importante papel que juegan las actividades económicas no agrícolas (López, 2015: 51).

Asentamientos de origen irregular:

Sector urbano surgido al margen del planeamiento urbanístico, sobre suelo que no es propiedad de sus ocupantes, y generalmente de uso residencial. La ilegalidad marca el proceso urbanizador de estas áreas mediante el incumplimiento de las normas de urbanización de la ciudad y la ocupación del suelo con ausencia de títulos de propiedad o contratos de alquiler. Son producto de una urbanización marginal realizada por población pobre que ocupa ilegalmente el suelo. Aunque la complejidad social de sus habitantes es importante, un alto nivel de pobreza y la marginación son los rasgos comunes. (López, 2015: 52).

Biodiversidad:

Concepto que define en un solo término toda la variedad de organismos vivos existentes en el planeta Tierra, tanto en estado natural o silvestre, como en condiciones derivadas del manejo antrópico, y también llamada «biodiversidad cultivada o domesticada». Su impulso se inicia con la aparición del concepto hacia 1985, pero hunde sus raíces en las primeras

llamadas de atención a la transformación y pérdida de la naturaleza años antes (López, 2015: 65).

Biorregión:

Área definida por criterios biológicos, sociobiológicos, geográficos y ecológicos, más bien que por condiciones geopolíticas e históricas. Generalmente la planificación biorregional integra a los ecosistemas que están relacionados, interconectados por elementos dinámicos que se mantienen en constante flujo por corredores y zonas de influencia circundante en el paisaje (Sarmiento, 2001: 42).

Censo:

Los censos de población son, a nivel universal y con antigüedad de siglos, la fuente demográfica fundamental, competencia de los respectivos Estados y elaborados de acuerdo con directrices y definiciones internacionales que persiguen la homogeneidad. Una de las características esenciales de los censos es que se elaboran con el único objetivo de facilitar un recuento fiable de la población, suministrando información sociodemográfica básica a niveles geográficos y conceptuales muy desagregados (López, 2015: 86).

Ciclo hidrológico urbano:

El agua de los ríos ha condicionado el territorio como consecuencia de su limitación, de su abundancia y capacidad de irrigación, además de regular también las formas de distribución de los asentamientos humanos (Bettini, 1996: 235).

Ciudad:

Entidad de población de ciertas dimensiones y funciones especializadas en un territorio amplio. (López, 2015: 95).

Climatología:

Análisis científico de datos climáticos para su aplicación a un fin concreto. En sentido amplio, consiste en describir, definir, interpretar y explicar la relación entre las condiciones climáticas y las actividades sensibles al tiempo atmosférico. Se sitúa la climatología aplicada en la interface entre las ciencias naturales y las ciencias humanas, en consecuencia, el campo de dedicación es interdisciplinar y muy amplio al implicar buen número de disciplinas como la hidrología, agricultura, ingeniería, energía, medicina, turismo o planificación (López, 2015: 100).

Componente ambiental:

La Real Academia Española de la Lengua define «componente» como aquello que compone o entra en la composición de un todo. De esta manera, en un sistema complejo y dinámico de interrelaciones ecológicas, socioeconómicas y culturales, que evoluciona a través del proceso histórico de la sociedad, como es el Medio Ambiente, podemos definir los componentes ambientales como aquellos elementos físico-naturales, socioeconómicos y culturales que lo integran. (López, 2015: 112).

Conservación del medio natural:

Desde la primera época, la geografía académica europea con fuerte tradición francófona concibió la disciplina como una ciencia de las relaciones entre el hombre y el medio físico-

natural, con un fuerte peso al principio de las ciencias naturales (geomorfología y geografía botánica). Unos años después de finalizar la Segunda Guerra Mundial, la conservación, la ecología y el ambientalismo comenzó a inundar el conjunto de todas las ciencias (naturales, humanas y sociales); es el tiempo en que la geografía, y la geografía Física en particular, recupera una parte importante de su tradicional carácter naturalista, dando entrada ahora a nuevos temas y a la revitalización de clásicos conceptos vinculados al renovado planteamiento de «sistema» (López, 2015: 118).

Conurbación:

Grupo de ciudades que en un principio se generan por separado y en su proceso de evolución se aproximan y juntan. Aglomeración policéntrica de ciudades y lugares en un territorio continuo o un área amplia urbanizada, constituida por aglomeraciones de núcleos próximos y sus entornos suburbanos, cuya expansión reciente se ha ido desarrollando hasta formar un continuo urbano que aboca a una gestión unificada o intermunicipal, bien como fruto de la expansión periférica de aglomeraciones urbanas de similar tamaño por el cual los límites exteriores próximos alcanzan contigüidad unos con otros, bien como fruto de la absorción de ciudades pequeñas por una ciudad grande (López, 2015: 127).

Corredor ecológico, corredor natural:

El término «corredor» ha venido a ser utilizado cada vez más en cuanto instrumento de conservación de la naturaleza y de combate a la fragmentación del paisaje. Utilizado en áreas disciplinares tan diferenciadas como la biología de la conservación, la geografía y la ecología del paisaje o la arquitectura paisajista, obedeciendo, por tanto, a objetivos distintos, el concepto mismo no tiene una definición unánime, siendo actualmente utilizado para describir las características estructurales, funcionales o simultáneamente estructurales y funcionales, de un elemento del paisaje (López, 2015: 136).

Cuenca exorreica:

La zona de la que nacen los ríos que drenan las cuencas y desembocan en el mar (Sarmiento, 2001: 138).

Cuenca hidrológica:

Para el estudio hidrológico de un curso de agua es fundamental determinar su cuenca hidrográfica, que suele definirse como la superficie topográfica tributaria del mismo. Generalmente esta superficie se determina mediante límites que discurren por las divisorias, aunque no siempre es así ya que las aguas pueden infiltrarse en el terreno y, a través de corrientes subterráneas, pasar a una cuenca diferente a la delimitada topográficamente (Fariña, 1998: 223)

Sistema de vertientes forestales que canalizan el aporte hídrico de la precipitación pluvial y la humedad capturada de las nubes y neblina, en un solo sistema de drenaje que constituye siempre un curso fluvial o río (Sarmiento, 2001: 81).

Cuerpo de agua:

Formación hídrica que puede presentarse en el paisaje. En conjunto, los cuerpos de aguas continentales y oceánicos forman la hidrosfera y son, a saber: charcos temporales, estanques, lagunas, lagos, mares, océanos, ríos, arroyos, manantiales, reservas subterráneas, acuíferos, casquetes polares y masas nubosas (Sarmiento, 2001: 82).

Degradación ambiental:

Cambio paulatino en la calidad de un sistema con el fin de satisfacer las necesidades de la comunidad o de los procesos rectores en ese momento (e.g.: la colonia de aves marinas llega a ser tan hacinada que no permite crecimiento vegetal alguno, o la producción industrial con emisiones descontroladas de contaminantes hacia la atmósfera en las ciudades). Tales cambios implican una reducción en la efectividad del proceso y/o en la complejidad de la comunidad (Sarmiento, 2001: 82).

Demarcación, delimitación:

Proceso de fijación de límites de áreas geográficas en el medio terrestre, aéreo o acuático para fines de gestión y administración, en el marco de las diferentes unidades políticas y administrativas territoriales (Estado, región, provincia, comarca, municipio, distrito, entre otras), siguiendo una regulación basada en realidades históricas, geográficas y geopolíticas locales (López, 2015: 157).

Demografía:

Es la ciencia de la población. Estudia los condicionamientos culturales, socio- económicos y hasta naturales de las poblaciones humanas, y de esta manera a todas las poblaciones, sean plantas, animales, bacterias, virus, hongos o protistas (Sarmiento, 2001: 87).

Densidad de población:

Relación existente entre la superficie de un lugar y el número de individuos de la misma especie que lo habitan; se lo expresa como habitante/km², como individuo/ha o también como muestra/cuadrante (Sarmiento, 2001: 88).

Desarrollo sustentable:

Desarrollo que se logra mediante el proceso de obtención de mejores productos y mayor rentabilidad de los recursos gracias a usos no convencionales que permiten una continua dotación de los mismos en base a una planificación adecuada, una operación participativa y un usufructo compartido, lo cual crea una base de progreso social que sustenta futuros incrementos sin dependencia de factores externos (Sarmiento, 2001: 90).

Diseño ambiental:

Una disciplina de las ciencias ambientales que se encarga de la armonización de los componentes éticos y estéticos del ambiente humanizado; por lo tanto, incluye arquitectura paisajista y planificación territorial (Sarmiento, 2001: 98).

Ecosistema:

Un ecosistema es un entramado de relaciones entre seres vivos y elementos inertes, que forman un conjunto de complejidad superior a la mera suma de sus partes. No se trata por tanto de un territorio determinado, sino de un conjunto de vínculos y elementos; pueden encontrarse ecosistemas con una localización espacial determinada, pero también existen otros que no cuentan con límites fijos o determinados (Fariña, 1998: 281).

Encuesta:

Técnica de recogida de datos cuantitativos y cualitativos sobre poblaciones numerosas. Herramienta que recoge directamente informaciones y opiniones comunicadas por una persona o sujeto. Instrumento que hace posible medir la información y el conocimiento de

una persona, sus valores y preferencias, sus actitudes y creencias. Instrumento que permite adquirir datos acerca de personas, interrogándolas (López, 2015: 213).

Equilibrio ecológico:

El reciclaje de los materiales en la biósfera mediante los ciclos biogeoquímicos manteniendo estabilidad sobre la Tierra; una característica esencial de la biosfera es que constituye un sistema abierto desde el punto de vista energético pero cerrado desde el punto de vista de los materiales, de ahí la necesidad de reciclarlos (Sarmiento, 2001: 122).

Escurrimiento:

Proceso por el que el agua de lluvia es captada por la superficie de la tierra; un 25% del agua de escurrimiento vuelve a aflorar por capilaridad hacia la superficie. El escurrimiento se produce dentro de una cuenca de drenaje; para muchos, la unidad de estudio del paisaje es la cuenca hidrográfica (Sarmiento, 2001: 125).

Evapotranspiración:

La pérdida total de agua del sistema debido a la evaporación de las superficies del suelo y los cuerpos de agua y a la transpiración de plantas y animales sobre una zona determinada (Sarmiento, 2001: 136).

Flora:

Contenido de organismos vegetales de un sitio determinado (Sarmiento, 2001: 148).

Fotointerpretación:

Conjunto de técnicas utilizadas para analizar imágenes aéreas con el fin de obtener información sobre determinados procesos naturales o antrópicos. A diferencia de la lectura de fotografías, la fotointerpretación no se ciñe a la mera identificación y examen de los objetos que aparecen en la foto, sino que incluye también una evaluación de los mismos (López, 2015: 257).

Geografía:

Ciencia que estudia la superficie terrestre y sus fenómenos, diferencias locales, interrelaciones causales y sus típicos cambios temporales. La geografía moderna tiene como punto central el hombre en sus relaciones con espacios físicos; así tenemos divisiones y subdivisiones: geografía matemática, geografía física (climatología, geomorfología, oceanografía, y glaciología, e hidrografía continental), geografía orgánica o biogeografía, que estudia las poblaciones de animales y plantas, y la antropogeografía o geografía humana (geomedicina, demografía) (Sarmiento, 2001: 160).

Geomorfología:

Desde campos afines como la geografía o la geología, la aplicación de la geomorfología se ha hecho, principalmente por dos vías: Una primera, la de los estudios de riesgos y catástrofes naturales, su previsión a través de la vulnerabilidad de los territorios y sus habitantes junto con la participación en el diseño de sistemas de alerta y mitigación de las catástrofes. Son labores directamente relacionadas con una parte de la geomorfología dinámica o de procesos, la que se centra en aquellos fenómenos que liberan sobre la superficie terrestre una gran cantidad de energía. Es decir, en los efectos de situaciones de gran intensidad de los agentes erosivos como las tempestades en el litoral o la

torrencialidad y los aludes en las áreas de montaña. Otra vía de aplicación geomorfológica es la ordenación del territorio, donde encuentran lugar la geomorfología regional, evolutiva e histórica. El análisis morfológico proporciona una base física y estructural del territorio que, en muchas ocasiones, define bien su compartimentación. Sus resultados favorecen con frecuencia el establecimiento de unidades estructurales con dinámicas erosivas específicas que, al relacionarse con otros elementos geográficos, permiten definir las unidades territoriales funcionales propias para la ordenación. Ambas aplicaciones necesitan, además, como herramienta de trabajo imprescindible una cartografía de base geomorfológica, que permita prever y proyectar hacia el futuro los efectos de las intervenciones sobre un medio determinado. (López, 2015: 281).

Hábitat

Suele referirse a las condiciones ambientales, bióticas y abióticas, que influyen en la vida y desarrollo de los seres vivos, por lo que es frecuente que se utilice como sinónimo de ambiente, especialmente en ecología, para designar un área donde se cumplen las necesidades específicas de determinadas especies de plantas y animales. En ecología humana, pero sobre todo en urbanismo, es una extensión por analogía del concepto ecológico: se refiere al conjunto de factores materiales e institucionales que condiciona la existencia de una población humana localizada (López, 2015: 308).

Hidrología

La hidrología, como ciencia del agua, estudia sus propiedades, circulación, distribución y su papel medioambiental. Centrada en las aguas continentales, la hidrología aplicada fue definida en la década de los años sesenta desde el ámbito de la ingeniería, principalmente enfocada al diseño, construcción y operación de obras hidráulicas para el control y aprovechamiento del agua y a la gestión de los recursos (López, 2015: 309).

Humedad

La relación de vapor de agua contenido en la atmósfera, con la masa de aire seco (Sarmiento, 2001: 163).

Impacto ambiental y paisajístico:

El conjunto de efectos, positivos y negativos, ejercidos sobre el medio ambiente físico y social de un determinado territorio, debido a la concreción de un proyecto, un plan o una política. De estas acciones puede derivarse un impacto paisajístico si hubiera alguna alteración, con efectos señalables a nivel de la morfología, composición, dinámica o simbolismo del paisaje en que se insertan (López, 2015: 315).

Lluvia:

Proceso por el cual el vapor de agua acumulado en las nubes se condensa hasta el punto de coalescencia, luego del cual se precipita en forma líquida. Se la mide como precipitación pluvial en milímetros de lluvia por año. La lluvia (precipitación vertical) está condicionada por la gravedad, mientras que la garúa (precipitación horizontal) está condicionada por los vientos (Sarmiento, 2001: 201).

Mapa:

Representación gráfica y métrica de una porción de territorio realizada sobre una superficie bidimensional, que puede ser plana o curva, como ocurre en los globos terráneos. Para la Real Academia de la Lengua Española es «una representación del todo o parte de la superficie terrestre». En cualquier caso, los mapas son representaciones esquemáticas de

la realidad que han sido realizadas con técnicas y sometidas a convenciones y reglas, que deben ser conocidas para poder interpretarlas. (López, 2015: 379).

Medio ambiente:

En los momentos presentes, la eclosión de los estudios relacionados con el medio ambiente se inscribe en un marco general de preocupación de las ciencias por las consecuencias de los procesos de degradación ambiental y el despilfarro de los recursos y reservas naturales producidas por los avances tecnológicos y el desarrollismo económico de una población en rápido crecimiento, que llevan a comprometer seriamente el futuro de la humanidad (López, 2015: 391).

Medio físico:

Características que resumen aquellos factores de incidencia ecológica, como son los factores climáticos y meteorológicos, los edáficos, hídricos, etc. (Sarmiento, 2001: 201).

Microclimas urbanos:

Tan numerosos como variados; todo edificio crea un microclima luminoso, cálido y seco, en una orientación y otro sombrío, húmedo y frío en la orientación contraria; las fábricas quedan envueltas por la niebla espesa, además existen crioclimas formados en dormitorios y habitaciones, los automóviles, los salones, etc. (Sarmiento, 2001: 215).

Paisaje:

Una categoría de aproximación geográfica y un término que comparte el uso coloquial, el artístico y el científico, que en diferentes formas y en momentos diversos ha servido para caracterizar condiciones específicas, desde transformaciones sociales y económicas hasta políticas que se plasman en un espacio dado (López, 2015: 442).

Periferia:

La periferia se refiere, en el modelo de la ciudad industrial, al espacio de transición entre el sector urbano consolidado y los espacios rurales y naturales. El proceso de construcción urbana era centrípeto y creaba espacios desordenados en sus bordes; espacios, a veces escondidos, a veces no, de expectativas y marginalidad. Periferia posee, antes que otros atributos, el carácter negativo de espacios que expresan la negación del espacio social, siempre relacionados con degradación y lejanía físicas; no obstante, también en aquel modelo urbano surgen suburbios para las clases acomodadas (López, 2015: 463).

Problemática ambiental:

Conjunto de acciones y procesos que inciden negativamente en la naturaleza y en los seres humanos. Se considera cómo pueden afectar determinados fenómenos naturales a la sociedad y a sus bienes y, a su vez, las alteraciones que la actividad humana genera en los procesos naturales, así como las sinergias que se producen entre los dos tipos de problemática. En el primer caso, se trata de los riesgos naturales, en el segundo, de los impactos ambientales. La tipología de problemas ambientales es muy variada (López, 2015: 502).

Planificación ambiental:

Disciplina integradora de las ciencias ambientales que se encarga del estudio, diseño, aplicación y evaluación de las pautas ambientalmente planteadas en el plan para la ejecución de un proyecto de desarrollo que incluye conservación de la biodiversidad y la

construcción de obras civiles, en el plan de contingencia ambiental y en el plan de sustentabilidad ambiental y mejoramiento de la operatividad del curso de acción tomado con el proyecto (Sarmiento, 2001: 242).

Región:

Concepto que surge desde la geografía y con el paso de tiempo ha reflejado una multiplicidad de paradigmas e intereses de índole diverso, tanto en el ámbito geográfico como en el de la economía, la política y el urbanismo. La atención de la categoría se centra en dos dimensiones: la del conocimiento de los recursos naturales y sociales existentes a su interior, diferenciándolos de los que caracterizan a otras regiones; la de una unidad que sirve como instrumento de planeación del desarrollo y gestión de los recursos para impulsarlo (López, 2015: 526).

Recursos hídricos:

Este concepto se emplea fundamentalmente en el contexto de la planificación hidrológica con objeto de estimar los recursos disponibles para satisfacer la demanda de agua (López, 2015: 517).

Regionalización:

Concepto puramente geográfico que se adapta a las necesidades de organización del terreno para diferentes actividades y que, por ende, puede interpretarse como solución o herramienta para llegar a diferentes fines. La regionalización es una forma de hacer mayormente manejables los conceptos de geografía, pero, fundamentalmente, para que el acercamiento de partes o elementos, resulte más eficazmente utilizado con determinados fines. Se puede entender desde el punto de vista político, atendiendo a caracteres de la geografía, identidades regionales muy evidentes, zonas evidentemente marcadas por un accidente geográfico (valle, costa, montaña), tipos de producción, mismos tipos de atractivos naturales o turísticos, una misma carretera que los une (López, 2015: 528).

Sistemas complejos:

Las distribuciones espaciales se encuentran en constante evolución. El transcurso del tiempo propicia cambios que no se producen de manera aleatoria, sino que pueden entenderse a través de poner en evidencia las leyes que rigen las pautas de distribución espacial. Estas leyes surgen al estudiar comportamientos generales empíricos y son utilizadas para realizar predicciones teóricas de las configuraciones futuras en un claro accionar predictivo de la investigación científica (López, 2015: 566).

Sistemas de Información Geográfica (SIG):

Conjunto de herramientas compuestos por hardware, software, datos y usuarios, que permite capturar, almacenar, administrar y analizar información digital, así como realizar gráficos y mapas, y representar datos alfanuméricos (López, 2015: 567).

Sostenibilidad, sustentabilidad:

La sostenibilidad hace referencia a un sistema que es sostenible, es decir, que puede mantenerse indefinidamente, especialmente sin afectar al equilibrio ecológico. El planteamiento de sostenibilidad es reciente. Surge a partir de la constatación colectiva ante los graves problemas derivados por la escasez de recursos, que son limitados, y el aumento constante de la población. Se trata de un término que expresa una nueva realidad, una

nueva concepción de la sociedad y de la naturaleza y va más allá de un nuevo planteamiento económico y demográfico (López, 2015: 571).

Técnicas cualitativas

Las técnicas cualitativas de investigación implican un análisis subjetivo de las fuentes de información. Su identificación nace del contraste con las técnicas cuantitativas que utilizan estrictamente el análisis de datos numéricos. Habitualmente, se han relacionado las técnicas cuantitativas con las ciencias naturales y las cualitativas con las ciencias sociales. No obstante, la geografía, al igual que otras ciencias sociales, ha utilizado profusamente desde mitad del siglo pasado las técnicas cuantitativas, mientras que hasta las últimas décadas no se han ido introduciendo en la geografía métodos y técnicas cualitativas de análisis (López, 2015: 575).

Territorio:

La necesaria clarificación conceptual con que han de plantearse las nociones que sustentan las políticas públicas con incidencia geográfica obliga a establecer una distinción entre las nociones de espacio y de territorio. Si con el primero se trata de dar coherencia interpretativa al conocimiento integrado de los elementos que configuran el escenario en el que se desenvuelve y organiza la vida de una sociedad, la noción de territorio entraña una dimensión que le confiere connotaciones específicas (López, 2015: 588).

Trabajo de campo:

Práctica tradicional en los trabajos de investigación en geografía, tanto en la actividad académica como profesional, en cuanto labor de investigación, elaboración y producción de información geográfica, útil para entender las determinaciones geográficas que permiten la comprensión de diferentes temáticas (López, 2015: 590).

Urbanización:

El concepto de urbanización puede ser entendido desde diferentes puntos de vista. En el caso de la visión geográfica, la urbanización se define como la ocupación y transformación física del territorio debido al desarrollo de las ciudades, mientras que, desde el punto de vista sociológico, económico e histórico, este proceso se caracteriza por la concentración de la población en ciertos lugares del territorio considerados como urbanos (López, 2015: 623).

Variación climática:

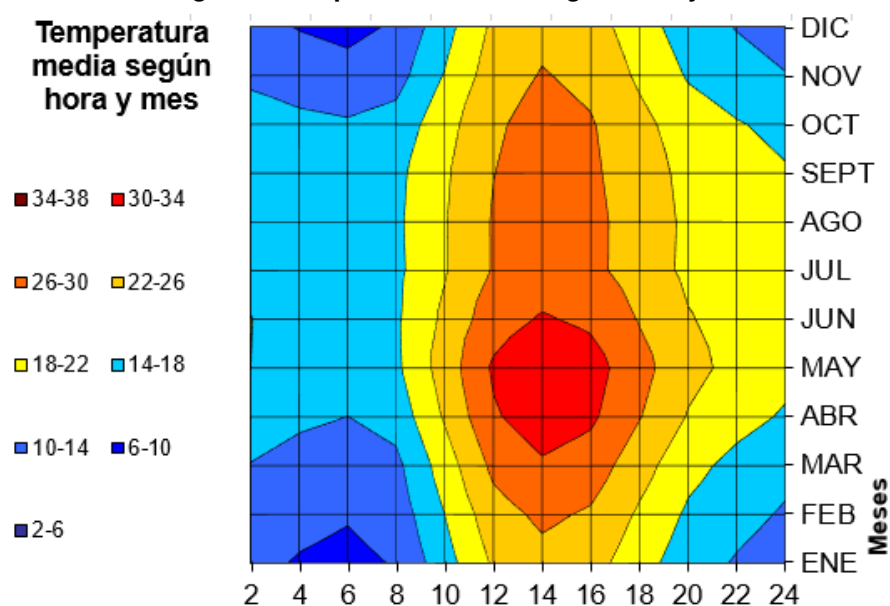
Individualidad morfológica específica debido al clima (López, 2015: 311).

Zona metropolitana:

Área urbanizada de alta densidad y complejidad en la que existe una contigüidad espacial, una homogeneidad de rasgos y un elevado grado de interrelación funcional e interdependencia entre los diversos núcleos y, en ocasiones, municipios, en términos de desplazamientos, relaciones cotidianas, actividad económica, siendo percibida por sus moradores como ámbito de referencia espacial (López, 2015: 44).

A.2. Imágenes

Imagen 5. Temperatura media según hora y mes



Elaboración propia con base en información de la estación meteorológica Zapopan (2006-2016), SMN. Realizada en el software e-Clim, desarrollado por Evans, Centro de Investigación Hábitat y Energía, UBA, 2004. Se observa las horas más cálidas y más frías durante el día y la noche por mes.

A.2.1. Fotografías

Nota: Todas las siguientes fotografías a continuación fueron tomadas a inicio el mes de diciembre del 2016.

Imagen 6. Paisaje urbano en consolidación



Colonia Mirador Escondido, Zapopan. Al fondo se observa que el ecosistema de la barranca del Río Santiago otorga valores escénicos y ambientales.

Imagen 7. Esguerrimiento superficial contaminado



Colonia Mesa Colorada, municipio de Zapopan. Se observa la contaminación en los cuerpos de agua a cielo abierto.

Imagen 8. Paisaje de la barranca y elementos del ecosistema



Vista desde la colonia La Coronilla, municipio de Zapopan. Una muestra del potencial del ecosistema vulnerado.

Imagen 9. Arroyo contaminado en contexto urbano



Colonia Villa de Guadalupe, municipio de Zapopan. Se observa el lugar que corresponde a un escurrimiento superficial, una evidencia de la transformación ambiental en la microcuenca por factores urbanos.

Imagen 10. Topografía del entorno urbano



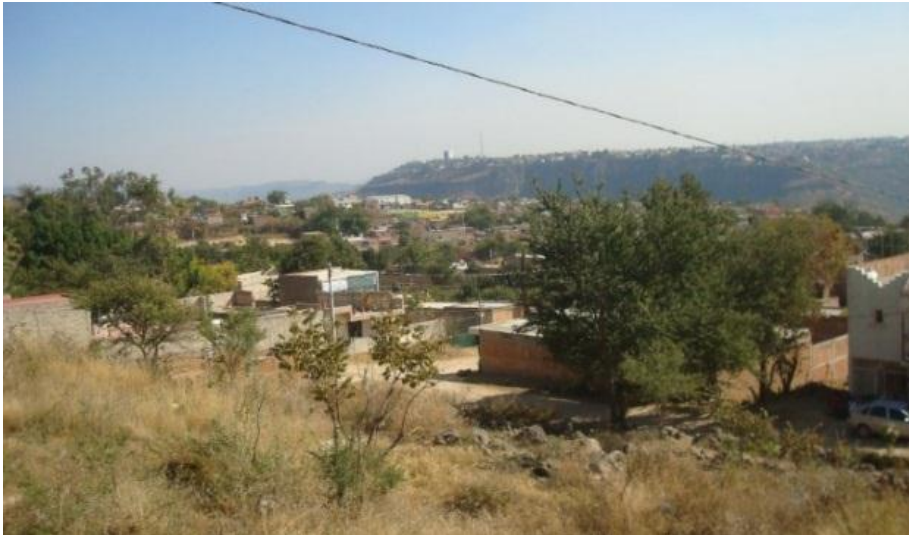
Al fondo se observan los rascacielos de la ZMG en la colonia La Coronilla, Zapopan. Imagen urbana en una colonia de origen irregular.

Imagen 11. Ruptura del sistema hidrológico y ambiental



Colonia Indígena de Mezquitán, Zapopan. Puente sobre un canal por el que pasan aguas residuales, una de las principales transformaciones a la red hidrológica preexistente.

Imagen 12. Coexistencia de vegetación tropical caducifolia (original)



Colonia La Coronilla, Zapopan. Forma parte del paisaje urbano en proceso de consolidación en el territorio, se observan lotes baldíos.

Imagen 13. Condiciones de las vialidades en las colonias



Colonia La Higuera, municipio de Zapopan. Calles de tierra sin principios ni lógica de diseño urbano, al fondo una columna de humo causada por una ladrillera en actividad.

Imagen 14. Presencia de desechos materiales de la construcción



Colonia La Higuera, municipio de Zapopan. Muestra la contaminación en el borde de la barranca ocasionada por residuos sólidos urbanos.

Imagen 15. Descarga de aguas negras



Colonia La Higuera, municipio de Zapopan. Una imagen del grado de deterioro ambiental de la microcuenca.

Imagen 16. Vista de los asentamientos irregulares



Colonia Mesa de los Ocotes, municipio de Zapopan. Vista del paisaje transformado desde un punto alto.

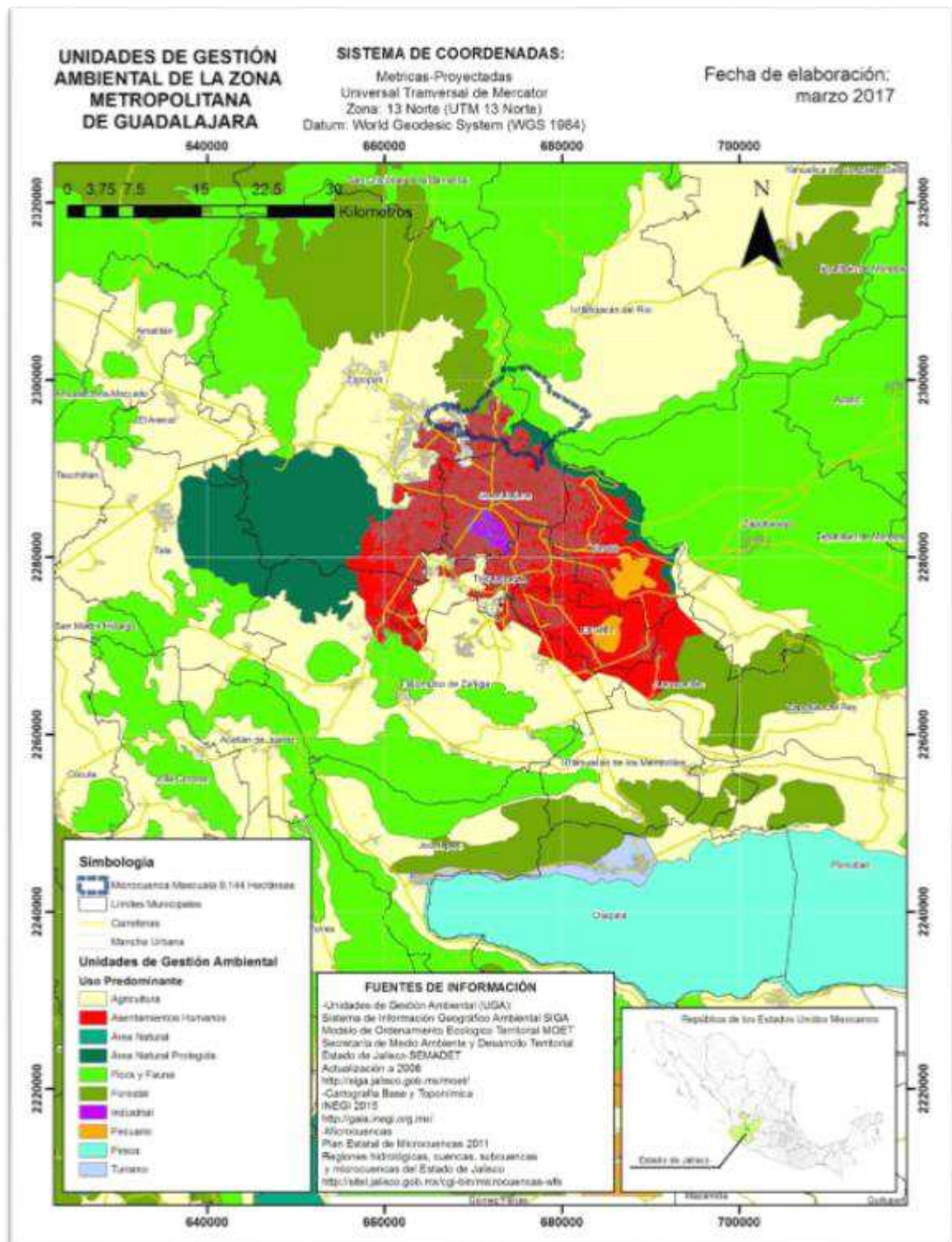
Imagen 17. Vista de las colonias de Zapopan desde la carretera a Saltillo



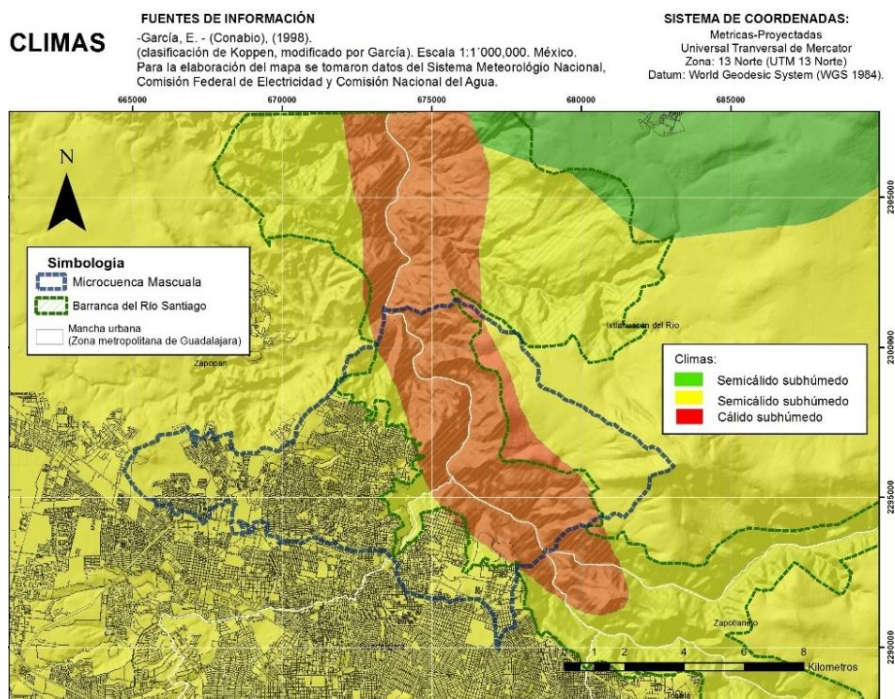
Colonia Mesa de los Ocotes, Zapopan. Panorámica de las colonias en la microcuenca al fondo se localiza la barranca del Río Santiago.

A.3.Mapas:

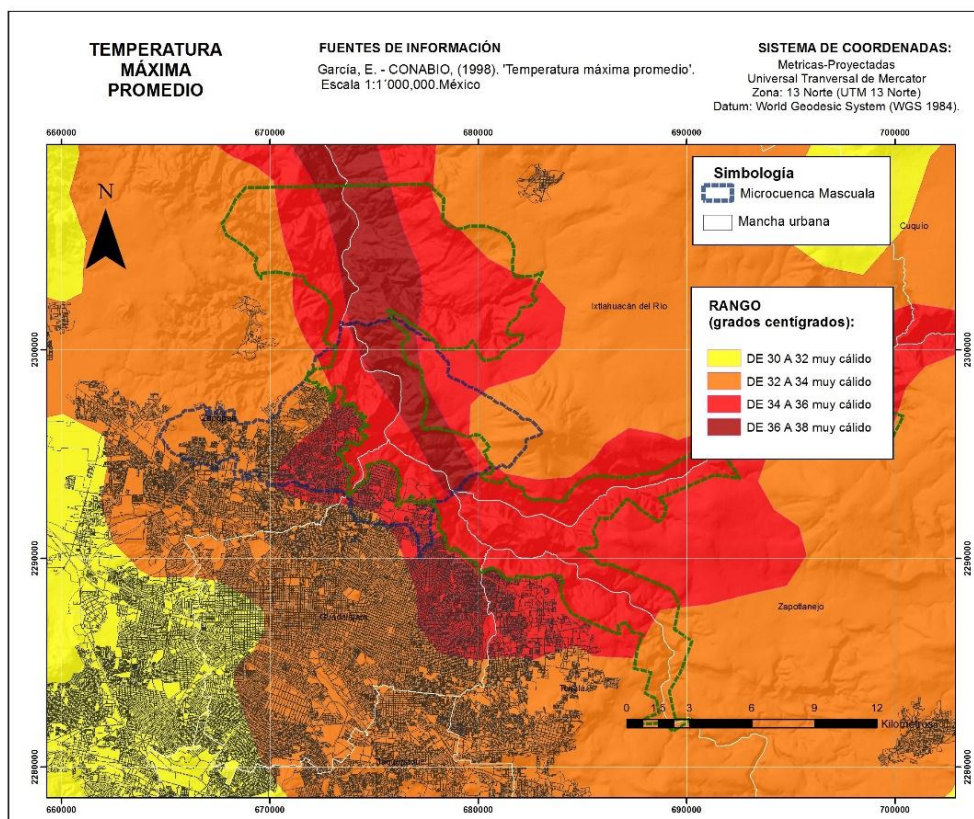
Mapa 12. Modelo de ordenamiento ecológico – territorial



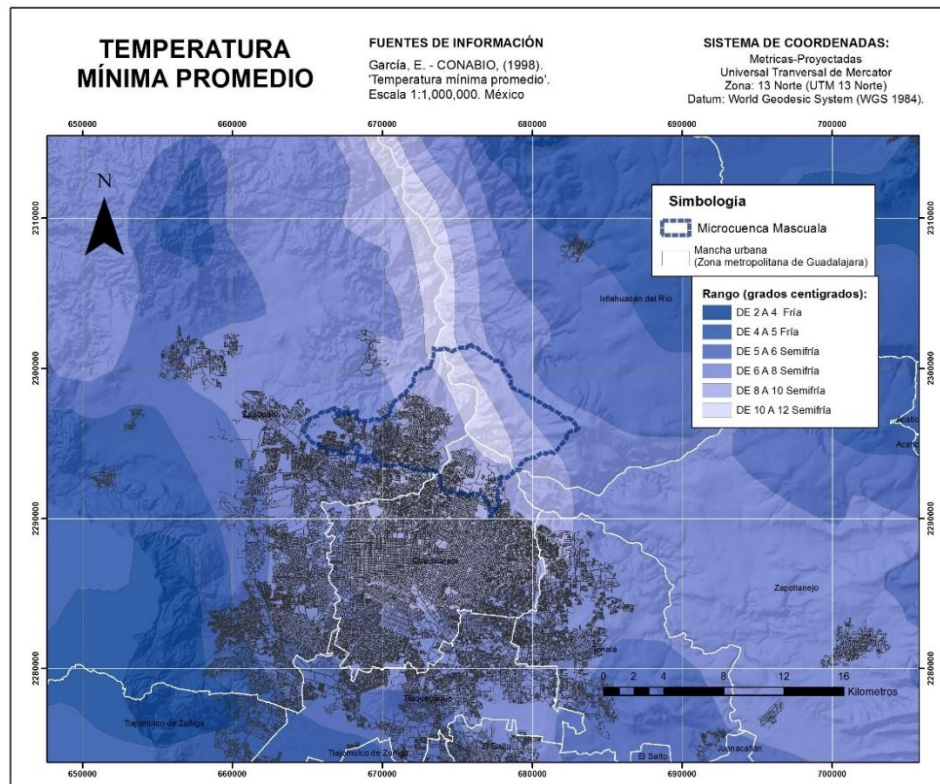
Mapa 13. Regionalización climática.



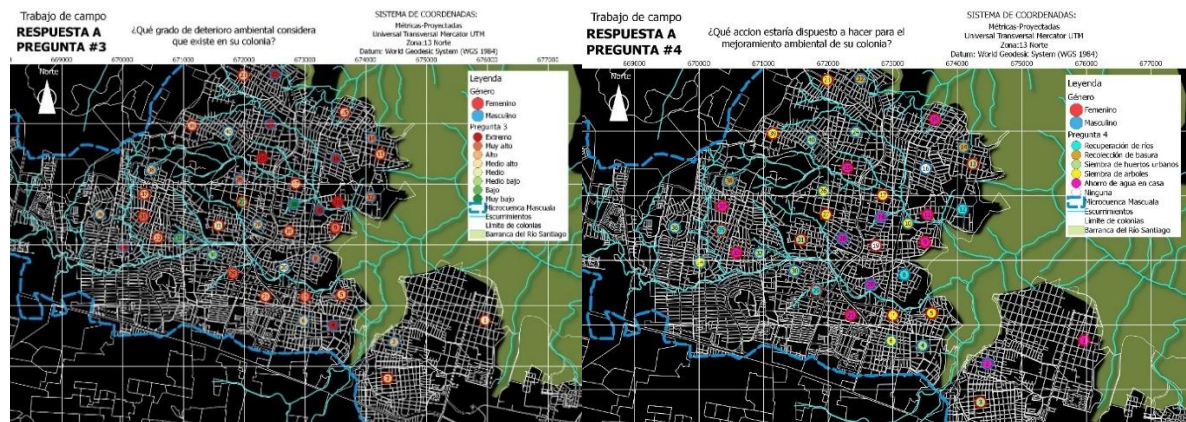
Mapa 14. Temperatura máxima promedio



Mapa 15. Temperatura mínima promedio



Mapas 16 y 17. Distribución geográfica de respuestas No. 3 y 4 en encuestas



Mapa 18. Distribución geográfica de respuesta No. 5 en encuesta

