UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN PLANEACIÓN Y DESARROLLO SUSTENTABLE

Evaluación ecológica y ambiental de las áreas verdes a través de tres escalas: Regional, urbana y de transecto en Mexicali, B. C.

T E S I S

que para obtener el grado de

DOCTORA EN PLANEACIÓN Y DESARROLLO SUSTENTABLE

Presenta

ADRIANA MARGARITA ARIAS VALLEJO

Directora de Tesis

DRA. ROSA IMELDA ROJAS CALDELAS

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA **NOVIEMBRE DEL 2016**

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Declaro que la tesis que se presenta contiene material original que no ha sido presentado para la obtención de un grado académico o diploma en ésta u otra institución de educación superior. Asimismo, declaro que hasta donde yo sé no contiene material previamente publicado o escrito por otra persona excepto donde se reconoce como tal a través de las citas.

Mexicali, Baja California a ___ de _____ de 20__

_____

Nombre y firma del estudiante

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA

Gracias a Dios, por darme vida, salud y fuerza necesaria para seguir adelante. Por abrir mi mente y mi corazón y poder absorber la sabiduría de tanta gente clave que puso en mi camino. Por ayudarme a no desfallecer en el trayecto de esta aventura y bendecirme día a día.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo a través del programa de Becas Nacionales, que permitió que mi recorrido por este doctorado tuviera menos tropiezos.

A la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), por su apoyo con las cuotas de inscripción del posgrado que permitieron y facilitaron mi camino por este posgrado.

A la Facultad de Arquitectura y Diseño y al Instituto de Investigaciones Sociales de la UABC, por promover e impulsar este tipo de programas de maestría y doctorado para la generación y difusión de conocimiento en beneficio de la sociedad. Y en particular a los directores de la Facultad de Arquitectura y Diseño, M. Arq. Jesús Antonio Ley Guing (2009-2015) y Arq. Mario Armando Macalpin Coronado (2016), por confiar y apoyarme en la academia permitiéndome formar parte de su grupo de docentes de esta facultad durante el periodo en el que cursaba este doctorado.

A mis padres Alfredo y Margarita, por ser el pilar de mi vida y creer siempre en mí. A ti mamá, porque eres una mujer que me ha enseñado que nada en esta vida es gratis y que toda recompensa se deriva de un arduo trabajo, porque gran parte de esta tesis te pertenece ya que has vivido en carne propia mis desvelos, frustraciones, lágrimas y los triunfos que se han derivado de ella, pero sobre todo por tu constante motivación que me ha permitido llegar hasta el final y cumplir una meta más en mi vida. A ti papá, por estar siempre al pendiente de que nada me faltara, cuidando que no me quedara ni un solo día sin comer y que siempre tuviera un lugarcito donde tomar una siesta, gracias por aminorar mi cansancio.

A mis hermanos Germán, Adrian, Jonathan y Bianca, por alentarme a seguir adelante y alcanzar mis sueños. Germán, tu ejemplo me ha motivado a cultivarme y cuestionar hasta los detalles más pequeños, a buscar la razón y la justicia, pero sobre todo a luchar por mis ideales y mi derecho a ser. Adrian, ¡eres un guerrero! A pesar de que el destino nos mandó al mundo en una misma envoltura, la vida nos ha puesto pruebas muy distintas y son tu fuerza y entereza uno

de los motivos que me tienen aquí dando lo mejor de mí. Jonathan, tu carisma, tu sonrisa, tú hermoso y noble corazón son mi mejor lugar para descansar y sentirme protegida cuando las cosas no andan tan bien. Bianca, por el apoyo incondicional, siempre con disposición de que las cosas salieran mucho mejor y aminorar tanta carga que en ocasiones me empezaba a destrozar, gracias por estar al pie del cañón y ser mi revisora oficial.

A mi directora de tesis, Dra. Rosa Imelda Rojas Caldelas, por ser la luz en mi camino y creer siempre en mí. Por las múltiples enseñanzas, esfuerzo, dedicación, paciencia y las incontables anécdotas que siempre venían acompañadas de algún mensaje básico y esencial para mi trabajo de tesis. Por formar parte de mi segunda familia, por limpiar mis lágrimas y levantarme cuando me veía caer. Gracias por el cariño incondicional y enseñar con el ejemplo, mi eterna Gurú del conocimiento.

Al Comité Tutorial, Dr. César Ángel Peña Salmón, Dr. Osvaldo Leyva Camacho, Dr. Carlos Arredondo León y Dra. Edna Alicia Cortés Rodríguez, por sus acertados comentarios que permitieron que esta tesis se enriqueciera, por los sabios consejos en el trayecto de este doctorado, por su disponibilidad y tiempo, pero sobre todo por compartir su conocimiento.

A la Dra. Elva Alicia Corona Zambrano, por transmitir su conocimiento, energía, paz, tranquilidad y motivarme a seguir adelante sin perder de enfoque mi objetivo final.

A mis amigos y compañeros del posgrado, Mary Santos, Paola Iñiguez, Brenda García, Janete Algrávez, por echarme porras y recordarme día con día que sí es posible cuando se trabaja constantemente por cumplir los sueños. Dulce Reyes, por hacer la vida de los cubículos más amena y convertirte en la mejor vecina y amiga. David Becerril, sin tu ayuda incondicional y por ser “master” del cyber-mundo este documento no hubiera sido posible. Wendy Ruiz, por entender, por apoyar, por sacudir la derrota y el cansancio o poner tu hombro si necesitaba desahogarme, por ser y estar, por el hoy y el mañana.

Y a todos aquellos que en este momento se me escapan de la mente pero que directa o indirectamente hicieron de este sueño una realidad, muchas gracias.

RESUMEN

“Evaluación ecológica y ambiental de las áreas verdes en tres escalas: Regional, urbana y de transecto en Mexicali, B. C.”

El cuidado y la protección del ambiente son temas constantes en la planeación urbana y regional. Los patrones de expansión urbana generan un impacto negativo en la cobertura vegetal de una localidad: áreas verdes naturales, de conservación, agrícolas o productivas y urbanas. La planeación de las áreas verdes urbanas (AVU) realizada tradicionalmente con enfoque social, deportivo, recreativo ignora funciones importantes para la protección y conservación del ambiente: función ecológica. Además, no sigue un enfoque integral multiescala y multitemporal. La Planeación Ecológica y la Ecología del Paisaje, analizan las AV desde tres aspectos: estructura, función y cambio. Contribuye en la definición de aptitud territorial para determinados usos de suelo, y permite crear políticas y decisiones sobre el uso del paisaje. Este trabajo propone el análisis a través de escalas y tiempo de las AV aplicado al caso de Mexicali, B. C. para el periodo 1990 a 2013. Plantea un análisis de la cobertura vegetal y uso de suelo a macro, meso y micro escala. Se identificó y analizó la dinámica de cambio en 23 años y la opinión de la ciudadanía a través de transectos lineales. Para estos análisis se utilizó información del PDUCP 2025, imágenes satelitales, Sistemas de Información Geográfica (SIG), aplicación de un cuestionario y procesamiento por SPSS. Los resultados mostraron falta de conexión en cobertura vegetal región-ciudad; zonas en la ciudad con insignificantes parches verdes, cobertura arbórea limitada en comparación con vegetación de pisos; conocimiento ambiental pobre o nulo de la ciudadanía sobre el uso y funciones de la vegetación en el espacio privado de la vivienda a nivel de transecto.

Palabras clave: Áreas verdes, cobertura vegetal, escalas, ecología del paisaje, planeación ecológica.

SUMMARY

"Ecological and environmental assessment of green areas in three scales: Regional, urban and transect line in Mexicali, Mexico"

Protection and care of the environment has been considered one of the most important issues to deal with when urban and regional planning is considered. Urban expansion patterns and the rapid and excessive growth development have created a negative impact in city's vegetation cover, such areas are: natural, conservation, agricultural and urban (UGA). Traditional urban planning of UGA is focus in its social, recreation and sport function, and does not adopt a holistic approach at an urban-region level, nor considers ecological and environmental functions of UGA e.g., changes in structure, function, dynamics and multiscale. It contributes to the definition of land suitability for certain land uses, allowing creation of policies and decisions on the use of the landscape. This paper developed an analysis of green areas (GA) throughout scales (regional, city, transect) and time (1990-2013) within city and peri-urban area of Mexicali, B. C. It was conducted through land use and land cover analysis, land cover patterns, and citizen public opinion (linear transect). It was used database of Mexicali Urban Development Master Plan (PDUCP 2025), satellite imagery, Geographical Information Systems (GIS), survey and SPSS. Results showed discontinuity in vegetation cover in the rural-urban transition; small zones within the city with significant vegetation cover; poor GA structure without connection between its elements; arboreal vegetation occurs in lower quantity and quality compared to grass cover; and poor or null environmental knowledge of GA on the private space at housing scale (linear transect).

Key words: urban green areas, vegetation cover, scales, landscape ecology, ecological planning

CONTENIDO

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD i

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA ii

RESUMEN iv

SUMMARY v

I. INTRODUCCIÓN 1

II. MARCO TEÓRICO 8

2. FUNDAMENTO TEÓRICO-CONCEPTUAL DEL ANÁLISIS DE LAS ÁREAS VERDES 8

2.1. MEDIO AMBIENTE 10

2.2. ECOLOGÍA 11

2.2.1. Niveles de organización ecológica 12

2.2.2. Hábitat y nicho ecológico 15

2.2.3. Biodiversidad 16

2.3. ECOSISTEMA 17

2.3.1. Clasificación de los ecosistemas 19

2.3.2. Ecotonos y efecto del borde 22

2.3.3. Ecosistema terrestre 23

2.3.4. Biomas del desierto: clasificación, características y funciones 24

2.3.5. Ecosistema domesticado 27

2.4. PAISAJE 32

2.4.1. Elementos del paisaje 34

2.4.2. Funciones del Paisaje 36

2.5. ECOLOGÍA DEL PAISAJE 38

2.6. PLANEACIÓN, MEDIO AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD 42

2.6.1. Planificación con enfoque ambiental 45

2.6.2. Planeación Verde 46

2.6.3. Planeación Ambiental 47

2.6.4. Planeación Ecológica 48
2.7. ÁREAS VERDES URBANAS Y LA SUSTENTABILIDAD 53
2.7.1. Áreas verdes públicas: Usos, funciones y contribuciones 56
2.7.2. Áreas verdes privadas: Usos, funciones y contribuciones 57
III. ANTECEDENTES 62
3. LAS ÁREAS VERDES A TRAVÉS DE ESCALAS: CASOS ANÁLOGOS 62
3.1. Áreas naturales y productivas: Escala regional 62
3.2. Áreas verdes y equipamiento urbano: Escala urbana 68
3.3. Jardines: Escala de transecto 74
3.4. En síntesis: áreas verdes a través de escalas 78
IV. MARCO METODOLÓGICO 81
4. LAS ÁREAS VERDES A TRAVÉS DE ESCALAS 81
4.1. ANÁLISIS DE LAS ÁREAS VERDES A ESCALA REGIONAL 82
4.1.1. Área de estudio de la macro escala 82
4.1.2. Métodos y herramientas para la macro escala 85
4.1.3. Tratamiento y clasificación de las imágenes satelitales 87
4.1.4. Análisis multitemporal de cambios de cobertura 96
4.2 ANÁLISIS DE LAS ÁREAS VERDES A ESCALA URBANA 97
4.2.1 Área de estudio de la meso escala 97
4.2.2. Métodos y herramientas para la escala meso-urbana 98
4.2.3. Tratamiento y clasificación de las imágenes satelitales 101
4.3 ANÁLISIS DE LAS ÁREAS VERDES A ESCALA DE TRANSECTO 108
4.3.1 Área de estudio a micro escala 108
4.3.2. Métodos y herramientas para la escala de Transecto 110
4.3.3. Selección de la muestra 112
4.3.4. Diseño del cuestionario 115
4.3.5. Análisis de los datos de la encuesta 117
V. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MULTIESCALA 118
5.1. CAMBIOS EN LA COBERTURA DE SUELO EN ZONAS PRODUCTIVAS EN EL PERIÓDO DE 1990 A 2010 EN LA ESCALA REGIONAL 118
5.1.1 Análisis de cambio Neto 118

5.1.2 Cambios por pérdidas y ganancias: Suelo en rastreo 120
5.1.3 Índice de Persistencia: Suelo en rastreo y cobertura vegetal 122
5.2. CAMBIOS EN LA COBERTURA DE SUELO URBANO EN EL PERIÓDO DE 2004 A 2013 EN LA ESCALA URBANA 125
5.2.1. Análisis de los usos de suelo 127
5.2.2 Análisis de la cobertura de suelo 129
5.3. ANÁLISIS USO, FUNCIÓN Y CARACTERISTICAS DEL ESPACIO EXTERIOR Y DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA VIVIENDA EN EL PERIÓDO DE 2013 A 2014 EN LA ESCALA DE TRANSECTO 132
5.3.1. Los elementos en la zona de estudio 133
5.3.2. El encuestado y la vivienda 136
5.3.3. Usos, funciones y características del espacio exterior de la vivienda 147
5.3.4. La vegetación y los espacios exteriores de la vivienda 151
5.3.5. Conocimiento ambiental y normativo por parte del encuestado 155
VI. DISCUSION Y CONCLUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 165
6.1. MEXICALI Y LAS ÁREAS VERDES 165
6.1.1. Marco teórico conceptual y las áreas verdes 166
6.1.2. Antecedentes y casos análogos 170
6.1.3. Marco metodológico y las áreas verdes 173
VII. ESTRATEGIAS Y RECOMENDACIONES 175
LISTA DE FIGURAS 178
LISTA DE TABLAS 182
REFERENCIAS 183
ANEXOS 193
ANEXO 1. Cuestionario: Formato inicial 193
ANEXO 2. Cuestionario: Muestra piloto 196
ANEXO 3. Cuestionario: Formato final 199
ANEXO 4. Oficio de identificación para el encuestador 204
ANEXO 5. Mapas de los resultados de la escala de transecto o microescala 205

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el cuidado y la protección del ambiente se han convertido en uno de los temas constantes en la planeación urbana y regional de la mayoría de los países. Esta preocupación se ha mantenido constante a través de las décadas. Sin embargo, la relevancia de este tema ha aumentado debido a los patrones de crecimiento, el incremento desmedido de los desarrollos habitacionales y la dispersión urbana que se han presentado en las ciudades a partir de mediados del siglo pasado, lo cual ha llevado a poner en riesgo no solo a las áreas naturales y productivas que rodean a dichas ciudades, sino también los espacios naturales que se encuentran dentro de ellas. La disminución de estos espacios, así como la degradación de los ya existentes han contribuido con el incremento del deterioro ambiental.

Uno de los elementos (en lo que respecta a la protección y conservación del ambiente en las zonas urbanas) que ha sido aparentemente menos tratado y al cual se le ha prestado poca atención, es el relacionado con las áreas verdes urbanas (AVU), en términos de sus funciones ecológicas y ambientales que son las que proporcionan el equilibrio y conexión ambiental de una ciudad, así como para la relación que guardan con la región a la que pertenecen. La planeación de estos espacios ha sido considerada y manejada dentro del equipamiento urbano, es decir, como elementos para la recreación y el esparcimiento (Bark-Hodgins, Osgood, y Colby, 2007; Vélez, 2007), tratando así de cumplir específicamente con su función social y recreativa dentro de la comunidad.

Sin embargo, es imprescindible resaltar que tras la urbanización de un territorio, tal como lo menciona Vélez (2007) "…es importante hacer referencia de un aspecto fundamental [……] el rol de la naturaleza en el territorio urbanizado…" (p. 21). La parte natural de una localidad, en este caso las áreas verdes públicas, privadas y productivas, deben ser consideradas elementos de referencia del planeamiento urbanístico en una zona de transformación y crecimiento. HE Junyan (2007) menciona que las AVU públicas y privadas, tienen un efecto positivo en varios aspectos de la calidad del ambiente urbano y de sus habitantes. El concepto de área verde

urbana, tal como lo señala Vélez (2007), debería ser identificado más que un elemento espacial de la propiedad pública municipal (p. 26), incorporándole otros espacios como lo son las áreas verdes privadas, de tal manera que en dicho territorio se fomente la sustentabilidad.

Diversos autores recomiendan reconocer a las áreas verdes (AV) desde un enfoque integral, es decir, considerar al espacio verde como todos aquellos espacios que se encuentran desplegados en parques, cementerios, jardines, solares de interior, espacios abiertos privados, espacios residuales de industrias, espacios verdes de instituciones públicas y de centros educativos, lotes no construidos, humedales y áreas agrícolas o forestales de borde o periferias; y no limitarse únicamente al cumplimiento mínimo de los espacios designados al equipamiento educativo, recreativo y deportivo de las zonas urbanas, como se ha manejado hasta el momento (Benedict y McMahon, 2006; Girling y Kellett, 2005; Vélez, 2007).

De acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali 2025 (PDUCP 2025) (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007), la ciudad de Mexicali presenta un déficit en la cobertura de AV de 131.35 ha lo cual representa un rango de 2 m² de área verde por habitante, esta cifra se encuentra por debajo del valor mínimo de dotación que marcan las normas de equipamiento urbano[1] de 4 m²/hab de área verde. Hay que resaltar que para determinar este valor, a pesar de que el PDUCP 2025 hace hincapié de que la finalidad de estos espacios es para la preservación y conservación ecológica de la ciudad, se consideraron únicamente las AV del equipamiento recreativo, sin considerar las que se encuentran planteadas en el Reglamento de áreas verdes para el Municipio de Mexicali, B.C. (XVIII Ayuntamiento de Mexicali, 2005) las cuales son glorietas, calzadas, camellones, plazas, isletas, bulevares, panteones, zonas de preservación ecológica y demás áreas análogas existentes. Por otro lado, es importante resaltar que las AV de esta ciudad se encuentran muy por debajo de lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece como el rango ideal para alcanzar

[1] Parque Urbano 2.0 m²/hab + Parque de Barrio 1.0 m²/hab + Parque Vecinal 1.0m²/hab = 4 m² de área verde por habitante (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007; Secretaria de Desarrollo Social, s/f).

la calidad de vida de una ciudad, el cual se ubica entre los 10 m² y los 15 m² de área verde por habitante (de Gante y Rodríguez, 2009).

Aunado a la problemática antes mencionada se le suma el crecimiento de la mancha urbana y de los desarrollos habitacionales que se presentan en la ciudad, lo cual genera la pérdida de las zonas agrícolas y de las áreas de reserva natural lo que además trae como consecuencia la disminución de la biodiversidad, el aumento de temperatura, e incremento de contaminantes en el aire, entre otros problemas. Sin embargo, las autoridades siguen haciendo caso omiso y continúan sin considerar a las AV como un elemento integral donde se consideren sus funciones ecológicas y ambientales en la planeación y dotación de estos espacios incluyendo los usos de suelo que conforman la mayor parte del área urbana de la ciudad que son el habitacional, comercial, industrial y mixto, así como las zonas productivas y de reserva natural, y con esto contribuir con la sustentabilidad de una ciudad; es decir, dejar de lado la manera tradicional de planeación la cual visualiza únicamente las funciones recreativas, deportivas y sociales de las áreas verdes.

A partir de lo anterior surgen las siguientes interrogantes, ¿Por qué no se consideran de forma integral a las áreas verdes públicas y privadas en la planificación de la ciudad de Mexicali? ¿Cuál es la contribución ecológica y ambiental de las áreas verdes en la ciudad de Mexicali?, ¿Por qué las áreas verdes en la ciudad de Mexicali se planifican únicamente por su contribución social y su función como equipamiento recreativo, y no por su aportación ecológica y ambiental? ¿Qué es lo que se tiene que hacer para mejorar las condiciones de los espacios exteriores en la vivienda de la ciudad de Mexicali en función de la aportación de las áreas verdes? Una vez conceptualizada la problemática y plasmado las inquietudes sobre el tema, se dio paso a la elaboración formal de las preguntas, objetivos e hipótesis de esta investigación.

Es importante hacer mención de lo que implica las preguntas de una investigación; primeramente, se debe resaltar que ésta tiene varias funciones, entre ellas definir los objetivos de investigación; segundo, la pregunta de investigación, proporcionan un parámetro que permite la realización de un estudio; tercero, con ella el investigador puede organizar su estudio o trabajo

orientándolo según la relevancia, la finalidad y guiando la coherencia para mantener al investigador centrado en el curso de la investigación; y cuarto, permite al investigador delimitar claramente en tiempo y forma el estudio (Abreu, Parra y Molina, 2012; Enríquez y Zepeda, 2003).

Por lo tanto, teniendo como base la problemática y el conocimiento empírico sobre el tema, se plantearon las siguientes preguntas de investigación:

PREGUNTA GENERAL:

¿Qué contribuciones ecológicas y ambientales proporcionan las áreas verdes, en tres escalas durante los periodos de 1990 a 2013, en la ciudad de Mexicali, B. C.?

PREGUNTAS ESPECÍFICAS

1) ¿Cuál es la dinámica de cambio en la cobertura de suelo durante el periodo de 1990 a 2013 en las zonas productivas de Mexicali, B. C.?

2) ¿Cuál es la dinámica de cambio en la cobertura y uso de suelo en las zonas periurbanas y urbana, durante el periodo de 2004 a 2013, de la ciudad de Mexicali, B. C.?

3) ¿Qué usos y funciones tienen los espacios exteriores y la vegetación en la vivienda con base en el conocimiento de los habitantes de la ciudad de Mexicali, B. C.?

Una vez planteadas las preguntas de investigación, se definen los objetivos de investigación, donde de acuerdo con Tamayo y Tamayo (2003) el objetivo general de la investigación "…es el enunciado de los propósitos por los cuales se lleva a cabo la investigación. […] el enunciado claro y preciso de las metas…" (p. 137). Aunado a esto, también señala que "…los objetivos específicos son los que identifican las acciones que el investigador va a realizar para ir logrando los objetivos generales." (p. 138). Por lo tanto, los objetivos de esta investigación establecen lo siguiente:

OBJETIVO GENERAL

Analizar las contribuciones ecológicas y ambientales que proporcionan las áreas verdes, en tres escalas durante los periodos de 1990 a 2013, en la ciudad de Mexicali, B. C.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1) Describir la dinámica de cambio en la cobertura de suelo durante el periodo de 1990 a 2013 en las zonas productivas de Mexicali, B. C.

2) Identificar la dinámica de cambio en la cobertura y uso de suelo en las zonas periurbanas y urbana, durante el periodo de 2004 a 2013, de la ciudad de Mexicali, B. C.

3) Analizar los usos y funciones de los espacios exteriores y la vegetación en la vivienda con base en el conocimiento de los habitantes de la ciudad de Mexicali, B. C.

Aunado a las preguntas y objetivos de investigación es necesario plantear la hipótesis de investigación, donde Hernández, Fernández, y Baptista (2010) la define como "Explicaciones tentativas del fenómeno investigado que se formulan como proposiciones. [….] son respuestas provisionales a las preguntas de investigación…" (p. 92). Por lo tanto, la hipótesis de esta investigación señala que: La evaluación multiescala de las áreas verdes de Mexicali, B. C. fomenta la sustentabilidad a través de un ecosistema urbano más sano, el incremento y mejoramiento en la biodiversidad y la calidad de vida de sus habitantes.

El estudio de las AVU en la ciudad de Mexicali, es de suma importancia ya que, tal y como lo menciona Reyes-Päcke y Figueroa (2010) estos espacios son elementos fundamentales para mejorar el bienestar de la población, se les considera cada vez más importantes como espacios de interacción entre las personas, los cuales generan oportunidades para una mayor interacción social; asimismo, Mass et al. (citado en Reyes-Päcke y Figueroa, 2010) menciona que "…la frecuencia de interacción social en las AV es un factor que refuerza el apego a la comunidad y entre los residentes, e incluso tiene efectos positivos en la salud de las personas." (p. 90), considerándose estos elementos como aquellos que promueven y fomentan la sustentabilidad de una ciudad.

Las AVU, denominadas como un elemento importante de los ecosistemas urbanos, desempeñan un papel esencial en la preservación de la biodiversidad de las zonas urbanas. Se les considera como generadores de grandes beneficios para el ambiente, tales como absorción de CO^2, producción de O^2, reductores del ruido y contaminantes aéreos, reguladores de microclimas, reductores del efecto de isla de calor en las ciudades, mantienen la biodiversidad, tienen valores sociales y de recreación, así como también que se ve beneficiada la plusvalía en el uso de suelo habitacional, comercial e industrial (Duc-Uy y Nakagoshi, 2008; Peña, 2011).

Es por esto que se debe resaltar la importancia de planificar, desarrollar y conservar espacios designados para las AVU, ya que estos espacios deberían ser considerados como el primer y principal elemento para asegurar sus funciones ecológicas y ambientales, así como para fomentar la sustentabilidad en la ciudad.

Hasta este momento la ciudad de Mexicali ha considerado al espacio verde como parte del equipamiento de la ciudad o como parte de sus espacios de recreación (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007). Sin embargo, es necesario reconocer la importancia de estos espacios de una manera integral; Salvador (2004) menciona que "…la ciudad debe incorporar las AV como parte de su propio tejido y no como un bien que hay que buscar lejos de él [….] incorporar espacios que se conciben como un todo comunicado y continuo…" (pp. 20-21), es decir las AV se deben diseñar y planear como espacios verdes de un sistema.

Por lo tanto, este trabajo de investigación está estructurado en seis capítulos. El primero, proporciona los antecedentes, donde se hace una revisión de casos análogos relacionados con las AV desde un enfoque ecológico y ambiental planteado a través de escalas, es decir, se hace la revisión de los proyectos o casos a escala regional, urbana y de transecto. El segundo, consta del marco teórico y conceptual, donde se contemplan los conceptos rectores que guían esta investigación desde el enfoque que se ha planteado con anterioridad. El tercero, muestra la metodología utilizada en esta investigación a través de tres escalas para el análisis de la estructura, función y dinámica de cambio de las en la ciudad de Mexicali, B.C. El cuarto,

expone los resultados obtenidos en los diferentes estudios planteados para el análisis de las AV a través de escalas o áreas de estudio en esta investigación. El quinto, lleva a cabo la contraposición de los temas planteados en este trabajo, que permite elaborar la discusión de los resultados con respecto a los aspectos teórico conceptual y metodológico; asimismo expone las conclusiones que fundamenten esta investigación. El sexto, plantea estrategias o recomendaciones a seguir para mejorar la gestión de las AV en la ciudad de Mexicali y con esto poder lograr una mejor ciudad en función de estos espacios vistos no solo como parte del equipamiento urbano sino como parte esencial de esta ciudad o ecosistema urbano.

II. MARCO TEÓRICO

2. FUNDAMENTO TEÓRICO-CONCEPTUAL DEL ANÁLISIS DE LAS ÁREAS VERDES

Al realizar una investigación se pretende satisfacer una inquietud, dándole respuesta a una problemática, basándose en un marco teórico, el cual según Daros (2002), es aquel que "…describe los problemas en las investigaciones, [….] da sentido a los hechos o fenómenos y orienta la organización de los mismos, [….] es el eje integrador de todo el proceso de la investigación." (p. 81)

Por lo tanto, en este apartado se pretende determinar la importancia ecológica de las AVU revisando los conceptos desde el enfoque de la ciencia que los trata, es decir, desde la Ecología.

Primeramente, este análisis partirá del estudio del Desarrollo Sustentable, como eje rector de esta investigación. Segundo, el concepto de ambiente, es importante aclarar que el ambiente puede ser estudiado desde tres perspectivas que son: ambiente natural, ambiente construido y ambiente social (Barrett, Peles, y Odum, 1997; Enkerlin y Hoeflich, 1997; Odum, 1995; Odum y Barrett, 2006; Selman, 2000; Smith y Smith, 2001). Sin embargo, debido al enfoque que se pretende dar a este documento, la atención se inclinará a la parte natural del ambiente. Tercero, en un contexto ecológico, se señalarán los elementos, y características que conforma el espectro ecológico. Cuarto, como el nivel ecológico más complejo y completo que son los ecosistemas, enfocándose particularmente en tres de ellos: 1) desierto, 2) ecosistema domesticados (agroecosistemas y tecnoecosistemas), y 3) ecosistema urbano. Quinto, el paisaje, el cual es considerado como un elemento ecológico superior al ecosistema y que se pretende, a través de él, entender los cambios en un entorno (Makhzoumi, 1999; Odum y Barrett, 2006; y Steiner, 2008). Sexto, la Ecología del Paisaje, es un concepto que muestra que a través de ella se puede lograr la integración de los espacios tomando en consideración procesos humanos, socioeconómicos y ecológicos que contribuyen al enfoque, más práctico y sofisticado, del paisaje y el ambiente (Green, Klomp, Rimmington, y Sadedin, 2006). Séptimo, la planeación urbana de las AVU, se

considera desde la planeación verde, planeación ambiental, planeación ecológica y planeación ecológica del paisaje. Octavo, se hará una descripción de los usos, funciones y contribuciones a la sustentabilidad de las AVU públicas y privadas.

Es importante señalar que esta investigación pretende resaltar la importancia del estudio de las AVU desde un enfoque multiescala para su contribución a la sustentabilidad. A través de un diagrama se presentan los conceptos que se abordaran en esta investigación, donde las burbujas con color obscuro determinan aquellos conceptos principales o rectores, y las burbujas que se encuentran en blanco, son aquellos conceptos secundarios pero necesarios para poder contextualizar el concepto rector (ver Figura 1).

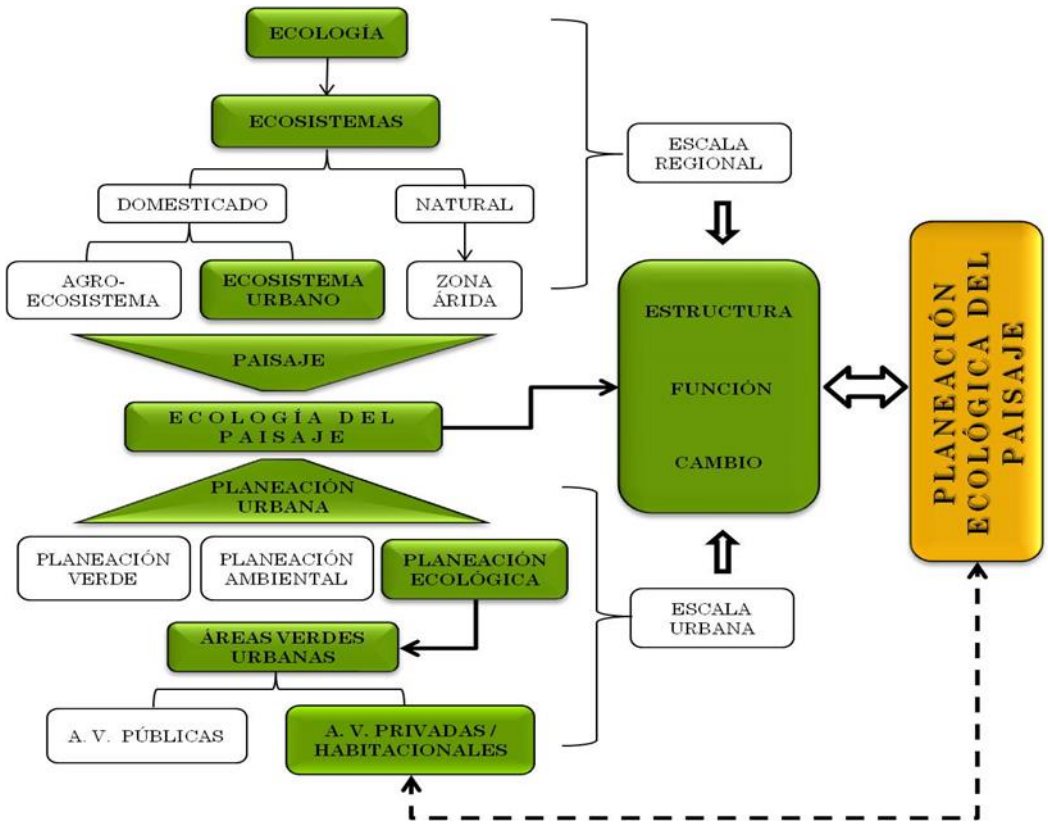


Figura 1. Conceptos rectores para la planificación de las áreas verdes
Fuente: Elaboración propia.

2.1. MEDIO AMBIENTE

La utilización de los términos de ambiente y medio ambiente se ha dado de forma indistinta, dependiendo el campo de estudio donde se aplique, es el término que se emplea. El término de Medio Ambiente normalmente se refiere al aire, agua, suelo y todos los recursos que se encuentran en la superficie de la tierra. Por otra parte, de Torres (s/f), menciona que para las ciencias sociales y humanísticas, o bien desde un enfoque antropocéntrico, el concepto de ambiente se concibe como el "…Entorno en el que se desarrolla la vida del ser humano, y que está compuesto por elementos naturales, sociales, económicos y culturales, así como sus interrelaciones" (p. parr. 1), además se hace referencia al ambiente social, político, económico, cultural y también biofísico; por su parte Enkerlin y Hoeflich (1997) señalan que en Ecología o las ciencias naturales utilizan de manera indistinta los términos de ambiente y medio ambiente, el cual indica "…un conjunto de factores del exterior que ejercen cierta influencia sobre un organismo, población o comunidad biótica…" (p. 432); es decir, la suma o el conjunto de estos factores conformará el ambiente natural. Sin embargo, Selman (2000) menciona que el ambiente es aquel sistema físico y biológico el cual provee el soporte básico de la vida y que además contribuye al bienestar psicológico, dentro de esta definición se puede apreciar que ha sido introducido al hombre. Por otro lado, Smith y Smith (2001) hacen hincapié que el concepto de ambiente no solo incluye las condiciones físicas, sino también las condiciones biológicas en las que vive un organismo, además señala, al igual que otros autores (Barrett et al., 1997; Enkerlin y Hoeflich, 1997; Odum, 1995; Odum y Barrett, 2006; Selman, 2000), que la manera más práctica para referirse a este concepto es con el término de ambiente.

Debido a los diferentes campos de estudio que abarca este término, además de la complejidad del mismo, Selman (2000) maneja tres esferas para el estudio del ambiente; primero, el ambiente biofísico, el cual comprende los sistemas que preservan la vida en la tierra, tales como aire, agua, minerales, suelo, plantas, insectos, animales y cualquier organismo en general que sustente estos sistemas; segundo, el ambiente socioeconómico, el cual está compuesto por grupos sociales, sus actividades culturales y los procesos económicos en los

cuales estos individuos están interrelacionados; y tercero, el ambiente construido, el cual consiste de los edificios en los cuales la población humana vive y trabaja; los atributos de estos, tales como su seguridad, estabilidad, luz, limpieza, el suministro de agua, la generación de basura o desechos; así como la estética arquitectónica de estos edificios.

Debido a la naturaleza de este documento, el ambiente será considerado desde su enfoque biofísico y construido. Primeramente, se hará un recorrido por la ciencia que estudia al ambiente natural o biofísico; seguido por la parte que se encarga del estudio, desarrollo y planeación de las ciudades o zonas urbanas; y por último se hará un análisis de las AVU, haciendo una descripción de ellas como elementos de los espacios públicos y los privados, haciendo énfasis y con mayor detalle sobre las áreas verdes privadas.

2.2. ECOLOGÍA

El origen de la palabra ecología no es un término reciente, ésta fue propuesta por el biólogo alemán Haeckel en 1869 (citado en Odum y Barrett, 2006), y la define como "…el estudio del entorno natural, incluyendo las relaciones mutuas entre los organismos y su entorno." (p. 3). El término ecología proviene del griego oikos casa y logos estudio, ciencia, con lo cual se puede decir que la ecología es literalmente el estudio de la casa. Por su parte Smith y Smith (2001) resaltan que este enunciado solamente podría ser correcto cuando se consideren los términos de relaciones[2] y ambiente en su acepción más amplia. De manera que, tal como lo menciona Wimberley (2009), la ecología comienza en la casa e implica la estructuración del hogar. Este término necesariamente implica definir el lugar que cada uno tiene en el mundo a través del proceso de hacer y mantener un hogar en algún lugar o comunidad determinada, donde uno esté arraigado y a través del cual uno se sustenta.

[2] El concepto de *relaciones*, en este caso, abarca las interacciones de los organismos con el mundo físico, con los miembros de su misma especie, así como con los de las demás especies (Smith y Smith, 2001, cursivas del autor).

Badii, Guillén, y Abreu (2007) señalan que la ecología "…es el estudio de la distribución y abundancia de los organismos con el objetivo de comprender la aptitud ecológica[3] de los mismos" (p. 91). Debido a lo anterior y a la complejidad de esta ciencia, el autor menciona que lo más oportuno es analizar la ecología desde diferentes niveles de organización.

2.2.1. Niveles de organización ecológica

La mejor manera para delimitar la ecología moderna es considerando el concepto de niveles de organización ecológica, lo cual se refiere a llevar un estudio de la ecología a través de diferentes niveles organizacionales los cuales permiten un estudio estructurado y racional de la misma (Badii et al., 2007; Barrett et al., 1997; Odum, 1995; Odum y Barrett, 2006); estos niveles pueden ser visualizados como:

a) Espectro básico: aquel donde se considera desde el elemento más elemental hasta llegar al más complejo: molecular, celular, de órgano, individual, poblacional, de comunidad, de ecosistema, de bioma y de biosfera (ver Figura 2) (Badii et al., 2007).

Figura 2. Espectro ecológico básico
Fuente: Elaboración propia basada en Badii et al. (2007).

[3] Con aptitud ecológica se hace referencia a la probabilidad de sobrevivir y reproducir, es decir la capacidad de existir y adaptarse a las condiciones ambientales (Badii et al., 2007, p. 91).

b) Gama ecológica: aquella que muestra los sistemas que contienen componentes bióticos (vivos) y abióticos (sin vida), y que a su vez constituyen los biosistemas[4] también conocidos como ecosistemas. Además, es aquí donde se enfatiza la interacción de componentes bióticos y abióticos en un sistema ecológico (ver Figura 3) (Odum, 1995; Odum y Barrett, 2006).

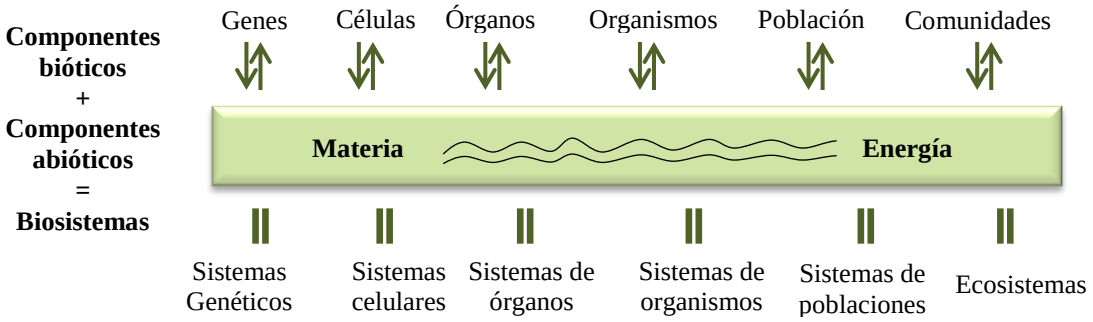


Figura 3. Gama ecológica que constituye a los ecosistemas
Fuente: Elaboración propia basada en Odum y Barrett (2006).

c) Jerarquía ecológica extendida: aquella que organiza los principales conceptos, principios, leyes naturales y mecanismos reguladores en 11 niveles de integración ecológica[5], los cuales según lo señala Barrett et al. (1997) al combinar estos principios, leyes y mecanismos con los niveles de organización se proporcionaría una buena perspectiva para el entendimiento de problemas a través de escalas temporales y espaciales, un requisito para lidiar con los principales problemas que enfrenta la sociedad (ver Figura 4) (Barrett et al., 1997; Odum y Barrett, 2006).

[4] Los biosistemas comprenden desde los sistemas genéticos hasta los sistemas ecológicos (Odum, 1995; Odum y Barrett, 2006; Smith y Smith, 2001).
[5] También se le denomina como niveles ecológicos, los cuales permiten jerarquizar la forma en la que se encuentra organizado el ecosistema (Odum y Barret, 2006).

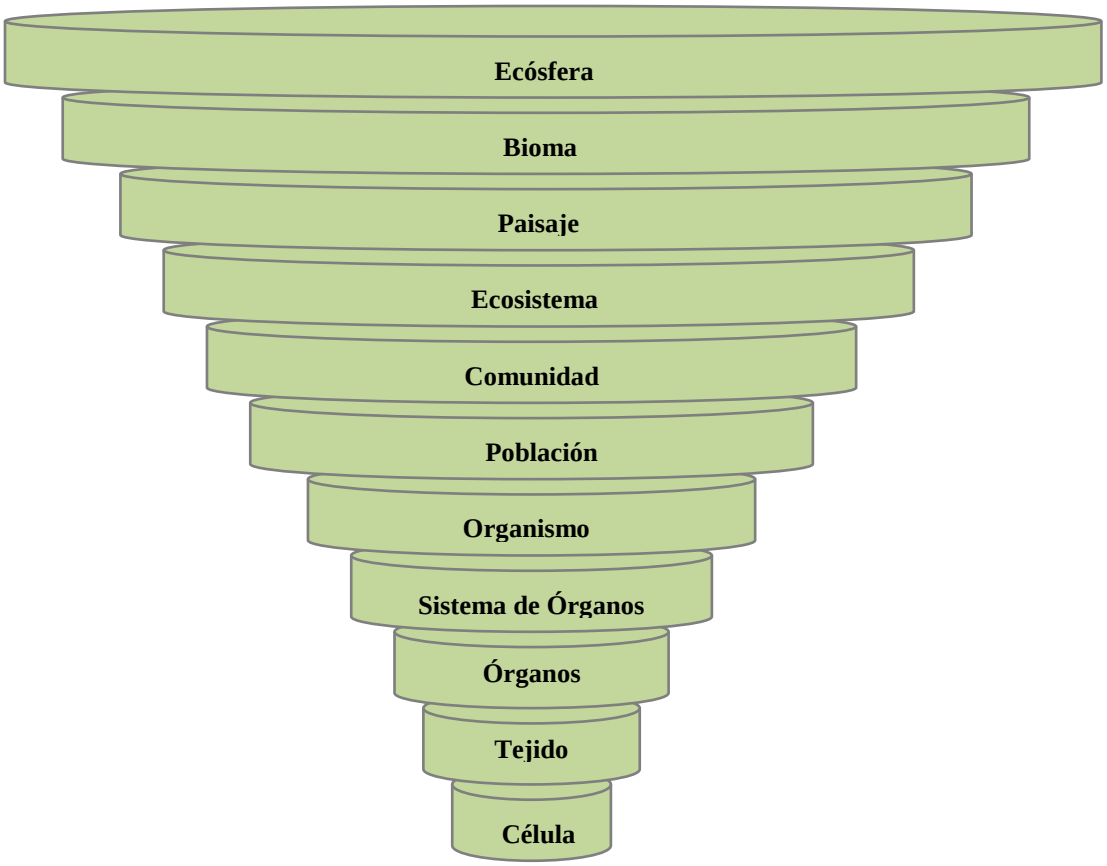


Figura 4. Jerarquía ecológica extendida
Fuente: Elaboración propia basada en Odum y Barrett (2006).

La ecología se preocupa en gran parte, aunque no en su totalidad, de los niveles más allá de los organismos, debido a que cada nivel del espectro de esta organización se encuentra integrado o es interdependiente de otros niveles, no pueden existir limites bien definidos o rupturas entre ellos en el sentido funcional (Odum y Barrett, 2006); por ejemplo, el ecosistema domesticado depende de una comunidad y su entorno, dicha comunidad está formada por todas las poblaciones que ocupan un área determinada, estas poblaciones incluyen grupos de individuos de cualquier tipo de organismo, los cuales a su vez interactúan con otros organismos y así sucesivamente (Barrett et al., 1997; Odum y Barrett, 2006; Smith y Smith, 2001). Tomando en consideración estos niveles, Badii et al. (2007) determinan que, el nivel organizacional más

relevante es el ecosistema, debido a que el ser depende de éste para existir, por lo tanto, lo considera como el único nivel funcional.

2.2.2. Hábitat y nicho ecológico

Los organismos reaccionan ante una variedad de factores ambientales, y sólo pueden ocupar un cierto hábitat cuando los valores de esos factores caen dentro del rango de tolerancia que tiene dicha especie; por lo tanto, el hábitat de un organismo es el sitio donde vive o los sitios donde se espera encontrarlo (Odum y Barrett, 2006; Smith y Smith, 2001). Cuando se habla de hábitat forzosamente se tiene que relacionar con nicho ecológico, éste término en 1917 fue utilizado por primera vez en la ecología por Joseph Grinnell (citado en Odum y Barrett, 2006), quien lo definió como “…la unidad de distribución en último término, dentro de la cual una especie se encuentra contenida por las limitaciones de su fisiología y su estructura física…” (p. 312). Sin embargo, a lo largo del tiempo se fue enriqueciendo y en 1958 Hutchinson (citado en Smith y Smith, 2001) señaló que el nicho ecológico incluye todas las variables físicas y biológicas que afectan al buen funcionamiento de un organismo, haciendo referencia al espacio.

Debido a lo anterior Odum y Barrett (2006) hacen referencia a tres aspectos esenciales de la composición de un nicho ecológico, los cuales se definen de la siguiente manera: a) nicho espacial o hábitat, este se refiere a el espacio físico que ocupa el organismo; b) nicho trófico, el cual se identifica por el papel funcional de los organismos en la comunidad (por ejemplo su posición trófica); y c) nicho hipervolumétrico o multidimensional, el cual se refiere a que el nicho no debe visualizarse con un solo factor ambiental, sino dentro de los rangos del ambiente, como lo son la temperatura, humedad, suelo, alimento y otras condiciones de existencia, lo que genera que el organismo pueda incluirse en otras dimensiones del entorno. Por lo tanto, el nicho ecológico de un organismo engloba el rango completo de condiciones y recursos, dentro de los cuales, tal organismo puede vivir y reproducirse, así como también éste podrá entrar en contacto con o violar los nichos de otros organismos y así lograr su reproducción y permanencia (Smith y Smith, 2001).

2.2.3. Biodiversidad

La diversidad biológica, diversidad de especies o mejor conocida como biodiversidad es considerada como una parte de la naturaleza. Es un término que se le asigna a la variedad de vida y a los patrones naturales que la conforman, la cual incluye las diferencias y variación genética entre los individuos de una especie; variedad y riqueza de todas las especies en una región; así como los diversos tipos de ecosistemas dentro de un área definida (Newman y Jennings, 2008; Odum, 1995; Odum y Barrett, 2006; Rana, 2007). Por otro lado, se le considera como la base sobre la cual las civilizaciones humanas se han ido formando ya que, además de sus valores intrínsecos, la biodiversidad provee de bienes y servicios que consolidan el desarrollo sustentable. Por su parte Sarmiento (2000) la define como "…el contenido biológico total de organismos que habitan un determinado paisaje, incluyendo su abundancia, su frecuencia, su rareza y su situación de conservación" (p. 37), este autor incluye en su definición el término de paisaje, concepto que se analizará más adelante, pero que resulta importante señalar que la ecología lo considera como un nivel organizacional superior al ecosistema.

Aunado a lo anterior, cabe resaltar que la unidad de referencia de la biodiversidad puede ser considera en diversas escalas, a nivel global formando una región geográfica o sub-global como una entidad política ya sea país, estado o distrito (Rana, 2007); o bien podría ser a nivel local, como puede ser un parque ecológico.

La biodiversidad presenta dos componentes primordiales: riqueza y distribución. Cuando se habla de la riqueza de la biodiversidad, se hace referencia al número total de especies presentes en dicha comunidad; por otro lado, la distribución de la biodiversidad es aquella que se basa en la abundancia relativa de la especie y el grado de dominación de la misma. Cuando se habla de distribución, es importante resaltar que la biodiversidad se ve afectada de forma positiva y tiende a aumentar, dependiendo el tamaño del área y de la ubicación geográfica donde se localice dicha comunidad; de igual manera se ve reducida, o afectada de forma negativa, cuando estas comunidades bióticas se encuentran en constante estrés, o por competencia cuando las comunidades son muy antiguas o se encuentran en entornos físicos estables. Este último punto

muestra una paradoja de lo que se entiende como estabilidad, pues se pensaría que entre más estable es un entorno mejor debe de encontrarse. Sin embargo, para la diversidad de especies, si el entorno no presenta variaciones o es muy rico en nutrientes se genera un dominio de especies lo cual no permite la autorregulación o el equilibrio de las especies y esto a su vez provoca la disminución de diversidad (Odum y Barrett, 2006).

Dicho lo anterior, Newman y Jennings (2008) señalan que la biodiversidad sustenta las funciones esenciales de los ecosistemas para la vida en la tierra, primeramente por medio del abastecimiento de agua fresca, conservación del suelo y estabilidad del clima; en segundo término, por el abastecimiento de productos tales como alimento, medicinas y materiales para la industria; y finalmente, la biodiversidad se encuentra en las raíces de muchos de los valores culturales, este último punto permite ver la importancia de la relación de la diversidad de plantas y animales con creencias, costumbres, simbolismos y acciones humanas para el sustento de la vida en la tierra.

Una vez que se ha visto la casa y el lugar donde se desenvuelven (hábitat y nicho ecológico) las especies (biodiversidad), es conveniente conocer el nivel estructural más importante de la ecología (Badii et al., 2007) que es el ecosistema.

2.3. ECOSISTEMA

La curiosidad por estudiar los organismos y su ambiente o entorno, data desde que surgió la historia escrita. Sin embargo, no fue hasta la primera década del siglo XIX que comenzaron las primeras apariciones formales de lo que es el sistema ecológico[6].

En 1923, Tansley (citado en Allaby, 2000) sostuvo que la clave para la comprensión de las comunidades naturales reside en el estudio de la asociación de las plantas, poniendo énfasis en las relaciones entre plantas y, entre plantas y animales, siendo esto lo que Tansley denominó

[6] De forma paralela en la literatura ecológica alemana, estadounidense y rusa, van apareciendo conceptos alusivos a esta relación entre organismos y ambiente. Los precursores de estos estudios fueron en 1877 el alemán Karl Möbius quien definió la "biocenosis", diez años más tarde en 1887 el estadounidense Forbes escribió sobre el microcosmos de los lagos; y de igual manera los rusos Dokuchaev y Morozov enfatizaron el concepto de biocenosis que llevó a la creación del concepto de "geobiocenosis" (Odum y Barrett, 2006, p. 18, comillas del autor).

como factores bióticos. Un par de años después, el físico Lotka (citado en Odum y Barrett, 2006), señala que "…los mundos orgánicos e inorgánicos funcionan como un solo sistema en grado tal, que es imposible comprender cualquiera de sus partes sin comprender el todo." (p. 18), es aquí cuando por vez primera se hace mención de lo que es un sistema ecológico. Sin embargo, son varios autores (Allaby, 2000; Odum y Barrett, 2006; Smith y Smith, 2001) los que resaltan que en 1935, Arthur Tansley[7] (citado en Odum y Barrett, 2006) introduce el término de ecosistema al lenguaje de la ecología, definiéndolo como:

> un concepto fundamental, que se considera como un sistema completo, el cual incluye no solo al complejo de organismos vivos (bióticos) y su entorno sin vida (abiótico) los cuales se encuentran relacionados de manera inseparable e interaccionan unos con otros; son a estos factores físicos que lo forman a lo que llamamos el ambiente […] No podemos separar a los organismos de su ambiente particular junto con el cual forman un único sistema físico […] son los sistemas así formados los que […] son las unidades básicas de la naturaleza sobre la faz de la tierra […] Estos ecosistemas, como así los podemos denominar, son de las más variadas clases y tamaños. (p. 18)

Además, cabe mencionar que el estudio de los ecosistemas toma en consideración las relaciones entre los organismos y de los factores físicos y químicos que les afectan (Allaby, 2000, p. 164).

Es importante señalar que el ecosistema[8] es el único nivel funcional y además es considerado como la unidad fundamental dentro de los niveles organizacionales[9] de la ecología (Badii et al., 2007; Odum y Barrett, 2006). El ecosistema está constituido por la comunidad biótica[10] de un área determinada que interacciona con su ambiente físico de manera que un flujo

[7] Botánico Ingles, pionero de la ciencia de la ecología quien fuera educado en los colegios universitarios de Londres y el Colegio Trinity en Cambridge (Ayres, 2012).
[8] También conocido como biogeocoenosis en la literatura europea y rusa (Odum y Barrett, 2006).
[9] Ver niveles de organización ecológica.
[10] También conocido como biocoenosis en la literatura ecológica europea y rusa (Odum y Barrett, 2006).

de energía conduce a estructuras bióticas definidas y reciclados de materiales entre componentes vivos y sin vida, es decir, el foco de atención de la ecología del ecosistema es el intercambio de materia y energía (Smith y Smith, 2001). Un ecosistema es más que una unidad geográfica, es una unidad del sistema funcional con entradas y salidas[11], y con límites que pueden ser naturales o arbitrarios (Odum, 1995; Odum y Barrett, 2006; Smith y Smith, 2001).

De acuerdo a Camacho (2007) un ecosistema es:

> Aquel sistema de relaciones simbióticas entre organismos vivientes en un espacio determinado, el cual contiene una variabilidad de hábitats que permiten la vida a cada uno de los seres vivos participantes, de tal manera que entre el ser vivo y su hábitat se dan una serie de intercambios de materia y energía. (p. 251)

Cabe mencionar que, tal como lo señala Rana (2007, p. 46), los ecosistemas se encargan de realizar dos funciones primordiales: regular el flujo de energía, y administrar el intercambio de materiales de los componentes abióticos a los bióticos y viceversa. Así mismo, es importante resaltar que el hombre forma parte de los sistemas ecológicos y depende de la integridad de los mismos. Además, cada ecosistema cuenta con su propio nivel de biodiversidad, el cual es considerado como un valioso recurso natural, y que se mide por el número de especies presentes en el ecosistema (Rana, 2007, p. 62). Sin embargo, para poder hablar del nivel de biodiversidad de un ecosistema, primeramente se ha de conocer cuáles son los tipos de ecosistemas con los que cuenta el mundo actual.

2.3.1. Clasificación de los ecosistemas

Los ecosistemas pueden clasificarse por sus características estructurales o por las funcionales. Por lo tanto, la vegetación constituye la base principal para la clasificación de los ecosistemas o

[11] Lo que llega al ecosistema desde el ambiente que lo rodea se conoce como **entradas**; y aquello que sale del ecosistema y va a parar al ambiente circundante se le conoce como **salidas**. Un ecosistema sin entradas de materia se considera un ecosistema cerrado y aquel con entradas de materia se considera un ecosistema abierto (Smith y Smith, 2001, p. 360, negritas del autor).

biomas[12] por sus características estructurales; y la cantidad y la calidad del suministro de energía es un ejemplo de las características funcionales de un ecosistema o bioma, siendo ésta, es decir la energía, el común denominador en los ecosistemas naturales, así como en los administrados por el hombre (Odum y Barrett, 2006; Swift, Heal, y Anderson, 1979).

Tal y como lo señalan los autores Odum (1995); Odum y Barrett (2006) los ecosistemas se pueden clasificar en cuatro grandes sistemas los cuales componen 21 tipos principales, siendo estos los que representan la matriz en la que las civilizaciones humanas se establecieron (Odum y Barrett, 2006, p. 76). Se puede observar en la Tabla 1 el listado de los diferentes ecosistemas y subsistemas que se encuentran en el mundo.

[12] El Bioma se define de manera típica como una comunidad ecológica regional mayor de plantas y animales; el cual se encuentra entre el nivel de paisaje y la ecosfera en los niveles de organización ecológica (Odum y Barrett, 2006) y que además nace de las complejas interacciones del clima, otros factores del medio físico y factores bióticos (Sarmiento, 2000).

Tabla 1. Principales tipos de ecosistemas en la biosfera

Tipo de ecosistemas	Subdivisión del ecosistema
Ecosistema marino	Mar abierto (pelágico) Aguas de la plataforma continental (aguas costeras) Regiones de corrientes nutricias ascendentes o de corrientes surgidoras (regiones fértiles con pesca productiva) Mar profundo (ventilas hidrotermales) Estuarios (bahías costeras, estrechos, desembocaduras de ríos, marismas)
Ecosistema de agua dulce	Léntica (agua estancada): lagos y estanques Lótica (agua corriente): ríos y arroyos Humedales: marismas y pantanos
Ecosistema o Bioma terrestre	Tundra: ártica y alpina Casquetes de hielo polar y de las cimas de las montañas Bosques boreales de coníferas Bosques templados caducifolios Praderas templadas Praderas tropicales y sabanas tropicales Chaparrales: regiones con lluvia en invierno y sequias en verano Desiertos: hierbas y arbustos Bosque tropical semiperennifolio: estaciones húmedas y secas pronunciadas Bosque tropical perennifolio
Ecosistema domesticado	Plantaciones en bosques y sistemas agroforestales Tecnoecosistemas rurales (corredores de transporte, pequeños pueblos, industrias) Agroecosistemas Tecnoecosistemas urbano-industriales (distritos metropolitanos)

Fuente: Elaboración propia basada en Odum y Barrett (2006).

Al clasificar a los ecosistemas es importante hablar sobre la diversidad del mismo, es decir, la diversidad genética, diversidad y cantidad de las especies, diversidad de los hábitats y de los procesos funcionales que mantienen en equilibrio a los ecosistemas complejos, además de reconocer los componentes de riqueza o variedad, y la abundancia relativa o distribución de unidades (Odum y Barrett, 2006; Smith y Smith, 2001).

El mantener una diversidad de moderada a alta en un ecosistema tal como lo señalan Odum y Barrett (2006) mantiene la redundancia y la elasticidad del mismo, es decir lo ayuda a protegerse contra períodos de tensión a los que podría ser sometido; así mismo esta diversidad

proporciona una estima de la capacidad máxima que tiene un ecosistema para permitir diversos tipos de conexiones internas o de interacciones entre diferentes especies (Margalef, 2002).

Como se ha podido observar son cuatro los grandes ecosistemas que se encuentran en la biosfera, sin embargo, debido al enfoque de este documento se hará énfasis en los ecosistemas terrestre y domesticado; teniendo como particularidad a los subsistemas de desierto, agroecosistema o sistema agrícola, el tecnoecosistema y el ecosistema urbano, respectivamente. Siendo éstos los que forman parte de los ecosistemas circundantes de la zona urbana que se plantea como área de estudio para este trabajo. Sin embargo, antes de poder entrar de lleno a estos ecosistemas, es necesario mencionar las áreas donde se intersectan o se da paso a la transición entre ecosistema y ecosistema, a lo que se le conoce como ecotono o efecto del borde.

2.3.2. Ecotonos y efecto del borde

Debido a la gran diversidad de ecosistemas y a las comunidades que se desarrollan dentro de estos se presenta un efecto de transición al momento de pasar de un ecosistema a otro, el cual es denominado como ecotono. Este se considera como una transición entre dos o más ecosistemas adyacentes que interactúan entre sí, se aprecia como una zona de unión o cinturón de tensión considerable. Sin embargo, esa interacción le proporciona a esta zona propiedades particulares que no existen en ninguno de esos ecosistemas (Enkerlin et al., 1997; Odum, 1995; Odum y Barrett, 2006). Un ejemplo de ecotono podría ser la transición entre el desierto y un valle agrícola, o bien entre una sierra de chaparral y el desierto. La comunidad ecotonal suele contener muchos de los organismos de cada una de las comunidades que se entrecortan y, además, organismos que son característicos del ecotono y que a menudo están confinados en él. Con frecuencia, tanto el número de especies como la densidad de población de alguna de ellas son mayores en el ecotono que en las comunidades que lo bordean. Los organismos que se encuentran ante todo o con mayor abundancia en las comunidades de transición o pasan la mayor parte del tiempo en ellas se designan a menudo como especies de borde (Odum, 1995; Smith y Smith, 2001). Se designa como el efecto del borde a la tendencia hacia una diversidad y una densidad aumentada en las uniones de comunidades (Odum, 1995).

La deforestación, la expansión urbana y periurbana, la construcción de infraestructura, y en general las actividades humanas están fragmentando grandes áreas reduciéndolas a comunidades con el efecto de borde; a medida que se va fragmentando, es decir se generan parches, teniendo como consecuencias que el hábitat total tienda a reducirse. Si los parches son demasiado pequeños para mantener a sus especies características, el área se convierte en un hábitat homogéneo ocupado por especies de borde (Smith y Smith, 2001).

A continuación, se hará mención de los diferentes ecosistemas con que cuenta la zona de estudio, los cuales representan al ecosistema terrestre con el bioma del desierto; y en el domesticado con el agroecosistema y el ecosistema urbano.

2.3.3. Ecosistema terrestre

Las comunidades terrestres están compuestas básicamente por organismos productores, consumidores y por materia abiótica[13] (Rana, 2007; Smith y Smith, 2001). En tierra firme, las plantas constituyen un elemento notable que compone la matriz del paisaje, de modo que los diferentes tipos de ecosistemas terrestres pueden identificarse y clasificarse como regiones bióticas o biomas, siendo los climas regionales los que actúan en reciprocidad con la biota regional y el substrato para producir estas amplias y fácilmente identificables comunidades ecológicas regionales (Odum, 1995; Odum y Barrett, 2006; Smith y Smith, 2001).

Otra clasificación de los biomas, es la desarrollada por Bailey (1983) en la cual señala que aquellos ecosistemas que se basan en un área geográfica o de paisaje continuo, a través del

[13] Organismos autótrofos o productores: Son aquellas grandes plantas verdes arraigadas y dominantes, no sólo producen alimentos sino que brindan refugio a otros organismos. Organismos Heterótrofos: Estos organismos se subdividen en consumidores o descomponedores; las comunidades terrestres cuentan con una amplia gama de consumidores, los cuales pueden incluir pequeños insectos así como grandes mamíferos herbívoros. La variedad y abundancia de estos organismos es la característica importante de las comunidades terrestres. Los organismos que realizan la mineralización de la materia orgánica se denominan descomponedores. Las bacterias y los hongos se encuentran en todas las comunidades terrestres, pero son especialmente abundantes en el suelo. Las bacterias heterótrofas son los verdaderos descomponedores además de ser los más numerosos. La temperatura y el agua son igualmente importantes en la regulación de la actividad de los descomponedores. Sin importar como es su clasificación todos los organismos heterótrofos son consumidores y de alguna manera también actúan como descomponedores. El componente o materia abiótica lo constituye el suelo, los sedimentos, la materia particulada y los detrimentos en los ecosistemas terrestres (Rana, 2007; Smith y Smith, 2001).

cual las interacciones de clima, suelo y topografía son suficientemente uniformes para permitir el desarrollo de tipos de vegetación similar, considerándose como ecorregiones. De acuerdo con Odum y Barrett (2006) esta clasificación permite un mayor grado de predicción en la administración del uso del suelo y el desarrollo de los recursos naturales.

Es importante hacer hincapié de la presencia y actividad del ser humano en el ecosistema terrestre, además de las actividades realizadas por las categorías más elevadas del reino vegetal y del animal, debido a que la población humana en constante aumento ejerce un control mayor sobre el funcionamiento de los ecosistemas (Odum y Barrett, 2006).

Una de las subdivisiones del ecosistema terrestre es el desierto; estos espacios, que para algunos pudieran ser lugares sin vida e inhóspitos, son territorios ricos en biodiversidad con características muy particulares que permiten la vida y el desarrollo de innumerables especies de flora y fauna. Dentro de estas especies se encuentra el hombre, el cual ha podido adaptarse y a su vez modificar dichos espacios.

2.3.4. Biomas del desierto: clasificación, características y funciones

Los desiertos por lo general se perciben como terrenos inhóspitos e improductivos, en donde la escasa lluvia no permite la supervivencia de organismos vivos. Sin embargo, tras investigaciones los especialistas en el tema revelan que estos biomas, en particular los de clima cálido, son considerados como ecosistemas complejos y ricos en organismos que interaccionan entre sí y con su medio físico; por lo tanto, al hablar de desiertos, se habla de un extenso repertorio de plantas y animales con adaptaciones inusuales (Hernández, 2006; Ondarza, 1993).

Los desiertos son el resultado de un déficit de agua (Ondarza, 1993), son aquellas tierras en las que la evaporación excede a la precipitación, estos biomas entran en un rango de regiones extremadamente áridas hasta aquellas que cuenta con la humedad suficiente para sustentar una variedad de formas de vida; estos biomas se encuentran localizados a una latitud entre 15 y 35 grados al norte y al sur del ecuador (Aronson, 2008). En la Figura 5 se pueden observar la

representación de las grandes áreas que comprende a los biomas en el mundo; y en color naranja y verde se pueden reconocer los desiertos que se encuentran en México[14].

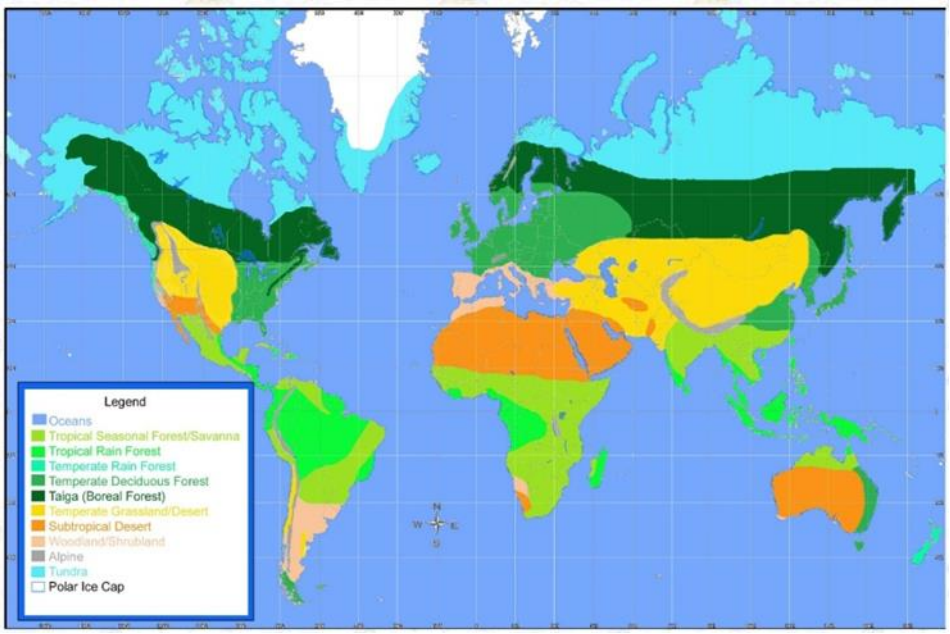


Figura 5. Biomas terrestres en el mundo
Fuente: Marietta College (s/f).

La clasificación de los desiertos según Smith y Smith (2001, p.469) se deriva del nivel de precipitación con que cuenta dicho bioma, por lo tanto entre los 150 y 400 mm de lluvia por año (mm/año) se les denomina semi-desiertos; si el promedio de lluvia se encuentra entre los 70 y 150 mm/año se les nombra desiertos verdaderos; pero si la cantidad de lluvia es inferior a los 70 mm/año se les denomina como desiertos extremos.

Se puede decir que los desiertos son el resultado de varios factores. Sin embargo, uno de los más importantes en la formación de estos biomas es el movimiento de las masas de aire, debido a que las áreas de alta presión alteran el curso de las precipitaciones; otro serían las

[14] Los desiertos que se encuentran en México se pueden clasificar como Desierto Subtropical, aquellos que se encuentran localizados al norte del país; y como Sabana, aquellos que se encuentran en la gran mayoría de la república mexicana (Marrieta-College, s/f).

cadenas montañosas, ya que estas causan la sombra de lluvia sobre su cara de sotavento (Odum y Barrett, 2006; Smith y Smith, 2001).

Todos los desiertos poseen en común una reducida precipitación, una elevada evaporación y un amplio rango diario de temperaturas. Las diferencias que estos presentan en cuanto a humedad, temperatura, así como el drenaje, topografía, alcalinidad y salinidad del suelo, crean variaciones importantes en la cubierta vegetal, en las plantas dominantes así como en las asociaciones de especies. De acuerdo a Odum y Barret, (2006) existen tres formas de vida de plantas que están adaptadas a los desiertos, las cuales son: a) las plantas anuales, aquellas que se presentan únicamente en los breves períodos de suficiente humedad, estas plantas y los pastos anuales florecen durante estos períodos; b) los tallos suculentos, que son aquellos que tienen fotosíntesis CAM[15] para mantener la humedad y almacenar agua, dentro de éstas se encuentran las cactáceas; c) los arbustos del desierto, los cuales presentan abundantes ramas que se ramifican a partir de un tronco basal corto, las cuales presentan hojas gruesas que caen durante los períodos de sequía, presentan una distribución de esparcimiento regular manteniendo grandes áreas intermedias entre ellas.

Es importante reconocer la existencia de dos tipos de desierto según la temperatura que en ellos prevalezca, así como el tipo de vegetación dominante. Existen desiertos cálidos y desiertos fríos[16]; en los primeros la vegetación está dominada por artemisia (*Artemisia)* y arbustos quenopodiáceos, como el chamizo (*Atriplex confertifolia*), grayia (*Grayia spinosa)*, gorda invernal (*Eurotia lanata*) y palo grasoso (*Sarcobatus vermiculatus*) y pueden ser considerados como estepas arbustivas; en los segundos, se pueden encontrar aquellos que carecen de vegetación o poseen una muy escasa y dispersa, hasta aquellos que presentan alguna

[15] La fotosíntesis CAM (Crassulean Acid Metabolism) es definida como un consumo neto de CO^2 que ocurre principalmente durante la noche, es decir la fijación del CO^2 ocurre cuando se abren los estomas de las plantas, sufriendo así una menor perdida de agua; las plantas que tienen este tipo de fotosíntesis cuentan con una productividad baja y pertenecen a la familia de las cactáceas, bromeliáceas, orquidáceas, liliáceas, entre otras (Dajoz, 2002, pp. 77-78).

[16] Los desiertos fríos incluyen la Gran Depresión norteamericana, los desiertos Asiáticos de Gobi, Takla Makan y Turquestán, así como las partes más altas de los desiertos cálidos (Smith y Smith, 2001).

combinación de quenopodiáceas, arbustos enanos y suculentas; en los desiertos del sudoeste de Norteamérica (Mojave, Sonora y Chihuahua) cuenta con jarillas (*Larrea divaricata*) y ambrosía (*Franseria* spp.) como vegetación dominante, en estos también se pueden encontrar regiones con humedad más favorable que pueden albergar plantas altas de *Acacia spp*., saguaro (*Cereus giganteus*), palo verde (*Cercidium spp*.) y ocotillo (*Fouquieria spp*.) (Odum y Barrett, 2006; Smith y Smith, 2001).

Es importante mencionar que al igual que las plantas, los animales del desierto se adaptan de diferentes maneras a la falta de agua. Los reptiles y algunos insectos cuentan con una pre-adaptación a esta limitante como lo pueden ser sus tegumentos relativamente impermeables y excreciones secas; por otro lado se encuentran los mamíferos, los cuales requieren de mayor cantidad de agua por su tipo de excreción. Sin embargo, algunas especies han desarrollado adaptaciones secundarias que les ha permitido su permanencia en estos ecosistemas. Entre estos mamíferos se encuentran roedores tales como la rata canguro (*Dipodomys*), el ratón de bolsillo (*Prognathus*) y el jerbo (*Dipus*), los cuales se alimentan de maderas secas y no necesitan beber agua para vivir, además su comportamiento más que su fisiología les ha permitido esta adaptación; también se puede mencionar a la rata del bosque (*Neotoma*) la cual no vive de alimentos secos y se alimenta de cactáceas las cuales almacenan grandes cantidades de agua; el camello (*Camelus*) podría ser otro ejemplo de estos animales, los cuales son capaces de tolerar altas temperaturas corporales y largos periodos sin beber agua (Odum y Barrett, 2006).

2.3.5. Ecosistema domesticado

Los ecosistemas domesticados son aquellos donde el hombre hace presencia ya sea en la manipulación de los subsidios o bien en el tipo de energía que utilizan para su funcionamiento. Entre estos ecosistemas que se pueden encontrar los agroecosistemas, los cuales funcionan con energía solar y producen alimentos o fibras sustentados por combustibles u otro tipo de energía suministrada por el hombre; así como los tecnoecosistemas o ecosistema urbano, en los cuales se puede mencionar de manera muy general que la energía solar es remplazada por energía derivada de combustibles, ya sean fósiles, orgánicos o nucleares, éstos como su principal fuente de

energía (Odum y Barrett, 2006, pp.133). A continuación, se mencionan los ecosistemas antes señalados:

a) Agroecosistemas:

Los agroecosistemas, son característicos de los ecosistemas domesticados, se consideran un intermedio entre los ecosistemas naturales, como podrían ser las praderas, chaparrales o desiertos; y los ecosistemas fabricados, como lo son las ciudades.

Este tipo de ecosistemas funcionan con energía solar, igual que los ecosistemas naturales, además, se diferencian de estos porque: las fuentes de energía auxiliar que aumentan la productividad, pero también la contaminación, son combustibles fósiles procesados junto con mano de obra humana y animal; la biodiversidad se ve considerablemente reducida por la administración humana con el fin de maximizar el rendimiento de determinadas cosechas u otros productos; las plantas y animales domésticos se encuentran bajo selección artificial en lugar de natural; y el control es externo y orientado a metas, en lugar de interno, mediante retroalimentación de subsistemas, tal y como ocurre en los ecosistemas naturales (Odum y Barrett, 2006).

Los agroecosistemas están diseñados y administrados para canalizar el máximo de la conversión de energía solar y subsidios energéticos hacia productos comestibles o comerciales. A muchas de las prácticas agrícolas tradicionales de larga duración se les está prestando cada vez más atención, debido a que son eficientes desde el punto de vista energético, ecológicamente sustentables y suministran alimentos adecuados para las personas de la localidad. Sin embargo, estas prácticas no necesariamente tienen la capacidad para generar grandes producciones de cultivos que den sustento a medianas o grandes poblaciones, o que el producto tenga la calidad y el potencial para su exportación; por lo tanto, algunos países intentan reemplazar sus agroecosistemas tradicionales por los de tipo industrial, prestando poca consideración a los aspectos negativos que de ellos se derivan (Odum y Barrett, 2006, p. 457).

b) Tecnoecosistema urbano e industrial:

Desde el enfoque de la ecología los tecnoecosistemas constituyen islas energéticas que producen una huella ecológica[17] considerable en la matriz de un paisaje ya sea natural o agrícola, es decir compiten directamente con los ecosistemas naturales; incluyen fuentes de tecnología avanzada y de poderosa energía. Regularmente este tipo de ecosistemas cultivan muy poco o ningún alimento, es decir son improductivos, además generan una gran cantidad de desechos los cuales indiscutiblemente afectan grandes áreas del paisaje natural (océanos, ríos, lagos; desiertos, dunas, sierras y planicies). Dicho lo anterior, Odum y Barrett (2006) consideran que estos entornos pueden ser considerados como naturaleza parásita, además de que generan una dependencia con la biosfera en términos de recursos para el sustento de la vida. Dentro de los tecnoecosistemas se pueden considerar principalmente a las mega-ciudades, ciudades, suburbios, desarrollos industriales y a las zonas agrícolas industrializadas.

Para mantener la calidad de los ecosistemas que rodean a los tecnoecosistemas, tomando específicamente el caso de las ciudades o mega-ciudades, es necesario que se lleve a cabo una planeación seria y consciente del impacto que éstos provocan sobre los ecosistemas naturales. Odum y Barrett (2006) mencionan que el éxito de una buena planeación no radica en solo enfocarse en los problemas sociales y económicos por los que atraviesa una ciudad, sino que los planificadores deben tener una visión integral del espacio que se analiza, donde deben plantear la administración de estos ecosistemas a largo plazo, además de basar sus estudios en los principios, conceptos y mecanismos de la ecología básica, y señalan lo siguiente:

> Para que las sociedades urbanas-industriales sobrevivan en un mundo finito es imperativo que los tecnoecosistemas formen una conexión con los ecosistemas naturales de sustento de vida de una manera más positiva o mutualista de la que tiene lugar en la actualidad. (p. 71)

[17] La huella ecológica de la ciudad de acuerdo a Rees y Wackernagel (citado en Odum y Barrett, 2006) es "…el área de ecosistemas productivos (tierra para cosechas y bosques, cuerpos de agua y áreas naturales subdesarrolladas) que se encuentran fuera de la ciudad y es necesaria para apoyar la vida en la ciudad…" (p. 74). Estos autores utilizan este término para describir el impacto y los recursos que necesita una ciudad con el fin de suministrar a sus ciudadanos recursos de forma sustentable.

Queda claro que la manera como hasta hoy se plantean y manejan los mecanismos de planeación de las ciudades no han sido los más adecuados para mantener una relación armónica y de equilibrio con su entorno natural. Por lo tanto, es de suma importancia abordar en un apartado a los Ecosistemas Urbanos o ciudades, ya que éstos presentan características muy particulares que deben ser resaltadas a pesar de su similitud con el término de Tecnoecosistemas.

c) Ecosistema urbano

Los Ecosistemas urbanos son aquellos en los que habita población en altas densidades, o donde la infraestructura construida cubre una gran proporción de la superficie de la tierra, por lo tanto los ecosistemas urbanos comprenden a las áreas suburbanas y asentamientos de baja densidad conectados por corredores o servicios directamente administrados o afectados por la energía y la materia del centro urbano y las zonas suburbanas (Pickett et al., 2003).

Los modelos de los ecosistemas urbanos se basan en la interacción de los componentes sociales, biológicos y físicos de una ciudad; esta interacción puede entenderse mejor al reconocer que los ecosistemas urbanos son dinámicos e influenciados por diversas fuerzas, además de que pueden estudiarse a través de un enfoque geográfico o espacial, o bien utilizando un enfoque histórico. El enfoque geográfico o espacial considera la configuración espacial determinada y la disposición de los componentes claves de la ciudad; por su parte el enfoque histórico reconoce que la dinámica del sistema y el contexto espacial están influenciados por eventos del pasado. Cualquiera de estos enfoques puede ser utilizado para la mejor comprensión de los ecosistemas urbanos, ya sea que se trate de una área metropolitana o áreas más reducidas, tales como pequeñas cuencas o barrios, dentro de la ciudad (Berkowitz, Nilon, y Hollweg, 2003).

Por otro lado, tal y como lo menciona Sánchez (2007, p. 291) la ciudad se puede considerar, desde un enfoque ecológico, como un ecosistema urbano, debido a que presenta un conjunto estructurado de elementos, tales como individuos, poblaciones y comunidades, con estructuras jerarquizadas las cuales muestran relaciones entre sí y operan de forma conjunta; además sufren cambios temporales; muestran tendencias de azar y caos; así como presentar manifestaciones espontáneas de organización; por otro lado, también presentan flujos de materia

y energía, así como que muestran un metabolismo cuantificable. Sin embargo, cabe resaltar que los ecosistemas urbanos se diferencian de los naturales debido a que los primeros no se autorregulan; como ciudades son consideradas como ecosistemas dependientes, abiertos, heterótrofos; que consumen energía que no se produce dentro de ellos y que regularmente es artificial (Salvador, 2004). Por lo tanto, las ciudades como sistemas ecológicos urbanos, necesitan para mantenerse organizados de otros sistemas que les proporcionen alimentos, agua, energía y materias, éstas provenientes principalmente de las zonas rurales y naturales que se encuentran adyacentes. Una vez que estas cantidades de materia y energía es metabolizada[18] parte de ella se dispersa y otra parte vuelve al ambiente, pero como residuos o contaminantes, provocando problemas de contaminación en el entorno, afectando un territorio mucho más amplio de lo que son los límites de la ciudad (Herce, 2010).

Por lo tanto, se puede concluir que para reducir el desequilibrio que estos ecosistemas generan al entorno y a los ecosistemas adyacentes, es necesario mediante una planificación holística buscar un control ecológico propio; motivar una planeación enfocada en los principios ecológicos los cuales deben incluir al hombre, y dejar de pensar que el ambiente construido es un elemento ajeno sin relación ni implicaciones al ambiente natural. Si no se fomenta este enfoque la tendencia de las ciudades se ve destinada a la autodestrucción. En cuestiones de mitigación de impactos y regeneración urbana, el éxito dependerá de cómo la ciudad se reconecta con la tierra y el agua que sustentan la vida, claro está que "…un parásito solo prosperará si su hospedero permanece en buenas condiciones." (Odum y Barrett, 2006, p. 411).

Tomando lo anterior en consideración, es importante hacer notar la participación del hombre en la evolución y desarrollo de un espacio. Se tiene que tomar en cuenta la manera como el hombre valora el ambiente natural, así como el construido; así mismo se deben considerar aquellos valores que por sí mismos tienen todos los elementos que componen un ecosistema, cualquiera que este sea.

[18] Ya sea por medio del metabolismo endosomático que es aquel donde se consume la materia y la energía; o bien por el metabolismo exosomático, que es aquel donde se utiliza la materia o la energía para la construcción de vivienda, el transporte o los servicios.

2.4. PAISAJE

Para comprender de manera más completa la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas es necesario concentrarse no solo en los niveles de organización inferiores al ecosistema, como lo son los organismos, poblaciones y comunidades; sino que también se debe prestar particular atención a los niveles superiores al ecosistema, como lo es el paisaje.

El término de paisaje presenta una variada gama de interpretaciones, que puede variar desde una perspectiva muy general, pasando por la parte artística, cultural y social, hasta llegar a definiciones muy concretas en las ramas de las ciencias, como podría ser desde la geografía, biología o la ecología (ver Figura 6). Así mismo, Makhzoumi (1999), señala que la gente ha hecho uso de esta palabra para referirse a un “…lugar en específico o como una expresión de cultura…” (p. 4).

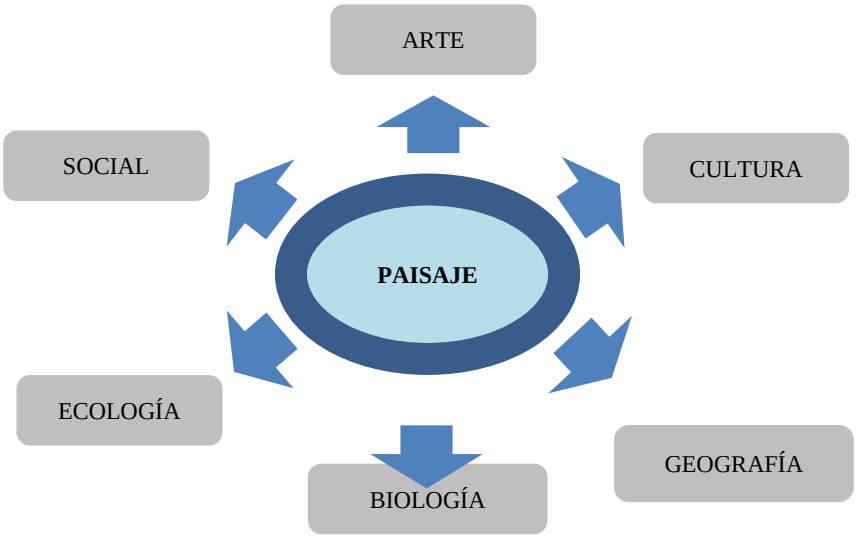


Figura 6. El paisaje desde diversas perspectivas
Fuente: Elaboración propia.

Desde el enfoque de la ecología, el término de paisaje puede ser definido tal y como lo señala Forman y Godron (1986) “…un área heterogénea compuesta de un grupo de ecosistemas que interaccionan y se repiten de manera similar en toda su extensión.” (p.11). Teniendo ésto como parámetro, Makhzoumi (1999), señala que “…el paisaje se debe considerar como un

proceso dinámico de desarrollo en la superficie visible de la tierra, resultante de la interacción entre factores abióticos, bióticos y humanos, los cuales varían de acuerdo al tiempo y al espacio.” (p. 23). Por su parte Steiner (2008) menciona que el paisaje es aquello que se encuentra relacionado con el uso de suelo; son todas aquellas características de las cuales está compuesta una parte de la superficie de la tierra que la distinguen de otra área. Por lo tanto, el paisaje es la combinación de elementos tales como campos agrícolas, sierras, bosques, desiertos, cuerpos de agua y asentamientos humanos, y que a su vez engloba y forma parte de los usos de suelo tales como la vivienda, agricultura, transporte, recreación y áreas naturales.

Dicho lo anterior, se puede entender que existe una clara diferencia en la manera como se analiza y estudia un espacio, ya sea a través de la ecología o del paisaje (ver Figura 7). Por su parte la ecología trata los procesos ambientales, los cuales no son necesariamente visibles; mientras que el paisaje es el resultado visible de estos procesos, los cuales están en constante cambio y contribuyen al carácter del *genius loci.* Por lo tanto, en este marco es fundamental considerar el tiempo y el espacio, así como lo es el enfoque holístico del tema el cual permite entender la complejidad del paisaje y su totalidad (Makhzoumi, 1999, pp. 6-7).

Es muy común que cuando se estudia o analiza el paisaje se genere una convergencia entre las diferentes disciplinas implicadas en el mismo, así como aspectos y factores que parecieran no tener ninguna relación entre sí, tal es el caso de los aspectos naturales, lo urbanizado y la sociedad, así como las cuestiones científico-ecológicas y la parte sociocultural.

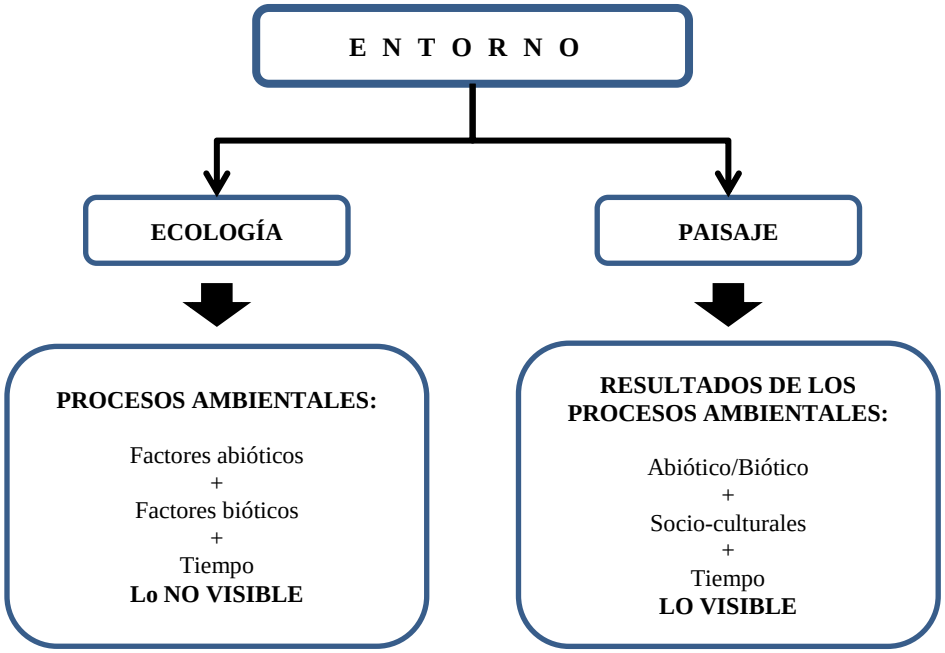


Figura 7. Enfoques para el estudio o análisis de un espacio o entorno.
Fuente: Elaboración propia basada en Makhzoumi (1999); Odum y Barrett (2006) y, Steiner (2008).

Steiner (2008, p. 4) señala que el paisaje es mucho más que la imagen pictórica del espacio, es la suma de las partes que pueden ser vistas, son las capas e intersecciones del tiempo y la cultura que contiene un lugar. De tal forma que Makhzoumi (1999, p. 5) menciona que estos factores hacen del paisaje un concepto el cual implica una forma de ver la tierra, y al mismo tiempo observar cómo se llevan a cabo los procesos económicos y sociales en un espacio determinado a través de la historia.

2.4.1. Elementos del paisaje

El paisaje se encuentra constituido por un mosaico de paisaje. Este término, de acuerdo a Odum y Barrett (2006), es considerado como "…un área heterogénea compuesta de diversas comunidades distintas o de un grupo de ecosistemas de distintos tipos." (p. 377). Un mosaico de paisaje está a su vez formado por tres elementos principales, los cuales son: matrices, parches y corredores; estos elementos están principalmente determinados, según lo señala Ruzicka et al. (citado en Forman y Gordon, 1986), por la influencia del hombre, caso contrario a lo que se

considera como componentes del paisaje los cuales son las unidades que definen al paisaje por el ambiente natural (factores abióticos y bióticos). A esto, Forman y Godron (1986) mencionan que el estudio de los paisajes puede ser no tan sencillo al tratar de identificar estos elementos del paisaje, ya que, por un lado se pueden encontrar con una extensa matriz homogénea la cual contenga distintos parches análogos dispersos por toda la matriz y por el otro lado todo un paisaje puede estar compuesto por pequeños parches que pueden ser tan parecidos entre sí como lo son las piezas de un rompecabezas.

Es importante señalar cuáles son y cómo se definen los elementos que integran el mosaico de paisaje, ya que de esta manera se podrá llegar a la mejor comprensión y análisis de lo que es un paisaje visto desde el enfoque de la ecología y el medio natural. El Mosaico de Paisaje, se encuentra conformado por: 1) matriz, 2) corredor y 3) parche (Barnes, s/f) (ver Figura 8).

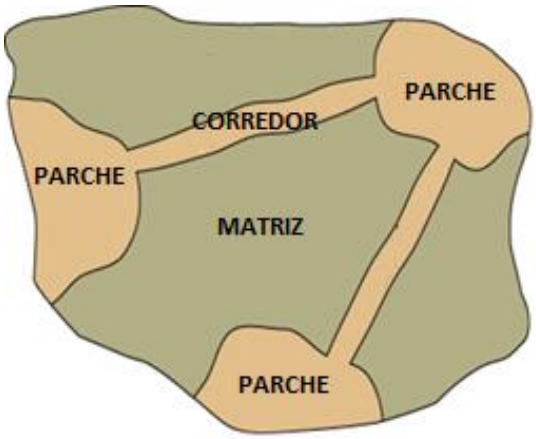


Figura 8. Elementos que comprenden el mosaico de paisaje
Fuente: Barnes (s/f)

Primeramente, se tiene a la matriz de paisaje, que es un área amplia, de mayor extensión en comparación con los demás elementos, la cual se encuentra constituida con tipos de vegetación o ecosistemas similares en la cual se encuentran incluidos los parches y los corredores de paisaje. Se considera como el elemento que juega un rol dominante en la función del paisaje, además de ejercer una influencia dominante en las dinámicas del paisaje considerado

como un todo, un ejemplo de esto podría ser un bosque, una pradera o bien una zona agrícola. Segundo, el parche de paisaje, es un área relativamente homogénea que difiere de la matriz circundante, un ejemplo de este elemento, podría ser un terreno boscoso embebido en una matriz de tierra agrícola, este parche podría denominarse como de alta o baja calidad, lo cual dependerá de su cubierta vegetal, la calidad de las plantas y su composición por especies. Tercero, un corredor de paisaje, es una franja del entorno que difiere de la matriz que lo rodea por ambos lados que con frecuencia conecta dos o más parches de paisaje con un hábitat similar, además al tener estos corredores que se interceptan y que generan una continuidad se presenta el fenómeno de conectividad la cual permite y facilita la migración y el intercambio entre especies, un claro ejemplo de esto es la vegetación que se presenta en los ríos; es importante resaltar que la vegetación suele ser similar a la de los parches que se conectan y suele diferir de la que contiene la matriz circundante en la cual se encuentran incluidos. La función del corredor depende de su estructura, tamaño, forma, tipo y relación geográfica con los alrededores; además pueden clasificarse en cinco tipos basándose en su origen, los cuales son: corredor de perturbación, corredores plantados, corredores regeneradores, corredores de recursos naturales y corredores de remanentes (Forman y Godron, 1986; Odum y Barrett, 2006).

Bennett (2004) señala que "…dependiendo la composición y la forma espacial de un mosaico de paisaje es la manera como se ven afectados los sistemas ecológicos de dicho mosaico de paisaje, de tal manera que dependiendo su composición o arreglo será el impacto." (p. 56). Es por esto que Ndubisi (2002) menciona que "…la forma espacial del paisaje[19] está directamente relaciona con la manera en cómo funciona dicho paisaje." (p. 30).

2.4.2. Funciones del Paisaje

Para poder entender al paisaje, una vez que se conocen sus elementos, es necesario entender sus funciones. Por lo tanto, primeramente se debe conocer el funcionamiento interno del paisaje en términos de estructura, procesos y ubicación.

[19] La forma espacial del paisaje es la manera como se disponen las características biofísicas y culturales del paisaje

Ante lo anterior Ndubisi (2002, p. 29) señala que la *estructura* se refiere a la composición de los elementos no vivos y biológicos en los ambientes naturales y en los modificados por el hombre; además menciona que la estructura tiene que ver con la distribución espacial de los elementos y procesos en el funcionamiento del paisaje. Por su parte, el *proceso* implica el movimiento o el flujo de energía, materiales y organismos en el paisaje. Por último, la *ubicación* se refiere a la distribución de los elementos y procesos en el paisaje.

Por su parte, Selman (2012) señala que es de suma importancia que los servicios que proporciona el paisaje sean vistos desde un enfoque integral, es decir, como aquellos que constan de las reservas y flujos del capital natural y cultural que sustentan la vida y el lugar donde se habita (montañas, bosques, ciudades, procesos y funciones de los ecosistemas), la función del paisaje es por lo tanto la capacidad intrínseca del territorio la cual permite que se generen los servicios del ecosistema. Sin embargo, cuando la sociedad no valora o simplemente no reconoce los bienes y servicios del ecosistema es cuando la sobre explotación y la interrupción de las funciones esenciales del paisaje tienden a ocurrir.

Por su parte son dos los enfoques que, de acuerdo a Ndubisi (2002), enfatizan las funciones del paisaje. El primer enfoque es el que se le conoce como el enfoque del ecosistema aplicado, el cual examina las funciones del paisaje en la escala espacial del ecosistema. El segundo, es el enfoque de la ecología del paisaje aplicada, el cual se enfoca en las funciones del paisaje a una escala que comprende a un grupo de ecosistemas que interactúan entre sí, los cuales están conectados por flujos de energía y ciclos de nutrientes.

Es importante señalar que la ecología del paisaje fortalece la base teórica de la ecología al permitir que tanto planificadores y ecologistas comprendan y analicen al suelo en términos de la relación que existe entre lo visual, cronológico y ecosistémico[20] . Algunos esfuerzos, por parte

[20] El enfoque ecosistémico es una estrategia para la ordenación integrada de la tierra, el agua y los recursos vivos que promueve la conservación y el uso sostenible de manera equitativa. Se basa en la aplicación de métodos científicos adecuados centrados en los niveles de organización biológica que abarca los procesos, las funciones y las interacciones esenciales entre los organismos y su ambiente, y que reconoce a los humanos, con su diversidad cultural, como un componente integrante de los ecosistemas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, s/f).

de ecologistas, planificadores y arquitectos del paisaje, se han realizado para el manejo y planificación del paisaje aplicando la ecología del paisaje. Sin embargo y de acuerdo a lo que señala Ndubisi (2002) no será hasta que los planificadores y los ecologistas empiecen por comprender el paisaje desde una misma perspectiva, cuando la información ecológica podrá ser mejor interpretada y de esta manera se tendrán paisajes ecológicos y paisajes que expresen sentido, identidad y pertenencia.

2.5. ECOLOGÍA DEL PAISAJE

La ecología del paisaje parece haberse originado a finales de los años treinta cuando el geógrafo alemán Troll (citado en Odum y Barrett, 2006; Ndubisi, 2002) fascinado con el concepto de ecosistema definido por Tansley en 1935 y por la visión holística del paisaje (que iba mucho más allá de las meras imágenes fotográficas que en esos años era lo únicamente utilizado), observó que todos los métodos de ciencias naturales estaban contenidos en el área de ciencia del paisaje. Sin embargo, no fue hasta los años sesenta cuando este campo fue reconocido en Europa; a lo que Troll (citado en Odum y Barrett, 2006) la define como: “…el estudio de toda la compleja red de causas y efectos entre las comunidades vivas y las condiciones ambientales que prevalecen en determinada sección del paisaje." (p. 375).

A finales de los años ochenta y con la publicación del libro de Ecología del Paisaje de Forman y Godron (citado en Ndubisi, 2002, p. 31) el número de especialistas que se fusionaron para el análisis y comprensión de la ecología del paisaje aumentó, teniendo como resultado la riqueza multidisciplinar al fusionar ecologistas, geógrafos, arquitectos del paisaje, planificadores e historiadores, entre otros; además la riqueza adquirida por los diversos enfoques a través de los cuales se ha abordado dependiendo la región de estudio (ver Figura 9). Turner, Gardner y O’Neill (citados en Ndubisi, 2002, p. 166) señalan que la expansión que se ha suscitado en los estudios de la ecología del paisaje se debe a la necesidad de entender y evaluar los impactos de los cambios abruptos en el ambiente, además de la necesidad de desarrollar nuevos conceptos sobre escalas espaciales y temporales, así como de avances tecnológicos.

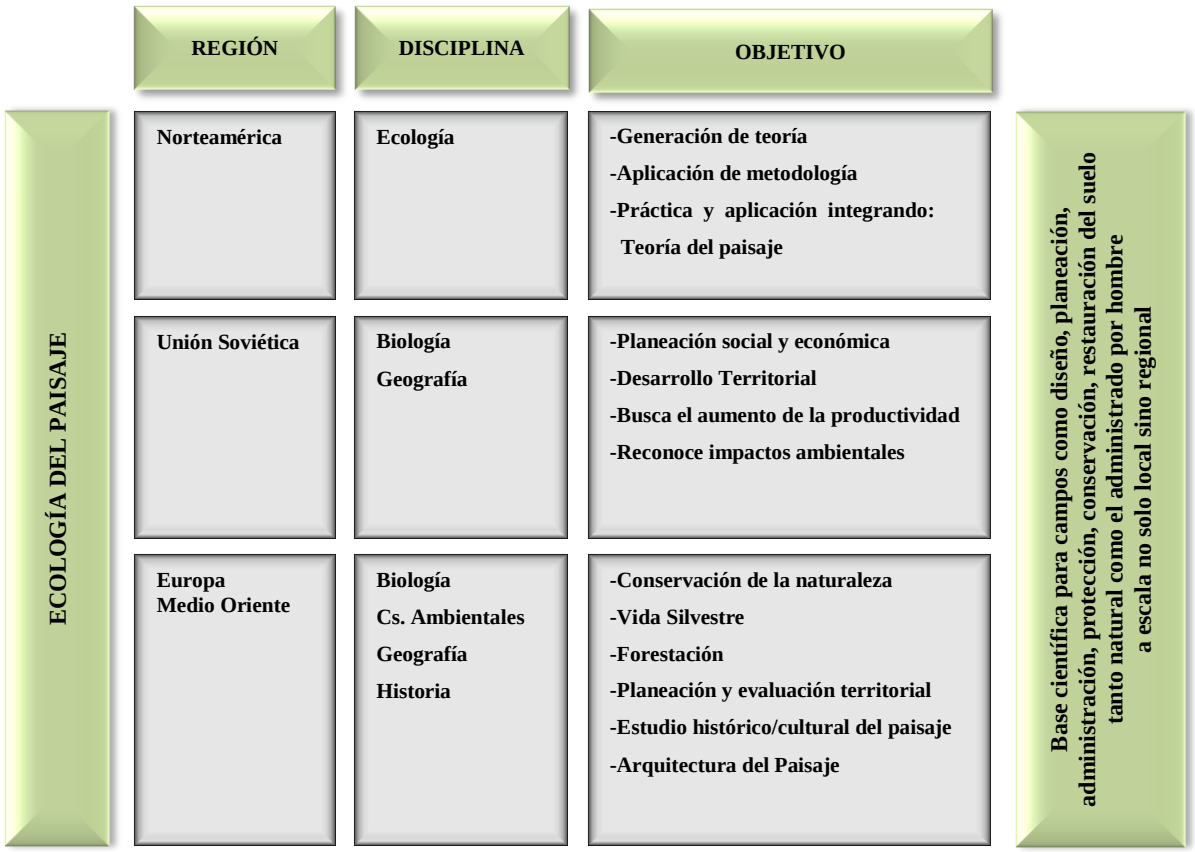


Figura 9. Multidisciplinariedad de la Ecología del Paisaje
Fuente: Elaboración propia basada en Forman y Godron (citado en Ndubisi, 2002).

La ecología del paisaje trata de entender la estructura, función y cambio del paisaje a un nivel de organización del paisaje, a lo que, esta fusión proporciona un marco conceptual en el cual los planificadores y diseñadores pueden explorar cómo la estructura de la tierra y los procesos ecológicos evolucionan (Ndubisi, 2002), además considera al hombre como parte integrante del ecosistema, es decir, como elemento biótico que destruye, modifica, transforma y construye nuevos ecosistemas (Vargas, 2008, p. 14) . Por lo tanto, si el paisaje es la interface entre los procesos humanos y naturales, entonces la ecología del paisaje se enfoca en el medio por el cual ocurre el diálogo entre ambos procesos (Ndubisi, 2002).

Hoy día la ecología del paisaje puede ser considerada como un campo de estudios integrales, que conjunta la teoría ecológica con las aplicaciones prácticas, toma en cuenta el intercambio de materiales bióticos y abióticos entre los ecosistemas e investiga las acciones humanas como respuesta a influencias recíprocas en los procesos ecológicos (Odum y Barrett, 2006). Aunado a lo anterior, se puede decir que es capaz de explicar, predecir y planificar los cambios desde un enfoque mucho más amplio, enfocándose en los patrones y procesos dentro de los paisajes y no solo en espacio, territorio o región protegida (Selman, 2000).

Por su parte Forman y Godron (1986, p. 31) señala que la ecología del paisaje se enfoca, primeramente en la estructura del paisaje, la cual se refiere a los patrones espaciales de los elementos del paisaje y los objetos ecológicos, tales como los animales, biomas y minerales; segundo, en la función del paisaje, lo cual se refiere al flujo de los objetos entre los elementos del paisaje; y por último, en el cambio, que son todas las alteraciones que se presentan en el mosaico del paisaje a través del tiempo. Además de estos tres principios generales, y gracias a la multidisciplinariedad, se anexan cinco principios más a la ecología del paisaje los cuales involucran la biodiversidad, el flujo de especies, la redistribución de nutrientes, el flujo de energía, y la estabilidad en el paisaje (ver Figura 10).

Figura 10. Principios en los que se basa la Ecología del Paisaje
Fuente: Elaboración propia basada en Forman y Godron (1986).

Por otra parte la ecología del paisaje es reconocida como una rama de la ecología moderna que trata las interrelaciones entre el hombre y los paisajes naturales así como con aquellos construidos o modificados por él. De esta manera se considera que los principios de la ecología moderna combinados con las bases geográficas, desarrollados desde los años sesenta, han proporcionado una sinergia para la actividad actual en la ecología del paisaje; además se ha establecido la importancia del entendimiento ecológico de los ecosistemas, así como de la heterogeneidad de los paisajes (Forman y Godron, 1986).

Un punto importante que hay que resaltar, es que, la ecología del paisaje, en su afán de entender el cambio espacial el cual implica la interacción de los ecosistemas, proporciona un patrón para intercambiar ideas sobre las formas en cómo se pueden crear paisajes sustentables (Ndubisi, 2002, p. 183).

Resumiendo, es importante resaltar la importancia que tiene el paisaje desde el enfoque de la ecología para las cuestiones del planeamiento de una ciudad; el paisaje aporta los elementos para el estudio del entorno de una manera integral, incluyendo no solo los factores abióticos y bióticos sino también los factores humanos, es decir, factores socio culturales. A este enfoque se le ha integrado lo que algunos llaman la nueva ciencia, que es la ecología del paisaje donde se manejan elementos tan básicos del entorno como lo es la estructura, función y cambios en el paisaje, es decir, se basa en la teoría ecológica considerando en todo momento la importancia que tiene la aplicación práctica de esta teoría, además presta atención a los intercambios (flujos de materia y energía) que se generan entre ecosistemas, y la parte con mayor relevancia de esta ciencia es la intervención de las acciones humanas como respuesta a los procesos ecológicos.

Otro punto que hay que resaltar es que la ecología del paisaje puede atender las necesidades de un problema o proyecto en cuestión desde diversas escalas, ya sea a una escala local, como podría ser un sector o la colonia de una ciudad, o bien a una escala mayor, como podría ser toda la ciudad o bien una región. Resulta interesante analizar cómo se puede aplicar la ecología del paisaje en la planeación de las AV de una ciudad. Analizar si puede ser utilizada como una herramienta teórica que pueda ser aplicada para resaltar la importancia ecológica de

estos espacios (en estructura, función y como un sistema), destacar los beneficios ambientales que proporcionan no solo a las zonas próximas a estos espacios sino con alcances de mayor escala (microclimas, absorción de partículas contaminantes, entre otras); y por último, tener al hombre como el elemento primordial que genera cambios tanto en el entorno natural como en el construido, siendo este elemento uno de los principios rectores de la ecología del paisaje. Selman (2000, p. 163) señala que el principal interés de la ecología del paisaje es la dinámica de las poblaciones, cuando una población se convierte en un elemento aislado, la diversidad genética de dicha población empieza a declinar, lo que provoca que las poblaciones locales pierdan resiliencia y que su adaptabilidad al ambiente cambie, generando con esto la aceleración de la extinción local de las especies de dicha población.

2.6. PLANEACIÓN, MEDIO AMBIENTE Y SUSTENTABILIDAD

La planeación o planificación es un término que se refiere a la anticipación y provisión, con respecto a un tema, para el futuro. Por su parte, Selman (2000) señala que la planeación, vista desde un enfoque urbano, es aquella que se utiliza para comprometer las decisiones o acciones por hacer, tomadas por las organizaciones del sector público, para regular el uso del suelo y del agua por parte de la sociedad, siendo esto regularmente a través de las normas de planeación de una localidad o un país, donde siempre debe ser considerada la escala en la que se está trabajando. Sin embargo, las sociedades humanas han generado, a través de la historia, una tendencia a degradar y comprometer la vida útil, no solo de los recursos naturales, sino también la calidad de vida.

Como ya se ha mencionado en apartados anteriores, el ambiente y los recursos naturales de los cuales está compuesto no pueden ser considerados como finitos, aunado a esto es prudente señalar que dichos recursos así como la calidad de vida del ser humano se encuentran en un latente riesgo debido a los procesos de urbanización si es que no se trabaja con una planeación del territorio que esté enfocada en la protección, cuidado y conservación de los mismos. Dicho lo anterior, se puede mencionar que la sociedad tiene el compromiso de poner mayor énfasis en lograr un equilibrio entre la urbanización y las cuestiones ecológico-ambientales de las que

forma parte una ciudad, lo cual permitirá el acercamiento hacia un desarrollo sustentable; donde los recursos sean utilizados de manera que se permita la recuperación y regeneración de los mismos. Tomando lo anterior en consideración, Selman (2000, p. 1) hace hincapié de la utilización de una planificación ambiental, donde ésta pueda ser el medio que permita dar los pasos hacia una transición sustentable, la cual se refiere a lograr un estado en el que la sociedad esté en equilibrio con la capacidad de carga del planeta.

La planeación urbana requiere prestar atención y resaltar la importancia del manejo de la parte natural en un territorio urbanizado o en proceso de urbanización, es decir se debe planear con un enfoque ambiental y ecológico. La planeación ambiental y ecológica se ha convertido en un tema poco tratado o mal manejado en la actualidad a pesar de que ha sido utilizado desde finales del siglo XIX. A continuación, se muestra un recorrido por la historia de lo que fueron los inicios de los trabajos que dieron inicio de lo que se conoce como planeación con enfoque ambiental o ecológico.

Durante el siglo XIX pensadores tales como Emerson, Thoreau, Muir, Olmsted, Marsh y Leopold (citados en Ndubisi, 2002) pusieron de manifiesto, la relación que existe entre el hombre y la naturaleza, resaltando los efectos negativos que se generaban en el paisaje por los usos y abusos del hombre. En 1864, Marsh (citado en Laurie, 1983) realiza una investigación sobre el equilibrio de la naturaleza y la interrelación de las comunidades de animales y plantas, donde menciona que la devastación cometida por el hombre alteran las relaciones y destruyen el equilibrio establecido por la naturaleza, de tal manera que este autor tenía la certeza de que era posible recuperar el equilibrio con el ambiente si el hombre empleaba la inteligencia en el aprovechamiento de los recursos naturales.

Como ejemplos de una planeación enfocada al entorno natural de finales del año 1800, se pueden mencionar las aportaciones de Olmsted y Vaux con la obra de Central Park en Nueva York en 1866 y el plan de desarrollo del paisaje para Yosemite Valley en California (Ndubisi, 2002; Salvador, 2004); así mismo a principios del siglo XX, Olmsted presentó los Parkways en Boston. En la misma década, pero en Europa, durante el I y el II Congreso Internacional de

Higiene y Problemas de Urbanismo de Paris en 1900 y 1907 respectivamente, se concluyó que todas las ciudades deberían de contar con una superficie destinada a áreas verdes, como lo podrían ser parques y jardines, así como una zona de reserva forestal en sus alrededores[21] (Salvador, 2004).

Después en 1932, se elaboró la Carta de Atenas donde se establecieron los principios del funcionalismo y de un "estilo internacional"[22] en la arquitectura y la planeación urbana; dos de estos principios fueron los que mediante la zonificación del uso del suelo, condujeron la planeación de las ciudades, pero al llevarse a la práctica estos principios provocaron la reducción de las zonas o áreas con espacios verdes, efecto negativo al enfoque ambiental que se había estado trabajando décadas anteriores. Tras darse cuenta que estos principios generaban la separación de funciones y de espacios en las ciudades, se generó un interés masivo por la naturaleza lo cual dio lugar a que se generara el Plan de Desarrollo de Ámsterdam en 1935 y el Natural Conservacy Council de Reino Unido en 1949 (Ndubisi, 2002; Salvador, 2004).

Las tendencias de la planeación con visión ecológica surgen en los años setenta con los movimientos hippies y el ecologismo (López, 2013), siendo los precursores de la planificación ecológica y de la ecología del paisaje los holandeses Le Roy, Van Leeuwen y Ruff, y el inglés Nicholson (Ndubisi, 2002). Poco más de veinte años después, en 1972 se celebró la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, la cual resaltaba los derechos de las personas a contar con un medio ambiente sano y productivo; así mismo el Club de Roma genera un documento denominado *Los límites del Crecimiento*, donde se alertaba de los devastadores impactos sobre el medio ambiente físico (Ndubisi, 2002, p. 5; Meadows, Meadows, Randers y Behrens, 1972). Después, en 1986 se produce una recomendación del Consejo de Europa para los estados miembros sobre los espacios abiertos urbanos, el cual pone de manifiesto la falta de interés y el abandono en la regulación del tratamiento de los espacios verdes en una ciudad; en la Declaración de Río, en el año de 1987 , se pone de manifiesto la imperiosa necesidad de abordar

[21] El espacio destinado tendría que comprender una extensión no menor a 10 km (Salvador, 2004).
[22] Comillas del autor (Salvador, 2004).

cuestiones ambientales que enfrentan las sociedades humanas y además se enfatizaba la necesidad de sustentar los sistemas que permiten la vida en el planeta (Organización de las Naciones Unidas, 1992). En 1990 la Comisión de las Comunidades Europeas publica el *Libro verde sobre el medio ambiente urbano* (Ndubisi, 2002, p. 5).

Como se observa, a través de la historia son muchos los estudios y trabajos que se han realizado en cuestiones del manejo, cuidado, protección, conservación y valoración del espacio urbano y su ambiente circundante, es decir tanto en zonas urbanas y periurbanas como en aquellas que incluyen a la región de la cual depende dicha urbe. Sin embargo, y a pesar de lo mucho que se ha tratado este tema, no deja de sorprender la actitud de desconocimiento, desinterés o simplemente apatía por parte de los planificadores urbanos sobre la grave problemática que se ha presentado debido a los característicos desequilibrios ambientales tales como la contaminación de aire, suelo y agua, así como la degradación de los mismo, también se puede mencionar la disminución y en algunos caso la pérdida de biodiversidad; y todo esto en conjunto conlleva, entre otras cosas, a la inminente degradación del paisaje. De acuerdo al biólogo Vogt (citado en Ndubisi, 2002, p.20) la principal razón de la destrucción del ambiente es debido a que los seres humanos no se visualizan como parte del ambiente; por lo tanto se considera que es necesario que las personas comprendan la relación que existe entre los componentes de la biosfera y los impactos que cada uno de estos componentes generan sobre los demás, no se debe olvidar que el hombre forma parte de esos componentes y que es éste el que mayores impactos genera.

2.6.1. Planificación con enfoque ambiental

Cuando se plantean cuestiones de planeación urbana, es muy común que se hable no solo de la ciudad, sino también del paisaje y a su vez éste se asocie con enfoques ambientales, ecológicos y antropológicos. Por esta razón, es de suma importancia destacar tres enfoques de planeación que consideran estos temas, los son: planeación verde, planeación ambiental, planeación ecológica, la cual a su vez se complementa con la planeación ecológica del paisaje.

2.6.2. Planeación Verde

Uno de los términos utilizados para la planeación de las ciudades con una visión sustentable ha sido la planeación verde. Salvador (2004, p. 19) considera que este término se ha empleado generalmente como un slogan o como una simplificación de las cuestiones ambientales; complementa el autor diciendo que este término trata de plantear un nuevo urbanismo desde un enfoque diferente para el siglo XXI, es decir, trata de una planificación urbana vinculada a los valores y recursos naturales, ecológicos, ambientales y paisajísticos de la ciudad. Además, menciona que se le considera como un instrumento de planeación especializado, el cual se rige por equipos de expertos pluridisciplinares con una vocación integral, aquellos que consideran toda la ciudad con todos los espacios ya sean urbanizados o no; y con una vocación integradora, donde se visualiza a la ciudad como un sistema conectado y comunicado consigo mismo. Este tipo de planeación plantea un modelo de ordenación complementaria que, además de urbanizar, pretende que se reconozca lo que la ciudad necesita.

La planeación verde, se caracteriza por manejar un estudio directo y local, es decir, se busca conocer y dar a conocer los problemas que tiene la ciudad, dónde se sitúan, cuándo se producen y en qué magnitud y circunstancias se presentan. Varios autores (Fadigas, 2009; Rivas, 2005; Salvador, 2004; Wiesenfeld, 2001) señalan que únicamente se podrá ofrecer una corrección si se toma en cuenta el medio físico sin dejar de lado la calidad de vida de los ciudadanos, que son los que realmente viven el espacio, con una visión completa y compleja, de los problemas que tiene la ciudad.

La planeación verde tiene un interés por los espacios verdes de la ciudad, como elementos estructurales y no como un elemento que se debe buscar fuera de la misma. También, se interesa por los espacios exteriores de la ciudad, es decir, los suelos que se encuentran en la franja periurbana, teniendo como punto importante el conocer y aprovechar su riqueza, los cuales en muchas ocasiones constituyen la mayor parte de la superficie de una ciudad (Fadigas, 2009; Rivas, 2005; Salvador, 2004). Otro aspecto que contempla es la naturaleza silvestre, es decir, ser consciente de la presencia de flora y fauna escasamente o poco alterada por el hombre la cual

debe ser un factor de interés y de calidad en cuestiones de planeación; como se había mencionado anteriormente se requiere de un sistema de AV que forme parte de los procesos naturales en las zonas urbanas, esto a su vez contempla la creación de hábitats naturales en armonía con los habitantes de dicha ciudad. Por otra parte, también plantea las dificultades que se generan con la densificación de las ciudades, tales como problemas de movilización, contaminación del suelo, aire y agua, aumento de ruidos y residuos, aumento de enfermedades respiratorias, gastrointestinales, circulatorias, mentales, así como el aumento de la inseguridad y la pérdida de identidad (Salvador, 2004; Wiesenfeld, 2001; Marsh, 2005).

A pesar de que la planeación verde busca un equilibrio y la resolución de problemas sociales, ambientales y ecológicos en las zonas urbanas y periurbanas, ésta carece de la visión ecológica de la ciudad desde un enfoque ecosistémico, es decir, se ven únicamente los problemas que tiene la ciudad como tal y la manera en cómo resolverlos, pero no se plantean los panoramas regionales de flujos de energía y materia, como ya se ha mencionado, las ciudades vistas como ecosistemas dependen de otros ecosistemas regularmente naturales para su sobrevivencia, y es de extrema importancia que cuando se analice la problemática de las ciudades no solo se haga un análisis interno, teniendo como máxima escala a la zona periurbana, sino que se planteé la planeación a una escala mucho mayor, es decir, que se considere una escala regional, tanto para la identificación de los problemas como para la resolución de los mismos.

2.6.3. Planeación Ambiental

De forma muy general Lyle (citado en Makhzoumi,1999), se ha enfocado en la ecología para enriquecer la visión de la planeación ambiental, donde considera importante reconocer la planeación de un territorio como el diseño y la planeación de un ecosistema, y no como tradicionalmente se hace, que es bajo la lupa de un determinado y delimitado espacio. La planeación desde el enfoque de Selman (2002) menciona que ésta debe ser analizada desde dos perspectivas: la primera como un proceso formal de manejo de suelo, que guíe y controle el ambiente construido, y que además modifique la dinámica de los ecosistemas estructurando operaciones y algunos cambios en los usos; y segundo, como una actividad genérica, la cual

incluye provisiones para el futuro y, la distribución táctica y estratégica de los recursos físicos y humanos. Por lo tanto, engloba la planeación regulada de una localidad, y el amplio proceso del compromiso por parte del sector público en lo que refiere a los cambios ambientales.

Algunos autores manejan desde diversas perspectivas el término de Planeación Ambiental a lo que Soesilo y Pijawka (citado en Selman, 2002) señalan que este tipo de planeación puede ser considerada como la iniciación y operación de las actividades para gestionar la adquisición, transformación, distribución y disposición de recursos, de tal forma que sea capaz de sostener las actividades humanas con la menor distribución de procesos ecológicos, físicos y sociales.

La planeación ambiental es una actividad diversa, la cual comprende múltiples enfoques, y que además está basada en una gama de opciones para acciones directas e influencias indirectas. Su teoría y práctica puede relacionarse con cuatro temas; el primero, representa la continuidad de la coacción sobre las modificaciones ambientales; el segundo, refleja la inclusión de la opinión pública de manera democrática; el tercero, señala la producción de conocimiento técnico, permitiendo que los problemas ambientales sean conceptualizados y que además se propongan soluciones viables. Finalmente, existe una preocupación por realizar una gobernanza ambiental menos sectorial y mucho más integrada (Selman, 2002; Marsh, 2005).

Dentro de la planeación ambiental se podrían considerar varios subtemas tales como la importancia de la biodiversidad, ya que ésta forma la base de la vida, de la cual los seres humanos forman parte integral, y que además genera ecosistemas sanos que pueden dotar de bienes y servicios que sustenten la vida tanto, física como psicológica y espiritual.

2.6.4. Planeación Ecológica

Una vez, que se logra entender la interacción que existe entre el hombre y el ambiente, es que aparece el interés por la planeación ecológica. Sin embargo, no es hasta mediados del siglo XX que este tipo de planeación logra su auge. De acuerdo a Steiner, la planeación ecológica puede ser definida como un procedimiento para el estudio de los sistemas biofísicos y socio-culturales de un lugar el cual revelará la ubicación que presente mejor aptitud para usos de suelo

específicos; proporcionará opciones para los que crean políticas y toman decisiones sobre las interrelaciones que se generan entre el ser humano y el ambiente; así como las decisiones que se toman sobre el uso del paisaje (Makhzoumi, 1999; Steiner, Young, y Zube, 2014; Steiner, 2008).

La planeación ecológica es una forma de dirigir o administrar los cambios en el paisaje de tal forma que las acciones del hombre se encuentren en sintonía con los procesos naturales (Ndubisi, 1997, 2002). Por lo tanto se debe generar una conciencia, tal como lo mencionaba Marsh (2005, p. 5), de que "…los esfuerzos del hombre por transformar el ambiente o el paisaje natural deben ir siempre acompañados de un sentido de responsabilidad social…"

A través del tiempo y conforme la planeación ecológica ha ido evolucionando, se ha tratado de poner énfasis principalmente en cinco temas, los cuales son: 1) preocupación por la degradación progresiva del paisaje debido a acciones humanas y que se debe planificar con la naturaleza; 2) consolidación de la idea de planificar con la naturaleza en proyectos de gran escala y la adopción de ideas ecológicas a partir de la biología; 3) vinculación explícita entre ecología y planificación, y el continuo perfeccionamiento de normas metodológicas para la integración de ideas ecológicas en la planificación; 4) consenso, especialmente entre arquitectos paisajistas y planificadores, de que la planeación puede y debe basarse en la ecología y en la articulación de un conjunto coherente de técnicas e información requerida para la integración de principios ecológicos en la planeación; y 5) una diversidad de enfoques para la planificación ecológica, así como en el alcance de las áreas de aplicación (Ndubisi, 2002, p. 33).

Según señala Ndubisi (1997) la planeación ecológica debe ser considerada como un proceso para realizar hipótesis espacialmente explícitas o predicciones de cómo cambiarán las funciones del paisaje en respuesta a las influencias naturales o inducidas por el hombre. Lo anterior permite suponer que la planeación ecológica se encuentra estrechamente relacionada con la ecología del paisaje, ya que ambas consideran en su estudio y análisis, entre otras, la estructura espacial, función y, cambio del paisaje así como las influencias del hombre sobre él mismo. Debido a lo antes dicho, la Planeación Ecológica permite hacer una subdivisión, denominándola Planeación Ecológica del Paisaje; a lo que Ndubisi (2002) resalta diciendo que el enfoque de

ambas se encuentra en la ecología de los paisajes naturales y los dominados por el hombre especialmente en sus patrones espaciales y temporales, así como en sus procesos.

Por lo tanto, de acuerdo a Ndubisi (1997) la planeación ecológica del paisaje puede ser considerada como un proceso de gestión la cual mantiene el uso racional, responsable y sustentable del paisaje; esta planeación se basa en el conocimiento recíproco de la relación que existe entre las personas y el suelo. Este tipo de planeación puede ser aplicado a ecosistemas urbanos, suburbanos, rurales o naturales. Un punto importante que se debe resaltar es que este tipo de planeación es reconocida por varias instancias de gestión, desde el ámbito federal hasta los gobiernos locales; es decir, puede manejarse en diversas escalas.

La planeación ecológica del paisaje es una forma de dirigir o gestionar el cambio en el paisaje para que de esta manera se logre la sintonía de las acciones humanas con los procesos naturales; por otro lado se encuentra asociada con la planeación que se basa en la ecología del paisaje; también, pone énfasis en el rol que juega la ecología en la comprensión del paisaje, además de informar teoría y práctica de la planeación del paisaje (Ndubisi, 1997). De acuerdo a Makhzoumi (1999) la planeación ecológica del paisaje es aquella que se enfoca en conectar la información física de todo el ecosistema con la información cultural, de tal manera que se propongan oportunidades y obligaciones para la toma de decisiones sobre el futuro del paisaje.

En suma, al considerar dentro de los procesos de planeación aquellos que se enfocan en el cuidado, mejoramiento, protección y conservación del ambiente, y al haber analizado los mencionados puntos, así como al considerar como primicia a las AVU, se puede concluir que la Planeación Ecológica del Paisaje es aquella que llena y cumple con la mayoría de las expectativas de este estudio; ya que a diferencia de la planeación ecológica ésta no tiene un enfoque meramente ecológico o en función vertical con los elementos de la Ecología, sino que maneja un estudio integral con un enfoque de estudio horizontal donde no solo se ve la ecología sino la relación que existe con los procesos del hombre y sus influencias sobre el paisaje, es decir, este proceso de planeación tiene un panorama más amplio y con un enfoque multidisciplinario, es decir, se puede manejar desde diversas escala dependiendo sea el espacio

que se pretende estudiar. Cabe señalar y resaltar que la planeación ambiental así como la planeación verde, cuentan con elementos que no pueden ser ignorados ni omitidos debido a su importancia, y que ésta investigación aprovechará como elementos auxiliares para el estudio de las áreas verdes. Entre los elementos que se pretenden considerar y que son analizados en la planeación ambiental, están la conceptualización de los problemas ambientales; la visualización del territorio como un ecosistema (en este caso como ecosistema urbano); y visualizar a la ciudad-región. Por otra parte, de la planeación verde, se pretende considerar la visión de una ciudad integradora, a partir de los espacios verdes y su relación con la densidad de habitantes.

En la Tabla 2 se muestran los diferentes enfoques en la planeación urbana con enfoque ambiental, donde se destacan: definición, enfoque y principales objetivos que se abordan desde determinada planeación.

Tabla 2. Diferencias en la planeación urbana con enfoque ambiental

	PLANEACIÓN VERDE (Fadigas, 2009; Rivas, 2005; Salvador, 2004; Wiesenfeld, 2001)	**PLANEACIÓN AMBIENTAL** (Makhzoumi, 1999; Marsh, 2005; Selman, 2002)	**PLANEACIÓN ECOLÓGICA** (Makhzoumi, 1999; Marsh, 2005; Ndubisi, 1997, 2002; Steiner, 2008; Steiner, Young, y Zube, 2014)
¿Qué es?	Es considerado un instrumento de planeación especializado que considera a toda la ciudad con una vocación integradora, donde se visualiza a la ciudad como un sistema conectado y comunicado consigo mismo.	Proceso formal de manejo de suelo, que además es una actividad genérica, englobando la planeación reglamentada de una localidad, y el amplio proceso del compromiso por parte del sector público en lo referente a cambios ambientales. Es la actividad para gestionar la adquisición, transformación, distribución y disposición de recursos.	Es una forma de dirigir o administrar los cambios en el paisaje para poner en sintonía al hombre con los procesos naturales. Se considera como el uso de la información de los sistemas socio-culturales y biofísicos de un lugar.
¿Cuáles son los enfoques?	Los espacios verdes de la ciudad; los suelos de la zona urbana y periurbana para conocer y aprovechar su riqueza; la naturaleza silvestre escasamente o poco alterada por el hombre que generan la creación de hábitats naturales en armonía con las personas; los problemas por la densificación de las ciudades, como problemas de movilización, contaminación, aumento de ruidos y residuos, aumento de enfermedades, aumento de la inseguridad y la pérdida de identidad.	La coacción sobre las modificaciones ambientales; la inclusión de la opinión pública de manera democrática; la producción de conocimiento técnico, para conceptualizar los problemas ambientales y proponer soluciones viables; la preocupación por una gobernanza ambiental menos sectorial y mucho más integrada.	La preocupación por la degradación progresiva del paisaje; el planificar con la naturaleza en proyectos de gran escala y la adopción de ideas ecológicas a partir de la biología; la vinculación explícita entre ecología y planificación, y el continuo perfeccionamiento de normas metodológicas para la integración de ideas ecológicas en la planificación; consenso multidisciplinario de que la planeación puede y debe basarse en la ecología y en la articulación de un conjunto de técnicas e información para la integración de principios ecológicos en la planeación; y una diversidad de enfoques para la planificación ecológica, así como en el alcance de las áreas de aplicación. Inclusión del paisaje como un elemento esencial en el análisis ecológico del territorio, es así como se considera a la Planeación Ecológica del Paisaje, la cual hace énfasis en los principales principios de la ecología del paisaje, la estructura, función y cambios (físicos y socio-culturales) en el paisaje, y no planificar basándose meramente en los procesos ecológicos, sino en los resultados de esos procesos ecológicos.
¿Cuál es el Objetivo?	Conocer y dar a conocer los problemas que tiene la ciudad, como puede ser: ¿dónde se sitúan, cuándo se producen y en qué magnitud y circunstancias se presentan?	Guiar y controlar el ambiente construido, modificar la dinámica de los ecosistemas estructurando operaciones y algunos cambios en los usos; incluir provisiones para el futuro y, la distribución táctica y estratégica de los recursos físicos y humanos.	Proporcionar opciones para los planificadores sobre las interrelaciones que se generan entre los humanos y el ambiente; determinar la mejor ubicación del uso del suelo de acuerdo a su aptitud, además de las decisiones que se toman sobre el uso del paisaje.

Fuente: Elaboración propia basado en diversos autores citados en esta tabla.

2.7. ÁREAS VERDES URBANAS Y LA SUSTENTABILIDAD

A lo largo del tiempo las ciudades han estado sujetas a procesos de crecimiento y desarrollo; dichas transformaciones imponen dinámicas de crecimiento internas particulares a la estructura y organización urbana de una ciudad. El crecimiento de ciertos usos de suelo, tales como los residenciales, de servicios e industriales, se desarrollan a partir del consumo de espacios verdes disponibles. De forma contradictoria a los hechos reales, el uso histórico del espacio verde público ha sido para la contención del crecimiento urbano, la recreación y en algunos casos con fines militares, como es el caso de los cinturones verdes (Amati y Taylor, 2010). Sin embargo, estos espacios escasean en las grandes ciudades de América Latina, producto de la historia de urbanización precaria y explosiva de la segunda mitad del siglo XX (Reyes-Päcke y Figueroa, 2010). Debido a esto, los procesos de expansión recientes pueden comprometer aún más la preservación y conservación de estas áreas, especialmente en ausencia de planificación que prevea la futura expansión de la ciudad y normatividad que dé las pautas y límites para su preservación y conservación.

Las AVU son elementos fundamentales para mejorar el bienestar de la población urbana, se les considera cada vez más importantes como espacios de interacción entre las personas y también con la naturaleza, generando oportunidades para una mayor interacción social (Schjetnan et al., citado en Peña, 2011, p.34); además de estar integradas por diferentes tipos de espacios, como lo puede ser el jardín de una casa hasta un parque urbano, teniendo así diferentes funciones y beneficios tanto a nivel local como a nivel regional, dependiendo de su tipología, características y escalas, aunado a lo anterior el autor menciona que pueden ser dos ramas en las que se agrupen a las AVU (Peña, 2011, pp. 51-54):

1. Áreas verdes públicas o espacios públicos también conocidos como espacios abiertos;
2. Áreas verdes privadas, espacios privados o sitios de acceso restringido.

Las AVU no sólo deben satisfacer las necesidades de todos los residentes sino también contar con la participación de todos ellos (Sorensen, Barzetti, Keipi, y Williams, 1998). Es indispensable que la comunidad se convierta en parte activa del cuidado de las áreas verdes, ya que no solo los fondos del gobiernos o de otros organismos permitirán que permanezcan como

fuente de múltiples beneficios para las comunidades, Sorensen et al. (1998) menciona que "…cuando la comunidad se siente dueña de su espacio verde, el mantenimiento y protección serán mucho más efectivos que el que puedan brindar los organismos oficiales por sí solos…" (p.13).

En otros países como Irlanda, conciben a las AV como espacio verde urbano, señalando que es aquel que incluye toda la vegetación en las ciudades; y en conjunto se hace referencia de ellas como infraestructura verde, abarcando todo el entorno de las ciudades las cuales tienen funciones tales como las de mejorar la calidad del aire, protección contra inundaciones y control de la contaminación, entre otras (Brennan, O'Connor, University College Dublin. Urban Institute, Natura Environmental, y University College Dublin, 2008). Así mismo el Instituto Urbano de Irlanda, menciona los tipos más comunes de los espacios verdes urbanos, los cuales incluye:

a) Espacio verde comunal (incluye balcones y patio pequeño)
b) Jardín privado
c) Suelo Institucional
d) Parques locales
e) Parques distritales y regionales
f) Planicies y zonas de ríos
g) Zona costera

Como se puede observar estos conceptos son muy amplios y además se manejan varias escalas, tanto a nivel barrio como a nivel regional. Es importante identificar los usos que se les dará a las AV para poder determinar cómo será su tipología. Por lo anterior, Peña (2011, p. 56) genera una tipología donde se trata de adecuar al marco legislativo y normativo existente y que además de dividirlas en los dos grandes tipos antes mencionados (públicas y privadas), las subdivide en cinco grandes sistemas, que a su vez se subdividen en doce subsistemas que comprenden alrededor de 50 elementos. De esta manera logra obtener dentro de los espacios públicos los sistemas de: 1) áreas verdes para el equipamiento urbano, 2) áreas verdes funcionales, y 3) áreas verdes naturales y naturales acondicionadas. Y en lo que respecta a los

espacios privados, se obtienen los sistemas de: 1) áreas verdes productivas y, 2) áreas verdes privadas.

Como se puede observar en la tabla 3, la clasificación que propone Peña (2011) responde a la necesidad de contar con un marco de referencia que permita inventariar todos los diversos tipos de AV en los centros urbanos, atendiendo el concepto de AVU de una manera amplia.

Tabla 3. Tipologías de las áreas verdes urbanas

TIPO	SISTEMA	SUBSISTEMA	ELEMENTO
PÚBLICOS	Áreas verdes para el equipamiento urbano	Recreación Deporte Otro tipo de Equipamiento	• Plaza cívica, juegos infantiles, jardín vecinal, parque de barrio, parque urbano, área de ferias y exposiciones y espectáculos deportivos. • Módulo deportivo, centro deportivo, unidad deportiva, ciudad deportiva, gimnasio deportivo, alberca deportiva, salón deportivo • Centros educativos • Áreas verdes en torno a edificios públicos • Cementerios
	Áreas Verdes Funcional	Vial	• Camellones • Glorietas • Banquetas • Corredores verdes
	Áreas Verdes Naturales y Acondicionadas	Natural Acondicionado	• Áreas naturales protegidas federales, estatales o municipales, corredor ripario • Ríos, cañadas, colinas, presas, cinturones verdes • Ríos, canales, drenes, • presas, cinturones verdes
PRIVADOS	Áreas Verdes Productivas	Agropecuario Industrial Comercial Turístico	• Parcelas cultivadas, • Granjas, viveros • Parques industriales, • Zonas industriales • Centros comerciales, • Corredores comerciales • Complejos turísticos, • Hoteles
	Áreas Verdes Privadas	Habitacional Otros de acceso privado	• Jardines residenciales, patios, • Frentes de predios • Campos de golf, clubes deportivos, cementerios, • Áreas verdes en torno a edificios de oficinas • Áreas verdes entorno a edificios de centros educativos • Predios baldíos

Fuente: Elaboración propia basado en Peña (2011).

2.7.1. Áreas verdes públicas: Usos, funciones y contribuciones.

La principal función de las áreas verdes públicas (AVPu) es la de lograr escenarios adecuados para actividades recreativas y sociales, y son de vital importancia para el ambiente físico, la biodiversidad y la calidad del aire. De acuerdo a lo que mencionan García y Guerrero (2006), las zonas verdes urbanas públicas desempeñan un papel importante en la calidad ambiental de las ciudades, y su gestión apropiada brinda numerosas posibilidades para la corrección y prevención de problemas resultante.

En la tipología de AVPu que propone Peña (2011, p. 57), hace una subdivisión por sistema y subsistemas, en los que el autor hace la descripción de cada uno de ellos, siendo estos sistemas: 1) áreas verdes para el equipamiento urbano, 2) áreas verdes funcionales, y 3) áreas verdes naturales y acondicionadas (ver Tabla 3). Aunado a lo anterior, dichos sistemas cuentan con las siguientes características:

a) Áreas verdes para el equipamiento urbano: comprenden tres subsistemas, primeramente a la recreación, seguida por el deporte, siendo estos dos subsistemas, aquellos espacios a través de los cuáles se contribuye al bienestar físico y mental del individuo mediante el descanso, esparcimiento o práctica de algún deporte, con áreas donde predomina la vegetación; algunos ejemplos de estos espacios podrían ser una plaza cívica, juegos infantiles, jardín vecinal, parque de barrio, parque urbano, área de ferias y exposiciones y espectáculos deportivos, módulo deportivo, centro deportivo, unidad deportiva, ciudad deportiva, gimnasio deportivo, alberca deportiva, salón deportivo. Y el tercer subsistema comprende otro tipo de equipamiento urbano, tales como centros educativos, AV alrededor de edificios públicos y los cementerios.
b) Áreas verdes funcionales: este sistema comprende únicamente un subsistema, con aquella vegetación que forma parte de la estructura vial de la ciudad, localizada en camellones, banquetas, glorietas o taludes, incluyendo también a corredores verdes de comunicación.
c) Áreas verdes naturales y acondicionadas, el cual se divide en dos subsistemas. El primero es el de espacios verdes naturales, en el cual están comprendidos las áreas naturales protegidas correspondientes a las áreas de protección de flora y fauna, parques y zonas de preservación ecológica, tales como: reservas estatales, parques estatales y monumentos

naturales estatales, y también se pueden incluir aquellos elementos naturales que no han sido alterados como ríos, cañadas, hondonadas, etc. El segundo, es el de espacios verdes naturales acondicionados, en el cual se encuentran aquellos elementos naturales modificados de su estado original, como pueden ser ríos, drenes, canales y presas.

Como se puede ver, las AVPu contribuyen al mejoramiento de la calidad de la vida urbana, guiándola hacia la sustentabilidad, por las diferentes funciones que desempeñan. Ya que no se debe dejar de visualizar a las AVU como una parte importante en el desarrollo sustentable; por lo tanto, no se puede dejar de mencionar las contribuciones que las AVPu generan desde las tres perspectivas de la sustentabilidad, (Peña, 2011, pp. 72-79):

a. Contribución al ambiente: pueden modificar las condiciones micro-climáticas en los espacios exteriores y mejorar el confort físico en las edificaciones contribuyendo a reducir el consumo de energía; mejorar la calidad del aire al agregar oxígeno y remover el bióxido de carbono; reducir la erosión del suelo por la acción del viento o el agua; y constituirse en una de las bases del hábitat faunístico y por lo tanto de la biodiversidad.
b. Contribución al bienestar social: constituyen los espacios dedicados para la recreación al aire libre, mejoran la imagen urbana de la ciudad, pueden contribuir a la salud física y mental de sus habitantes creando ambientes que disminuyen el estrés y enriquecen las experiencias emocionales y espirituales, así como reforzar la identidad social, el sentido comunitario y la territorialidad a través de la participación en programas de forestación.
c. Contribución desde el punto de vista económico: pueden incrementar el valor del suelo y de las propiedades adyacentes, constituirse en parte de la alimentación de algunas familias o para uso medicinal, o representar ingresos como una actividad agrícola urbana por la producción de leña, forrajes, etc.

2.7.2. Áreas verdes privadas: Usos, funciones y contribuciones.

El Instituto Urbano de Irlanda (Brennan et al., 2008) menciona que una porción considerable del espacio verde urbano compromete al jardín privado. Mientras que el diseño del desarrollo dicta la cantidad de espacio público y jardines privados, el diseño del paisaje y el manejo del post-desarrollo dictan la calidad que tendrán estos. Aquí mismo se menciona que los mismos

principios que se aplican para el diseño y el manejo de las AVPu deben ser aplicados para las áreas verdes privadas (AVPr).

En la subdivisión de sistemas de AVU que maneja Peña (2011, pp. 57-58), además de los sistemas para las AVPu que se mencionaron en el capítulo anterior, se encuentran dos sistemas para las AVUPr, siendo estas: 1) áreas verdes productivas, y 2) áreas verdes privadas (ver Tabla 3). Aunado a lo anterior, dichos sistemas cuentan con las siguientes características:

a. Áreas verdes productivas: son aquellas que comprende los espacios con vegetación para el desarrollo de actividades de producción como podría ser lo agropecuario constituida por parcelas de cultivo urbanas, granjas, viveros, etc.; así como zonas y parques industriales; centros y corredores comerciales, centros turísticos y hoteles con áreas ajardinadas.
b. Áreas verdes privadas habitacional: que son aquellas que comprenden, por una parte, las áreas ajardinadas habitacionales o domésticas, como patios, jardines y frentes de predios; y por otra, la vegetación que forma parte de edificaciones de carácter privado como oficinas y centros educativos o que requieren de membrecía para su acceso como son: clubes deportivos, campos de golf. Aquí también se incluyen predios baldíos que tengan vegetación.

De esta manera se puede señalar que la principal característica del jardín o espacio verde en la vivienda unifamiliar es la de formar parte de un conjunto (Rodriguez-Avial, 1982, p. 154), estos espacios verdes o jardín privado deben responder primordialmente a las siguientes exigencias al momento de planearlos: la integración del jardín con la arquitectura de la vivienda, la integración del jardín con el paisaje general del área residencial y su medio ambiente que lo rodea, así como la integración del jardín con las actividades y necesidades de los individuos que las utilizan.

Ashihara (1982) también hace mención de las AVPr, desde la perspectiva del espacio habitacional, donde las casas en Japón no tienen un acceso directo a la calle, se hallan circundadas por vallas, provocando que el jardín no pueda ser apreciado desde la calle ya que esta cultura lo considera como un espacio sagrado, para uso y deleite exclusivamente de los propietarios de dicha vivienda. Estos jardines están determinados por el orden interior de la

vivienda, es decir por las actividades que se realicen dentro de ellas. Por otro lado, menciona que las casas de los suburbios norteamericanos se encuentran rodeadas de césped y macizos de flores; los jardines pertenecen a un orden externo representado por las calles. Los jardines de los suburbios norteamericanos, en ocasiones, no se ven desde el interior de las viviendas, ya que esta cultura pretende generar una conexión directa con el espacio exterior sin perder el sentido de lo privado al estar dentro de tu predio interactuando con las actividades que se presenten en la calle. Por último, señala que en Italia no hay jardines, la demarcación interior-exterior, simplemente se encuentra constituida por gruesas paredes (Ashihara, 1982).

En México, la característica del patio de la época de la colonia, es encontrado dentro de la vivienda y no se maneja la conexión calle-jardín, muy por el contrario estos espacios privados se encontraban localizados al centro de la vivienda, donde se compartía el espacio con las actividades de las habitaciones de la vivienda que del mismo modo se encontraban circundando este espacio privado. Característica contraria de aquellas ciudades mexicanas que se encuentran en colindancia con los Estados Unidos, las cuales presentan una característica similar a las de este país vecino, donde los jardines al frente forman parte de la actividad social de sus habitantes, donde se puede tener una interacción con la calle sin dejar de ser una actividad privada, dándole así a este espacio un sentido de comunión con lo interior y lo exterior.

El espacio exterior de una vivienda será aquel que rodee a la misma dentro del predio, el cual genera un ambiente muy importante para la vivienda como para aquellos que lo habitan (Booth y Hiss, 2001). La buena planeación y el diseño de las AV en el espacio exterior de la vivienda expande la habitabilidad y las áreas de juego con los espacios designados para el patio, la alberca, andadores, huertos, barreras contra el viento y canchas de juego, permitiéndole a sus habitantes tomar ventaja de los espacios exteriores cuando el clima lo permita (Walker, 1990).

Por lo tanto, el espacio que se le designa a las AV en una vivienda tiene diversas y variadas funciones al igual que en las AVPu, entre las cuales se pueden mencionar su función estética y psicológica para las personas que habitan esa vivienda, así como para visitantes, vecinos y la comunidad en general. También se le puede considerar como elementos de seguridad, ya sea por medio de barreras que restringen la accesibilidad y dan una sensación de mayor privacidad a la vivienda. Pueden utilizarse como elementos que contribuyen al ahorro

energético, ya que su adecuada localización y tipo de vegetación permite que se reduzca la utilización de equipo de aire acondicionado. Otra función de estas áreas es la de recreación, ya sea pasiva como el leer, sentarse en el jardín y contemplar; la recreación activa que implica actividades con mayor movimiento como lo serían espacios para área de juegos infantiles o la práctica de algún deporte; o bien podría ser una recreación activa-pasiva como lo podría ser el nadar en una alberca o comer y beber, lo que implica un espacio designado para cocinar como lo podría ser un área para asador. Igualmente, las AVPu cumplen una función ecológica y ambiental de vital importancia para la conservación del medio ambiente y la biodiversidad.

En resumen, se puede concluir que, el espacio verde privado forma parte de un sistema urbano y de áreas naturales, donde cada espacio dentro de la vivienda logra una contribución a la sustentabilidad a través de las funciones que estas desempeñan: primero, desde la perspectiva ambiental y su contribución a la biodiversidad, generación de microclimas, eliminación de partículas contaminantes del aire; segundo, desde el enfoque social como elementos que ayudan a la convivencia social, al fortalecimiento del sentido de pertenencia, generación de espacios de recreación y de seguridad, tanto a nivel familiar como con el resto de la comunidad; y tercero, desde la perspectiva económica ya que generan ahorros energético al reducir las temperaturas ambientales debido a la adecuada disposición de la vegetación, como un elemento que genera un aumento en el valor catastral de la propiedad y que además puede formar parte de la producción doméstica para el autoconsumo.

Es de suma importancia enfatizar el valor de las AVU como el espacio natural dentro de un espacio artificial, es decir las ciudades son espacios modificados y dominados por el hombre. Sin embargo, las ciudades en comparación con las áreas naturales de conservación o productivas van en aumento, mientras que las segundas cada vez son más reducidas y de menor calidad. A pesar que las ciudades son el hábitat del ser humano, en la mayoría de las ocasiones es éste el que genera más problemas al ambiente que los beneficios que puede ofrecerle, ya sea de manera inconsciente, pero desafortunadamente muchas de las veces con conciencia debido a un interés ya sea político o económico.

Es por esto que este trabajo tiene como finalidad el resaltar la problemática que presentan las AV tanto en las zonas urbanas como aquellas que se encuentran en las zonas que circundan la ciudad, ya sean naturales o productivas. Se pretende incidir en la normatividad y tomar medidas que fomenten la sustentabilidad en la forma como se planifican los espacios para las AV dentro de las zonas urbanas. Por otro lado, resaltar los beneficios que proporcionan las AV, no solo por su función social y económica que hasta ahora ha sido planteada en la planeación convencional, sino recalcar e incidir en las funciones ecológicas y ambientales que éstas proporcionan; además mitigar la tendencia de disminución del espacio verde dentro del predio de la vivienda debido al proceso de urbanización y a la tendencia de la reducción del espacio exterior en las zonas habitacionales.

III. ANTECEDENTES

3. LAS ÁREAS VERDES A TRAVÉS DE ESCALAS: CASOS ANÁLOGOS

Este apartado pretende dar a conocer lo que se ha realizado en otras partes del mundo relacionado a la fragmentación y pérdida de conectividad del paisaje, la disminución y pérdida de hábitats y biodiversidad, y lo más importante, la alteración y degradación de los ecosistemas; todo esto debido a la reducción y pérdida de áreas naturales, productivas, AV urbanas -públicas y privadas-, las cuales se presentan tanto a nivel regional, urbano y de sitio o habitacional, respectivamente.

Por lo tanto, este apartado se enfoca en seleccionar los métodos y técnicas de investigación que proporcionen fundamentos para la propuesta metodológica que permitirá analizar la estructura, uso, función, disminución y degradación de las AV en esta investigación, mediante la revisión de casos reportados en la literatura.

3.1. Áreas naturales y productivas: Escala regional

Este apartado pretende dar a conocer lo que se ha realizado en otras partes del mundo relacionado a la fragmentación y pérdida de conectividad del paisaje, la disminución y pérdida de hábitats y biodiversidad, y lo más importante, la alteración y degradación de los ecosistemas; todo esto debido a la reducción y pérdida de áreas naturales, productivas, AVU y privadas, las cuales se presentan tanto a nivel regional, urbano y de sitio o habitacional, respectivamente.

Por lo tanto, este apartado se enfoca en seleccionar los métodos y técnicas de investigación que proporcionen fundamentos para la propuesta metodológica que permitirá analizar y evaluar la fragmentación, la falta de conectividad, la disminución y degradación de las AVU de esta investigación, mediante la revisión de casos reportados en la literatura.

a) Infraestructura agrícola y verde: El rol de las áreas no-urbanizadas para la planeación eco-sustentable en una región metropolitana

Este trabajo realizado por La-Greca et al. (2011) se llevó a cabo en el municipio de Mascalucía, ubicado en el área metropolitana de Catania en Sicilia, Italia, constituido por 27 localidades y

con una extensión territorial de 16 km²; el cual forma parte del proyecto de "Adaptación de los espacios verdes y azules para las áreas urbanas y las eco-localidades" (GRaBS[23*]) de la misma municipalidad.

El proyecto propone un método para la planeación del uso de suelo de las Áreas No Urbanizadas (ANU), en el cual se considera el análisis de las características de la cobertura del suelo. Es importante señalar que las ANU forman parte de los ecosistemas y de los servicios ambientales que estos producen; estos espacios regularmente contienen cantidades significativas de vegetación, los cuales representan los remanentes de la naturaleza de las zonas urbanas; el rol de la vegetación en las ANU es fundamental para la reducción de la contaminación urbana, así como de las consecuencias del cambio climático. Los autores señalan que la dispersión urbana se encuentra directamente relacionada, de forma negativa, con la provisión de servicios ambientales ya que ésta representa el principal riesgo para la preservación de ANU. Este trabajo demuestra la importancia de la adaptación más allá de la mitigación en los procesos de políticas de planeación; ya que la primera permite ajustarse mejor a las consecuencias de los cambios o problemas ambientales, además las políticas de uso de suelo juegan un rol indirecto con la mitigación, caso contrario con la adaptación donde las políticas de uso de suelo tienen una consecuencia directa. Para lograr lo anterior, se llevó a cabo el estudio mediante tres análisis: uso de suelo, cobertura de suelo, fragmentación del paisaje y, el modelo de estrategia de aptitud de uso de suelo.

Primeramente se realizó la construcción de un mapa para el análisis de uso de suelo (LUA[*]), donde se utilizaron cartografía regional y municipal (escala 1:10,000 y 1:2,000 respectivamente), orto-fotos del 2008 y, levantamiento y trabajo de campo. Las áreas construidas cubrieron la mayor parte del municipio y el resto se dividió en zonas agrícolas, zonas agrícolas abandonadas, zonas forestales, parques y jardines públicos (siendo éstas las que se incluyeron para las ANU) y, caminos y carreteras. Además, para poder diferenciar el tejido urbano en el análisis de cobertura de suelo se hicieron parches residenciales, los cuales contenían,

[23*] El asterisco denota: por sus siglas en inglés

asentamientos urbanos históricos compactos, asentamientos rurales históricos lineales, residencias de departamentos multifamiliares, y vivienda unifamiliar.

Segundo, para el análisis de cobertura de suelo (LCA*), lo cual no proporciona el análisis de uso de suelo, se requirió de la interpretación de orto-fotos en áreas específicas (muestras) de cada tipo de uso de suelo. Aquí se pudieron identificar ocho tipos de cobertura de suelo: edificios, impermeable (caminos, carreteras, banquetas, estacionamientos), pasto, áreas agrícolas, áreas agrícolas abandonadas, árboles, arbustos y tierra (suelo sin cobertura). Para lograr estas tipologías se requirió de la interpretación y digitalización de 900 celdas a través de la interpretación de orto-fotos de alta definición del 2008 (0.25 m), las cuales se hicieron a través de la sobre posición de los mapas de uso de suelo con una retícula de 30 x 30 m. Las retículas se escogían de manera aleatoria a través de herramientas de SIG (esta estrategia se utiliza cuando el proyecto o la zona de análisis es muy grande o el tiempo disponible es muy limitado) utilizando además las fórmulas para datos categóricos de Cochran, donde debido a la diversidad de tamaños, distribución y tipologías en los usos de suelo es muy complicado hacer esta selección.

Tercero, se realizó el análisis de fragmentación[24] del paisaje (FA[25*]) a todos los parches de paisaje pertenecientes a los usos de suelo que consideran a las ANU (zonas agrícolas, zonas agrícolas abandonadas, zonas forestales, parques y jardines públicos). Para la evaluación de la fragmentación del paisaje se utilizó el software FRAGSTATS el cual proporciona una herramienta para calcular las métricas de paisaje a diferentes escalas. Para este análisis se requirió de la selección adecuada de la unidad del área, conocida como *Modifiable Areal Unit Problem* (MAUP*), lo cual es un factor crucial en la métrica del paisaje. Aquí se calculó el área de cada parche (PA*), entre mayor sea el tamaño de los parches menor será la fragmentación de

[24] La fragmentación es la división progresiva de un hábitat a priori relativamente continuo en un conjunto de fragmentos aislados y de menor tamaño, que quedan embebidos en una matriz de hábitat degradado, cualitativamente muy diferente al original (Valdés, 2011, p. 11).
[25*] El asterisco denota: por sus siglas en inglés

dicho paisaje, también se calculó la cantidad de parches (NP*) en un radio de 500 m, a mayor número de parches dentro de la zona de buffer[26] mayor seria la fragmentación del paisaje.

Por último, se utilizó el modelo de estrategia de aptitud de uso de suelo (LUSSM*) debido a que, las decisiones que se toman para la ubicación de un determinado uso de suelo dependen de la aptitud del suelo para un determinado uso. El análisis de aptitud predice los potenciales y limitantes de un uso de suelo, el cual integra tres características de la zona: ubicación, actividades de desarrollo, y procesos biofísico-ambientales; Este tipo de análisis y particularmente, la comparación de requerimientos de uso de suelo con los atributos biofísicos, es fundamental para proponer una gama de opciones sustentables en los usos y coberturas de suelo. Identificar la aptitud de sitios para la conservación y desarrollo de AV es el paso más importante para asegurar el rol y función, en este caso en particular, de las ANU. Y se resaltan si éstas forman un sistema de AV con múltiples finalidades, tales como red verde o estructura verde urbana.

Las áreas con altos valores de evapotranspiración combinadas con aquellas que cuentan con bajos valores de fragmentación, son las áreas elegibles para usos con protección ambiental, debido a que marcan altos niveles de cobertura vegetal e integridad ecológica, además sugieren usos para servicios ambientales locales. En zonas de bajos niveles de evapotranspiración, los usos de suelo deben estar orientados hacia la agricultura, ya que la mediana cobertura vegetal es típica en las zonas agrícolas, lo cual a su vez coincide con altos valores de fragmentación, es decir, los parches agrícolas de pequeñas dimensiones pueden sugerir nuevas formas de agricultura urbana. Los bajos niveles de evapotranspiración son compatibles con usos de recreo y esparcimiento, debido a que la presencia de poca cobertura vegetal puede ser tomada como una oportunidad para estrategias de reforestación urbana.

b) Monitoreo de la calidad del uso del suelo y la vegetación a la par con la gradiente rural-urbana en una región Mediterránea.

[26] Una zona de buffer se considera como un espacio o área para separar dos o más cosas entre sí (Merriam-Webster, 2014), aunado a esto Rodgers y Smith (1997) mencionan que la zona de buffer se puede considerar como una estrategia para minimizar los efectos de los disturbios del ser humano en la vida silvestre o natural (p. 140).

El área de estudio para el trabajo realizado por Salvati y Zitti (2012) comprende el municipio de Roma en Italia, el cual es considerado como el municipio más grande de dicha prefectura, la extensión territorial es de 1,285 km². Esta región se caracteriza por su compleja topografía. Además, y a pesar de que las áreas urbanas ocupan una parte importante de la región y que además se encuentra en constante crecimiento, la mayor parte del área de la prefectura está constituida por pastizales, cultivos y áreas forestadas.

Debido a que la cobertura vegetal es uno de los factores de mayor sensibilidad para el deterioro del paisaje en la cuenca Mediterránea, este trabajo se enfocó en la calidad de la vegetación, así como en su potencial degradación. La calidad de uso del suelo y de la vegetación es un atributo del paisaje que ha sido fuertemente afectado debido a los desarrollos suburbanos. Desde los años 90 Roma ha enfrentado el crecimiento, la dispersión y por ende, el daño a las áreas productivas, zonas forestadas y de humedales. Por lo tanto, este documento se enfoca en la evaluación del crecimiento compacto y la dispersión sobre la calidad de la vegetación en la zona urbana-rural de Roma. Con este estudio se pretende contribuir con estrategias para contener la dispersión urbana y mitigar la degradación del suelo. Para lograr lo anterior, el citado trabajo se llevó a cabo mediante la identificación de cobertura de suelo a través de información cartográfica, evaluación de la calidad de la vegetación y uso de suelo, y por último análisis diacrónico de la distribución del índice compuesto de la calidad de la vegetación.

Primeramente, para determinar la cobertura de suelo (CLC[27*]), se requirió de la elaboración de tres mapas de cobertura de suelo, los cuales fueron: cobertura de suelo de Italia de 1960 (el cual se obtuvo del Consejo Nacional de Investigación y el Club de Turismo Italiano), y dos mapas de cobertura de suelo denominados CORINE[*28], uno de los mapas fue del año 1990 y el segundo del año 2006. El inventario de CLC se basó en la información recopilada de imágenes satelitales en una escala de 1:100,000, se tomó como unidad mínima de mapeo 25 ha y 100 m como ancho mínimo para los elementos lineales. Se consideraron cinco categorías principales dentro de la nomenclatura estandarizada que se obtuvo de la CLC, las cuales son: áreas urbanas

[27*] El asterisco denota: por sus siglas en inglés

[28] En 1985 se inició el programa CORINE (Coordinación de Información en el Ambiente) en la unión europea, siendo este un proyecto prototipo el cual se encargaría de trabajar en diferentes asuntos ambientales (European Environment Agency, 1995).

(CLC1), áreas agrícolas (CLC2), áreas forestadas y seminaturales (CLC3), humedales (CLC4) y cuerpos de agua (CLC5).

Segundo, para la evaluación de la calidad de la vegetación y uso de suelo, la información se obtuvo a través de los mapas de cobertura de suelo conforme a los indicadores de calidad de la vegetación los cuales se desarrollaron en el proyecto Medalus II (el cual tenía el objetivo de evaluar áreas sensibles a la degradación del suelo). Este procedimiento es capaz de integrar variables de diferentes fuentes de información y además los resultados fueron validados en campo. La calidad de las diferentes coberturas de suelo observadas, de acuerdo a las cinco categorías anteriormente determinadas, se evaluaron cuatro indicadores: 1) riesgo de fuego forestal (FR^*), 2) protección contra la erosión del suelo (PE^*), 3) vegetación resistente a la sequía (DR^*) y, 4) cobertura vegetal (VC^*). A partir de esta información se llevó a cabo un análisis estadístico para definir las correlaciones entre las variables y la contribución de cada variable, y con los resultados poder determinar la calidad de la vegetación. Por otro lado, se le atribuyó una valoración a cada clasificación de cobertura de suelo con el objetivo de obtener una clasificación del territorio basada en la calidad de la vegetación. También se llevó a cabo un análisis de sensibilidad y un análisis de grupo focal o "focus group" para obtener los resultados de mayor validez y eficiencia y de menor costo. Por último se calculó el índice compuesto de la calidad de la vegetación ($VLUQI^*$) al promediar los valores de los cuatro indicadores ($VLUQI = (FR \times PE \times DR \times VC)^{1/4}$). El valor del VLUQI varió de 1 la calidad de vegetación más alta, y de 2, con la calidad de vegetación más baja.

Tercero, se realizó un análisis estadístico denominado análisis diacrónico de la distribución del VLUQI. Para realizar este análisis se consideraron dos escalas espaciales, las cuales fueron: escala basada en el pixel (pixel-based) y escala basada en polígonos[29] (polygon-based). La primera se utilizó para evaluar los cambios en la calidad de la vegetación a través del tiempo, mientras que la segunda se utilizó para cuantificar las disparidades territoriales resultantes del VLUQI a lo largo del gradiente rural-urbano en Roma. Para realizar este tipo de análisis primeramente se utilizó el software ArcGIS para determinar el área de cada clasificación

[29] Los polígonos corresponden a los 121 municipios de la prefectura de Roma y a los 19 distritos urbanos en que fue dividida dicha municipalidad

del VLUQI a través de una herramienta denominada "intersect", además los valores del VLUQI y el de los cuatro indicadores se estimaron por separado para los períodos de 1960, 1990 y del 2006. Es importante señalar que para realizar este análisis se consideraron tres escalas espaciales: primero, distritos y municipalidades que forman el área urbana (20 unidades espaciales = 1,500 km^2); segundo, municipalidades rurales en el área de estudio (119 municipalidades = 3,855 km^2); y tercero, la región en su totalidad.

3.2. Áreas verdes y equipamiento urbano: Escala urbana

Una vez mencionados los proyectos a escala regional, es momento de hacer una descripción de los proyectos a escala urbana (pequeña escala). Esta escala permite hacer un análisis de problemas más particulares en espacios más específicos, y no desde un enfoque general como lo hace la escala regional. Los proyectos a escala urbana pretenden demostrar que la urbanización principalmente de las zonas residenciales ha provocado la reducción de los espacios con áreas naturales, así como las AVU; estos proyectos promueven la utilización de políticas verdes bien enfocadas las cuales con su correcta aplicación contribuyen con la recuperación de estos espacios. Dentro de estos proyectos se enmarcan los siguientes: 1) Dinámicas espacio-temporal de los espacios verdes urbanos como respuesta a la rápida urbanización y a las políticas verdes, y 2) Aplicación del análisis de aptitud del suelo y ecología del paisaje en la planeación de AVU en Hanoi, Vietnam.

a) Dinámicas espacio-temporal de los espacios verdes urbanos como respuesta a la rápida urbanización y a las políticas verdes.

Este trabajo realizado por Zhou y Wang (2011) se llevó a cabo en la ciudad de Kunming, capital de Yunnan en la provincia suroeste de China. Esta ciudad se encuentra rodeada por montañas en tres de sus lados. El proyecto se enfocó en los cambios de patrones de paisaje en el área metropolitana de Kunming, la cual cuenta con una extensión territorial de 538.9 km². La zona de estudio se encuentra constituida por suelo impermeable (área urbana), suelo impermeable y agrícola (periferia urbana) y, suelo dominantemente forestado (área suburbana).

La ciudad de Kunming cuenta con una estructura urbana que responde al modelo concéntrico. Así mismo se puede observar que el desarrollo de la ciudad muestra diversas

intensidades en diferentes cinturones concéntricos, otro elemento que caracteriza a la ciudad son los pocos espacios de AV en el centro de la ciudad. Debido a lo anterior, el Departamento de Paisaje de la ciudad tomó la decisión de rejuvenecer la ciudad con elementos naturales promoviendo proyectos verdes en el año 2000, con los cuales se proyectarían más parques urbanos y jardines comunales. En el año 2005 el gobierno municipal de Kunming se puso como meta convertirse en una de las ciudades chinas denominadas como Jardín Nacional; al hacer esto se pretendía que en un lapso de tres años (2006-2009) se generaran más AV y corredores verdes en las zonas urbanas.

Para esto, se propuso el análisis de paisaje concéntrico y direccional con patrones de métricas de paisaje para caracterizar los cambios en los patrones de las AV en el período de 1992 a 2009 bajo dos premisas aparentemente contradictorias: el rápido proceso de urbanización y las políticas urbanas de forestación. Este estudio pretendió dar respuesta a las siguientes preguntas: 1) ¿Qué cambios presentan las AV como respuesta al rápido proceso de urbanización y a las políticas de forestación? 2) ¿Existen algunas variaciones espaciales en los patrones del paisaje en diferentes cinturones concéntricos o a lo largo de diferentes direcciones? y 3) ¿Cuál es la intensidad de cambio de las AV en el área de estudio? y, 4) ¿Existe variación en la tasa de cambio de las AV en diferentes partes del área de estudio? Para darle respuesta a las anteriores preguntas, la investigación se llevó a cabo mediante el sistema de clasificación de usos de suelo, procesamiento de imágenes satelitales, análisis de métricas de paisaje, y análisis de intensidad de cambio de las áreas verdes.

Primeramente, con el sistema de clasificación de usos de suelo (LUCS[30*]), tomando como base las imágenes satelitales y teniendo como enfoque los cambios en los espacios de AV como respuesta a la urbanización, los usos de suelos se clasificaron en: AV (las cuales a su vez se subdividieron en áreas forestadas -caducifolios, perennifolios y mixtos-, áreas agrícolas -cosechas varias y huertos frutales- y pastos -jardines, parques con baja densidad de árboles y campos de golf-), suelo construido (suelo impermeable – residencial, comercial, industrial y vías

[30*] El asterisco denota: por sus siglas en inglés

de comunicación), agua (ríos, canales, lagos y presas) y, zonas áridas (rocas y terrenos abandonados).

Segundo, el proyecto incluyó dentro de sus herramientas imágenes con sensibilidad remota (remotely sensed images), las cuales se referenciaron geográficamente al sistema de coordenadas UTM utilizando el sistema ERDAS IMAGE 8.7; de los periodos de agosto/1992, noviembre/2000 y septiembre/2009, las cuales se mencionan a continuación en el orden antes mencionado: Landsat 5 Mapeo Temático (TM*), Landsat 7 Mapeo Temático Mejorado Plus (ETM+*) e Imágenes SPOT 4. Las imágenes Landsat bandas 1-5 y 7 cuentan con una resolución de 30 m, las imágenes ETM+ cuentan con una banda pancromática con una resolución de 15 m, y las imágenes SPOT en las bandas multiespectrales cuentan con una resolución de 20 m y en las bandas pancromáticas una resolución de 10 m. También se utilizaron los mapas de AV del año 2000 y el mapa de planeación de AV del año 2010 para mostrar la tendencia en los cambios de las áreas verdes. Además, se realizó trabajo de campo, donde se recopilaron los puntos de control utilizando un navegador satelital GPS* para referenciar geográficamente las imágenes satelitales, donde además se llevó a cabo la recopilación de fotografías como ayuda para la interpretación de las imágenes satelitales. Y, por último, se tomaron 50 puntos muestra seleccionados al azar para verificar la exactitud de la clasificación de los usos de suelo previamente realizada. Para evaluar esta clasificación se requirió del uso de imágenes de "Google Earth" y las denominadas "quickbird" del año 2006 y 2007, mapas de AV del año 2000, trabajo de campo y entrevistas, así como la experiencia y el conocimiento sobre el área de estudio.

Tercero, para el análisis de métrica del paisaje (LMA*) se convirtieron las imágenes satelitales de 1992, 2000 y 2009 a un formato reticular (GRID) para poder llevar a cabo el cálculo a través del software FRAGSTATS 3.3. Se utilizaron cinco métricas de paisaje para cuantificar los patrones espaciales de las AVU (de las clasificaciones de 1992, 2000 y 2009), y para computarlas se utilizó el parche de paisaje como unidad espacial básica. El Porcentaje de Paisaje (PLAND*[31]), la Densidad del Parche (PD*[32]), el Índice de Parches de Gran Tamaño

[31] *El asterisco denota: por sus siglas en inglés
PLAND: El porcentaje del paisaje es un índice que muestra la abundancia relativa en cada uso de suelo
[32] PD: La Densidad del Parche es sensible a la fragmentación del paisaje

(LPI[*33]), el Índice de la Forma del Paisaje (LSI[*34]) y el Índice de la Diversidad de Shannon (SHDI[*35]) fueron utilizados en tres análisis en este estudio. El primero fue un Análisis Sinóptico el cual se utilizó para cuantificar los patrones espaciales de las AVU de una forma general, el cual una descripción de la configuración y composición del paisaje. El segundo, fue el Análisis Concéntrico para medir los patrones espaciales de las AVU en diferentes cinturones a partir del centro urbano hacia la periferia; para poder realizar lo anterior, el área de estudio fue dividida en siete cinturones concéntricos espaciados a cada 2 km. El tercer análisis realizado fue Análisis Direccional del Porcentaje del Paisaje el cual se realizó para examinar la distribución de las AV a lo largo de ocho transectos direccionales, los cuales consistían de celdas de 1.8 km x 1.8 km.

Cuarto, para llevar a cabo el Análisis de Intensidad de Cambio de las Áreas Verdes (GSCHIA[*]) se computó el porcentaje de cambio por año del uso de suelo. El análisis se realizó con base en dos periodos primero de 1992 a 2000 y segundo de 2000 a 2009, los cuales se realizaron para el área general de estudio, para los siete cinturones concéntricos y para las celdas de los ocho transectos direccionales.

Los resultados de este estudio mostraron que la dispersión es la causante de la pérdida de áreas verdes, principalmente de las áreas agrícola. Así mismo, el suelo forestado también se vio afectado por este proceso de urbanización, pero con menor intensidad que las áreas agrícolas. Por otro lado, las políticas de forestación (greening policies) contribuyeron con la recuperación de las áreas de pastos en los períodos del 2000 al 2009.

b) Aplicación del análisis de aptitud del suelo y ecología del paisaje en la planeación de áreas verdes urbanas en Hanoi, Vietnam.

El presente trabajo de Duc-Uy y Nakagoshi (2008) se llevó a cabo en la ciudad de Hanoi, la capital de la república socialista de Vietnam. Ésta ciudad cuenta con una extensión territorial de 920.97 km², de los cuales 150 km² le corresponden al centro de la ciudad, siendo esta área elegida como zona de estudio para este trabajo.

[33] LPI: El Índice de Parches de gran tamaño puede ser utilizado para mostrar el paisaje predominante
[34] LSI: El Índice de la forma del Paisaje se asocia con la complejidad del paisaje
[35] SHDI : El Índice de la Diversidad de Shannon representa la diversidad del paisaje

Este documento plantea qué factores, tales como tamaño, forma, diversidad, historia y distribución de las AV dentro de una ciudad, así como el diseño y el manejo de estos espacios de manera individual, juegan un rol decisivo en la definición de las funciones de las áreas verdes. Además, establece que al aplicar el método de los factores ecológicos permitirá la cuantificación del área verde necesaria para mantener el equilibrio ecológico de las áreas urbanas; por otro lado, al utilizar el Modelo del Efecto de la Forestación Urbana (UFORE[36*]) se permite cuantificar los valores claves de las AVU tales como la captura y almacenaje del carbono (carbon sequestration). Y de mayor importancia, menciona que los roles y las funciones de las AVU pueden ser mejoradas si estos espacios se organizan como redes o estructuras verdes urbanas. Por lo tanto, el propósito de este trabajo fue el de dar respuesta a la pregunta de ¿Cómo se aplica el Modelo de Análisis de Aptitud del Suelo (LSA[*]), el Método del Valor Umbral del Factor Ecológico (ecological factor threshold method) y los principios de Ecología del Paisaje en la planeación de redes y estructuras verdes? Con este trabajo se pretendió contribuir a la programación efectiva del uso de suelo para el año 2020 en Hanoi, Vietnam.

Primeramente, el análisis de aptitud del suelo (LSA[*]) apoyado por las funciones de análisis espacial del SIG a través de los siguientes pasos: identificación y recolección de información espacial, valoración con el proceso de jerarquía analítica (AHP[*]), integración de información y análisis del SIG, así como la evaluación resultante. Para realizar lo anterior se requirió de la clasificación del uso de suelo existente, dichos usos de suelo se clasificaron en: espacios siempre verdes o reales (parques, áreas verdes públicas, AV en ríos, AV en caminos y áreas verdes adjuntas), AV no reales o en espacios abiertos (áreas agrícolas y cultivos en aluvión), áreas construidas y sistemas de cuerpos de agua. En el LSA se determinó un valor del 1 al 3, donde el valor más alto indica mayor aptitud para el desarrollo de las áreas verdes, por lo que en el mapa de uso de suelo los espacios verdes reales recibieron un valor de 3, los espacios abiertos o AV no reales recibieron un valor de 2, y a los otros se les atribuyó el valor de 1 como los de menor aptitud. La AHP y la comparación en pares de los criterios se utiliza para identificar los resultados de la valoración, para lograr esto se utilizaron el MATLAB 5.3 y ArcGIS 9 con los

[36*] El asterisco denota: por sus siglas en inglés

que se generó un mapa que representa el mapa más apto para AV y su finalidad fue la de compararlo con el plan maestro 2020 de Hanoi.

Segundo, el método del valor umbral del factor ecológico, se implementó bajo los principios del equilibrio ecológico con el fin de cuantificar el espacio necesario de AV y con esto mantener el equilibrio ecológico de Hanoi, Vietnam. Este método se aplica en la planeación de AVU analizando los elementos ecológicos claves tales como: capacidad de carga de la población, equilibrio oxígeno-carbono, y equilibrio en abastecimiento-demanda del agua.

Tercero, los conceptos de ecología del paisaje y la métrica aplicada muestran la dimensión espacial de la planeación sustentable, así como las bases teóricas para la planeación urbana y del paisaje. Las estrategias fundamentales para el diseño del sistema de AV muestran que este sistema se encuentra comprendido por: red de corredores verdes, cinturón verde, área verde en gajos, extensión de AV y centro de la ciudad verde. Este sistema liga parches aislados de AV dentro y fuera de la ciudad en tres escalas diferentes: a nivel metrópoli, a nivel ciudad y a nivel vecindario. Por lo tanto, la organización de AVU basadas en los principios de la ecología del paisaje (conectividad, corredores, disposición de parches y red de mosaicos), utilizando elementos lineales (corredor verde) y no lineales (parques), abarca de mejor manera la conectividad de redes de AV en zonas urbanas que cuando se consideran estos espacios como elementos separados. Las AV dispuestas como un sistema son más resistentes al desarrollo urbano descontrolado que las AV individuales, además estos sistemas permiten que se incremente la biodiversidad. Por otra parte para lograr una red de áreas verdes, en la planeación y desarrollo de estos espacios, es importante aplicar los principios de la ecología del paisaje, ya que permite aplicar cuatro estrategias de planeación: ofensiva, defensiva, oportunista y protectora. Esto se puede lograr a través de la combinación de diferentes espacios o áreas verdes, como sería el caso de gajos verdes que permitan la conexión entre las AV fuera y dentro de la ciudad, lo cual representa una estrategia ofensiva en la planeación de la estructura verde; los cinturones verdes dentro de la ciudad que fortalezcan la conectividad con otros espacios de AV o fuera de ella los cuales permitan controlar el crecimiento urbano desmedido, esto representa una estrategia defensiva en la planeación de la estructura verde; los corredores verdes permiten la conexión entre la naturaleza fuera y dentro de la ciudad así como el desplazamiento de la

biodiversidad, estos representan una estrategia oportunista en la planeación de la estructura verde; y el mantenimiento, cuidado y conservación de parques, áreas verdes públicas y privadas que permitan la conexión entre los espacios verdes antes mencionados y de esta manera se reduzca la fragmentación y el aislamiento de las áreas verdes, esto representa una estrategia protectora en la planeación de la estructura verde.

Por lo tanto, la continuidad y conectividad que se presenta entre grandes AV (pulmón de una ciudad o corazón verde) y pequeñas AV (parches verdes -pequeños o medianos-), debido a la creación de corredores verdes (ya sean terrestres o marinos), es mucho más importante que el cuidar y preservar únicamente al parque como elemento aislado, ya que se considera una solución temporal. Es decir, sin la conexión entre áreas verdes, el aislamiento y la pérdida de la diversidad genética se considera inminente.

3.3. Jardines: Escala de transecto

Tras haber mencionado los proyectos a escala urbana, es preciso mencionar aquellos proyectos que se encuentran como una subescala urbana. A estos proyectos se les conocerá como de transecto (micro escala). De acuerdo a lo que menciona Buckland, Rexstad, Marques, y Oedekoven (2015) al muestreo a través de transectos también se le conoce como transectos lineales, de línea, o de tiras. Este muestreo, utilizado entre otras cosas para el análisis de especies tanto animales como vegetales, se le considera como un método de monitoreo poco convencional (Buckland, Borchers, Johnston, Henrys, y Marques, 2007; Buckland et al., 2015). Este tipo de muestreo permite abarcar una mayor área de análisis a diferencia de otros muestreos, como podría ser el muestreo por cuadrantes. Aunado a lo anterior, el muestro por transecto lineal es uno de los muestreos de mayor confianza para el monitoreo de plantas (Buckland et al., 2007). En lo que se refiere al análisis por escalas, la escala de transecto, permite un análisis más concreto, en zonas particulares y con una finalidad específica, como podrían ser las áreas ajardinadas en la vivienda.

Los análisis que se realizan a través de la escala de transecto, permiten documentar patrones de vegetación, que a su vez promueven el monitoreo y cuantificación de la diversidad, composición, distribución y dinámica de comunidades vegetales en dicho lugar. Una de las

características esenciales de este tipo de muestreo es que utilizan un diseño denominado "diseño cruzado" el cual de acuerdo con Buckland et al. (2007) Comprende una retícula sistemática de dos líneas perpendiculares entre sí, donde una de ellas tiene una trayectoria norte a sur (N-S) y la otra una trayectoria este a oeste (E-O); tomando esto como base, se analizan, a través de un muestreo aleatorio, algunos de los elementos o especies se encuentren a una distancia dada de las líneas que definen los transectos. Para mostrar la forma en cómo se utilizan los transectos en los análisis de la vegetación urbana en lo que respecta a la escala micro urbana o de transecto, a continuación se mencionan los siguientes: 1) Las AVU privadas o "patios" como elemento clave en la ecología urbana de la zona tropical de Centro América, y 2) El uso de transectos para el estudio de comunidades de palmas.

a) Las áreas verdes urbanas privadas o "patios" como elemento clave en la ecología urbana de la zona tropical de Centro América

El trabajo de González-García y Gómez (2008) pone de manifiesto que a pesar de que las AVU generan grandes beneficios a las zonas urbanas, principalmente aquellas que se encuentran como privadas, son también a las que menos atención se les presta. El autor menciona que es de suma importancia resaltar los beneficios que proporcionan los jardines o patios de una comunidad, para que de esta manera puedan ser estudiados con mayor frecuencia. Algunos de los beneficios mencionados son la contribución que generan hacia la biodiversidad, la creación de agricultura urbana como una entrada en el sistema ecológico, y el impacto positivo en la calidad de vida de los habitantes de dicha comunidad.

El área de estudio del citado trabajo se localiza en la ciudad de León al oeste de Nicaragua. La localidad cuenta con un clima tropical seco, con temperaturas máximas de 27 ^{o}C y mínimas de 5 ^{o}C. La ciudad se ubica en las planicies de las costas del Pacifico. Los suelos son principalmente andosoles y regosoles. Para el tiempo en el que se realizó la investigación la localidad contaba con una población de 143,878 habitantes y 27,882 viviendas, con un promedio de seis personas por vivienda.

Los patios o jardines en la localidad de León son considerados como elemento básico de la vivienda, sin importar la tipología de la vivienda o método constructivo utilizado para su

edificación. Otro rasgo importante por mencionar es que se consideran como raras aquellas viviendas en la localidad que no cuentan con patio o jardín exterior. Por otro lado, las AVU o públicas en la localidad están limitadas a un espacio pequeño y cuadrado adyacente a las principales iglesias y a dos parques periurbanos. Aunado a esto, las áreas verdes públicas se encuentran en un estado muy pobre de conservación con muy poca inversión por parte de las autoridades municipales. Por lo tanto, los jardines o patios cubren el 86.2 % de la superficie total de las AV de la localidad, dejando a las áreas verdes públicas o naturales en un 13.8 % de la cobertura total de área verde de la localidad de León, Nicaragua.

Este trabajo tuvo como propósito el análisis de dos hipótesis, 1) la diversidad de las plantas en los patios o jardines urbanos reflejan el proceso del desarrollo histórico y cultural de una comunidad, y 2) la diversidad en la vegetación utilizada en los patios o jardines es independiente a la dinámica histórica y/o urbana de la localidad, sino que depende principalmente a las preferencias de cada individuo o dueño de dicho patio o jardín.

Para llevar a cabo la investigación se realizó un muestreo a 83 viviendas. Se obtuvieron 96 patios en la muestra, donde se consideraron dos variables debido a las diferentes características en la tipología de la planta y, usos y funciones del patio o jardín: 1) Patio Central (casa tradicional) y 2) Traspatio (casa colonial). Para generar la muestra se llevó a cabo un diseño de muestreo aleatorio estratificado, donde se generaron tres sectores en la ciudad (colonial, barrio indígena de Sutiaba y barrio moderno). La información que se registró estaba basada en la composición de la vegetación (abundancia, especies, usos de la vegetación) así como la información relacionada con el área de jardín o patio (superficie, tipo, estructura, usos). La información fue analizada a través del análisis multivariante, utilizándose tres métodos: 1) Método Ward's, 2) Prueba Shapiro-Wilks, y 3) Prueba Kruskal-Wallis y Mann-Whitney *U*. Para los 3 métodos se utilizaron los softwares *PC-ORD* y *Statistica*, ambos paquetes para el sistema operativo de Windows.

Finalmente, se llegó a la conclusión que era de suma importancia la diversidad en la cultura de la población para la diversidad de vegetación con la que contaban en sus respectivos patios o jardines. Primeramente, los patios de las comunidades indígenas de Sutiaba y los patios coloniales eran los de mayor interés y que se consideraron como aquellos que deberían ser

conservados y fomentar su réplica debido a que contaban con mayor riqueza en diversidad, así como complejidad en la configuración del patio o jardín, a pesar del espacio tan limitado con el que contaban. Estos jardines o patios presentaban gran similitud a los de las granjas o huertos de las zonas rurales de Nicaragua. Segundo, los patios coloniales, eran de interés e importancia debido a sus características arquitectónicas, escénicas, características particulares de presencia y hábitat de flora y fauna. En suma, la investigación planteó que deben ser considerados los patios o jardines de la vivienda en la planeación urbana de una localidad, debido a que son estos espacios los que ocupan la mayor parte de las AV en una localidad y a su vez proporcionan los mayores beneficios no solo desde el punto de vista ecológico sino también urbano en lo que respecta a los espacios considerados como AVU y en la calidad de vida en una ciudad.

b) El uso de transectos para el estudio de comunidades de palmas.

La investigación realizada por Balslev et al. (2010) se llevó a cabo en los bosques tropicales de Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia. El objetivo de esta investigación fue cuantificar la riqueza de especies y abundancia de palmas en dicha zona. Para la selección de palmas se basaron en diferentes tipos de bosques, los cuales debían llenar los siguientes criterios: bosques de tierra firme en la Amazonia; bosques inundados en la Amazonia; bosques húmedos montanos; tierras bajas del bosque lluvioso del Pacífico.

El área de estudio se determinó a través de transectos, los cuales tenían una dimensión de 5 m de ancho x 500 m de largo para cuantificar la riqueza y abundancia de especies de palmas. Los transectos debían cubrir ciertas limitantes tales como el de asegurar que no se encontraran dentro de campos cultivados, arroyos o quebradas demasiado profundas que impidieran o dificultaran su acceso. Se determinó que el número de transectos no fuera mayor a 12, con lo cual se agilizaría su estudio.

La localización de dichos transectos se realizó con base en un muestreo estratificado debido a las condiciones geográficas de la zona. Aunado a esto se utilizaron mapas e imágenes satelitales de mediana resolución (Landsat 7) que permitieron de manera digital localizar los transectos. Una vez que se identificaron y delimitaron todos los transectos, se procedió a

identificar y contabilizar en sitio las especies de palmas que se encontraban al centro del transecto, es decir, aquellos individuos que se encontraran a 2.5 m al centro del transecto.

Este trabajo consideró en su metodología dos parámetros para la recopilación de datos: 1) Datos ambientales bióticos, tales como, la estructura del dosel arbóreo y sotobosque, la vegetación dominante y cualquier otro dato característico del bosque en cuestión. Así mismo, se tomó en cuenta los diferentes tipos de bosque por donde se desplazó el transecto; 2) Datos ambientales abióticos, tales como la inclinación del terreno, debido a las repercusiones sobre el crecimiento de la vegetación; la luz o apertura en el dosel del bosque; humedad de la superficie del suelo, ya que esta determina la presencia o ausencia de las especies en dicho transecto; tipo y profundidad de los suelos, y elementos expuestos tales como rocas, rastros y capa orgánica.

Finalmente, se generó un inventario fotográfico que incluyó: la planta analizada, la vegetación general del sitio, el transecto y la persona encargada del levantamiento de información. A dicho inventario se le asignó una clave especifica que debía contener la siguiente información para su fácil localización e identificación del elemento en cuestión: fecha del levantamiento (año, mes y día), número del transecto, número de la subunidad muestreada, numero de espécimen herbario, nombre del género, nombre de la especie, nombre de la variedad y en caso de ser necesario, la clave *"o-t"*[37] que determina que dicha fotografía fue tomada fuera del transecto.

3.4. En síntesis: áreas verdes a través de escalas

Los proyectos o casos que se mostraron anteriormente a escala regional, pretenden analizar los efectos negativos (tales como la fragmentación de los paisajes, baja calidad en la cobertura del suelo y la vegetación, la baja o nula aptitud en los usos de suelo) que se generan sobre las AV naturales, productivas o urbanas de una ciudad-región debido al desmedido proceso de urbanización; otro punto que se menciona en estos proyectos es contribuir con estrategias que minimicen los daños a estos espacios verdes así como plantear estrategias de adaptación en la planeación para los futuros usos de suelo. Estos proyectos proponen la utilización de imágenes satelitales, orto-fotos y software tales como ArcGIS y FRAGSTAT para llevar a cabo el análisis

[37] Siglas en ingles de Out of Transect

de uso de suelo, de cobertura de suelo, de fragmentación del paisaje y diacrónico del índice de calidad de la vegetación, así como la evaluación de la calidad de uso de suelo y de vegetación.

Los proyectos a escala urbana, muestran los problemas que se presentan debido al crecimiento urbano de las ciudades, principalmente por el desmedido desarrollo de zonas habitacionales; lo cual trae como consecuencia la reducción de las AV naturales, productivas y urbanas, así como cambios en los patrones de cobertura y calidad de la vegetación, cambios en los patrones del paisaje y la fragmentación del mismo. Estos proyectos pretenden mostrar que se pueden generar redes de AV que promuevan el incremento, la continuidad y la conectividad de las AVU con las naturales y productivas; así mismo promueven estrategias de planeación para redes o sistemas verdes, estrategias de forestación, utilización de los principios de la ecología del paisaje, todo esto con el fin de proteger y mejorar el ambiente. Estos proyectos proponen la utilización de imágenes satelitales y SPOT de alta calidad, software tales como ArcGIS y FRAGSTAT para llevar a cabo el análisis de uso de suelo, de fragmentación del paisaje, análisis de intensidad de cambio de las áreas verdes, análisis de aptitud del suelo y el método del valor umbral del factor ecológico, así como la aplicación de los principios de la ecología del paisaje.

Lo de mayor importancia y relevancia en estos proyectos es que traspasa escalas en la planeación y desarrollo de los espacios verdes. La importancia aquí estriba en lograr la conectividad entre los espacios verdes, ya sean urbanos o naturales, a pesar del crecimiento urbano que se presenta en las ciudades. Este proceso de urbanización, no tiene que ser necesariamente un proceso negativo para el medio ambiente, siempre y cuando se consideren estrategias de planeación enfocadas al cuidado, protección y conservación de los espacios naturales tanto dentro como fuera de las zonas urbanas, en el espacio público como en el privado.

Por su parte los proyectos a escala de transecto señalan la importancia y la utilidad de realizar el análisis de los espacios verdes o con vegetación a través de una escala mucho más pequeña. Una escala donde se permita tener un mejor control sobre los elementos que se van a analizar. Además, permite resaltar la importancia que tienen dichos espacios a nivel de biodiversidad y calidad de vida de los habitantes. Es a través de esta escala donde se puede dejar de lado la generalidad y llegar a la particularidad, es decir se puede realizar el análisis de cuestiones muy específicas tanto de la zona seleccionada, de elementos bióticos o abióticos,

cuestiones culturales o de desarrollo urbano como lo fue en el caso del proyecto de González-García y Gómez (2008). Se presume que a través de este método se pueden obtener resultados representativos de la localidad, en función de los elementos en cuestión, siempre y cuando las consideraciones de las variantes se encuentren en los rangos y parámetros establecidos previamente en las características del transecto.

Finalmente, resulta importante mencionar que, los trabajos citados se han realizado con una finalidad y desde un enfoque principalmente ecológico-ambiental y por ende no ha sido considerado como primordial el enfoque social, siendo éste el que permitiría incluir la opinión de los habitantes de las zonas de estudio. Sin embargo, para el trabajo de investigación que aquí se plantea, se pretende incluir un apartado que complemente el análisis físico (ecológico y ambiental), con un análisis de la opinión de los habitantes sobre el conocimiento ambiental que se tiene sobre las áreas verdes, así como su opinión sobre el cambio que se ha presentado en estos espacios de la vivienda. Esto con el fin de obtener elementos que permitan dar fundamento a la planificación, diseño, desarrollo y conservación de las AVU de forma integral, fomentando la sustentabilidad ambiental.

IV. MARCO METODOLÓGICO.

4. LAS ÁREAS VERDES A TRAVÉS DE ESCALAS

Una vez revisados los antecedentes y las metodologías utilizadas en otros países, sobre la problemática que se presenta en las AV debido al proceso de urbanización, principalmente por los desarrollos habitacionales, se llevará a cabo una investigación descriptiva y analítica de la estructura, relación y cambios que presentan las AV en Mexicali en cuatro periodos de tiempo (1990, 2000, 2010 y 2013) planteando el análisis en tres escalas: regional, urbana y de transecto. Además, se toma como eje rector los principios de la ecología del paisaje. Aunado a esto se realizará, a nivel de transecto, un análisis indagatorio con los habitantes de las zonas habitacionales, primeramente, sobre el conocimiento ambiental que se tiene sobre las AVU en los espacios privados de la vivienda, y segundo sobre su opinión de los cambios físicos y ambientales que se presentan debido a las modificaciones en el espacio de la vivienda designado para el área verde. Este trabajo parte del enfoque de la planeación ecológica, de los principios de la ecología del paisaje y de estudios previamente revisados para la selección y adecuación de aquellos elementos que sean necesarios y que a su vez permitan el cumplimiento de los objetivos de esta investigación. Así mismo, pretende fundamentar que las funciones ecológicas y ambientales de las AV son un factor prioritario para fomentar la sustentabilidad ambiental en la ciudad de Mexicali, B.C. a través de la planeación integral de las AVU.

Para poder tener un panorama más claro de lo que sucede al interior de la mancha urbana en relación con los cambios presentados en las áreas verdes privadas de la vivienda, se considera necesario conocer las transformaciones que presenta la estructura vegetal de forma general tanto en la ciudad con los espacios verdes públicos y privados, así como en la zona agrícola productiva de Mexicali a través del tiempo. Por lo tanto, el análisis de las áreas verdes se ha de realizar a través de tres escalas: regional, urbana y de transecto. El manejo de las escalas es de suma importancia en una investigación con enfoque ambiental; Ahern (2013), menciona que para encontrar la posible solución de cualquier tema, independientemente de la escala en la que éste se encuentre, se ha de analizar desde diferentes escalas.

Se pretende que a escala regional o macroescala, se realice un análisis de uso de suelo y cobertura vegetal, donde se observen los patrones de cambio de cobertura vegetal que ha sufrido el área agrícola productiva del valle de Mexicali en un período de 23 años, tomando como base de información estadística los años en que se generan los censos de población (1990/2000/2010 y 2013[38]) los cuales permiten obtener información socioeconómica de la zona de estudio.

A escala urbana o mesoescala[39], realiza un análisis de uso de suelo y cobertura vegetal, así como un análisis de Índice de la Diferencia de la Vegetación Normalizada (NDVI[*]). En esta escala se pretende observar la dinámica de cambio de la cobertura vegetal de las AVU y su integración en la transición entre el Valle de Mexicali y la ciudad de Mexicali en el período de 2004 a 2013.

A escala de transecto o microescala, se pretende conocer los usos y funciones de los espacios exteriores y las características de la vegetación existente en la vivienda; y analizar el conocimiento que tienen los habitantes del transecto sobre las áreas verdes y su aportación al medio ambiente, el periodo del análisis es de 2013 a 2014.

4.1. ANÁLISIS DE LAS ÁREAS VERDES A ESCALA REGIONAL

El análisis a escala regional o macro escala consiste en la descripción del patrón multitemporal de cambio de cobertura de suelo de la zona agrícola del valle de Mexicali, el cual se basa en el análisis de uso de suelo y dinámica de cambio de la cobertura de suelo.

4.1.1. Área de estudio de la macro escala

Debido a que esta investigación tiene como base un enfoque ecológico se determinó que el área de estudio parta de la subregión hidrológica Río Colorado ubicada en el Municipio de Mexicali, B.C. (ver Figura 11) (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, 2012). Debido a que dentro de esta subregión se encuentran las cuencas hidrológicas que corresponden

[38] Se tomará en consideración este año para poder generar una transición entre la escala regional y urbana teniendo como referente la información obtenida del trabajo denominado "Metodología para la planificación de áreas verdes urbanas: el caso de Mexicali, B.C." (Peña, 2011).

[39] La Mesoescala para este trabajo se refiere al espacio comprendido por la mancha urbana de la ciudad de Mexicali, que de acuerdo al PDUCP 2025 cuenta con una superficie de 206.34 km^2 (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007).

[*] Por sus siglas en ingles

a los Municipios Mexicali, Tecate y San Luis Rio Colorado en Sonora, la zona de estudio se ajustará únicamente a una parte del acuífero Valle de Mexicali[40].

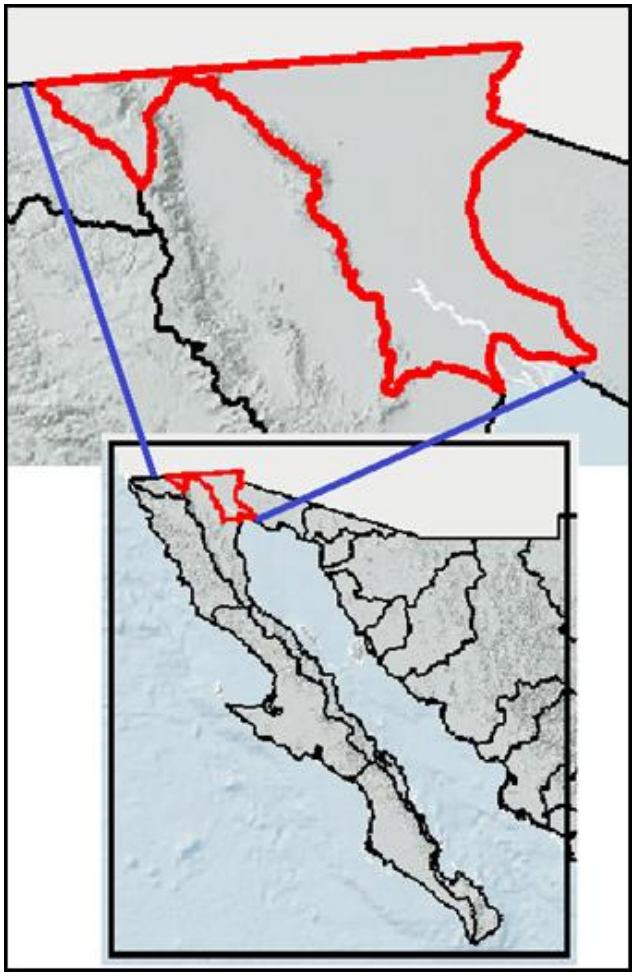


Figura 11. Localización de Subcuenca hidrológica.
Fuente: Elaboración propia basada en CONABIO (2012).

La CONAGUA indica que el acuífero Valle de Mexicali comprende una superficie de 4,908 km^2, localizado entre los paralelos 32°38'20" y 30°51'27" latitud norte y, 115°50'15" y 114°42'24" longitud oeste del Meridiano de Greenwich (Comisión Nacional de Agua, 2009; Google Earth, 2015a). Sus colindancias geográficas son: al norte con el estado de California,

[40] La clave con la cual se define el acuífero Valle de Mexicali es la 0210 según el SIG para el Manejo de Agua Subterránea (SIGMAS) de la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA, 2009)

Estados Unidos, al este con el acuífero Valle de San Luis Río Colorado, Sonora, al oeste con el acuífero Laguna Salada, Baja California y, al sur con el acuífero El Chinero, Baja California y Golfo de California (ver Figura 12) (Comisión Nacional del Agua, 2009).

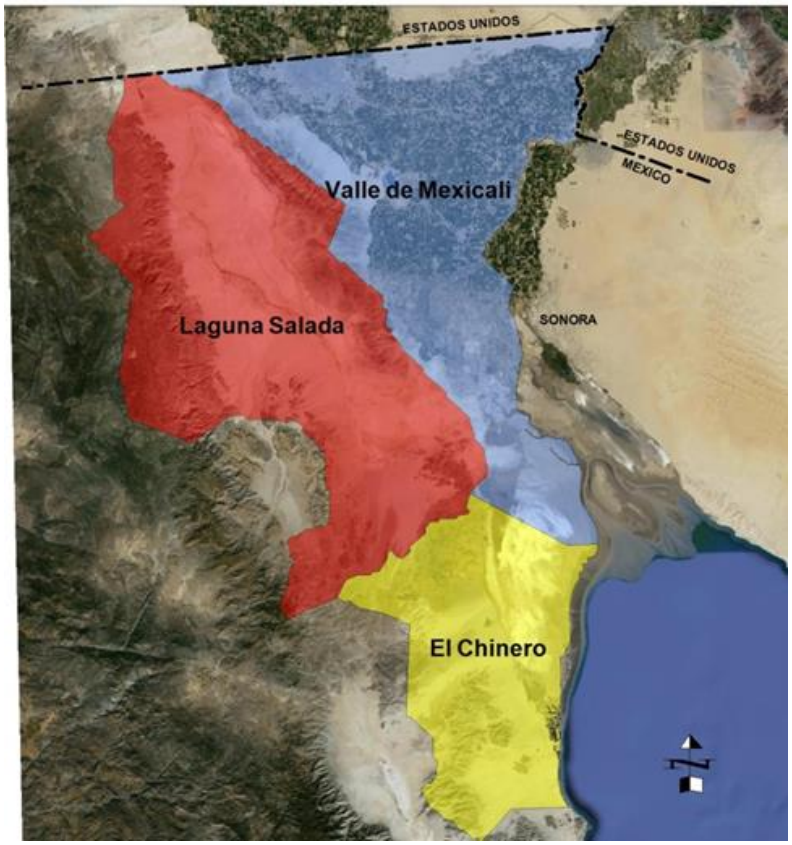


Figura 12. Mapa del acuífero Valle de Mexicali
Fuente: Elaboración propia basada en CONAGUA (2009); Google Earth (2014).

El acuífero Valle de Mexicali a su vez se subdivide en 8 subcuencas de las cuales únicamente se consideran 6 de ellas: Río Nuevo, Canal del Álamo, Río Las Abejas, Río Colorado, Río Hardy y Río Pescadores. Dichas subcuencas forman parte del territorio donde se localiza la mancha urbana de la ciudad de Mexicali y el área agrícola productiva del valle de Mexicali, el cual comprende una superficie de 2,356 km2 (ver Figura 13) (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, 2012; Comisión Nacional del Agua, 2009).

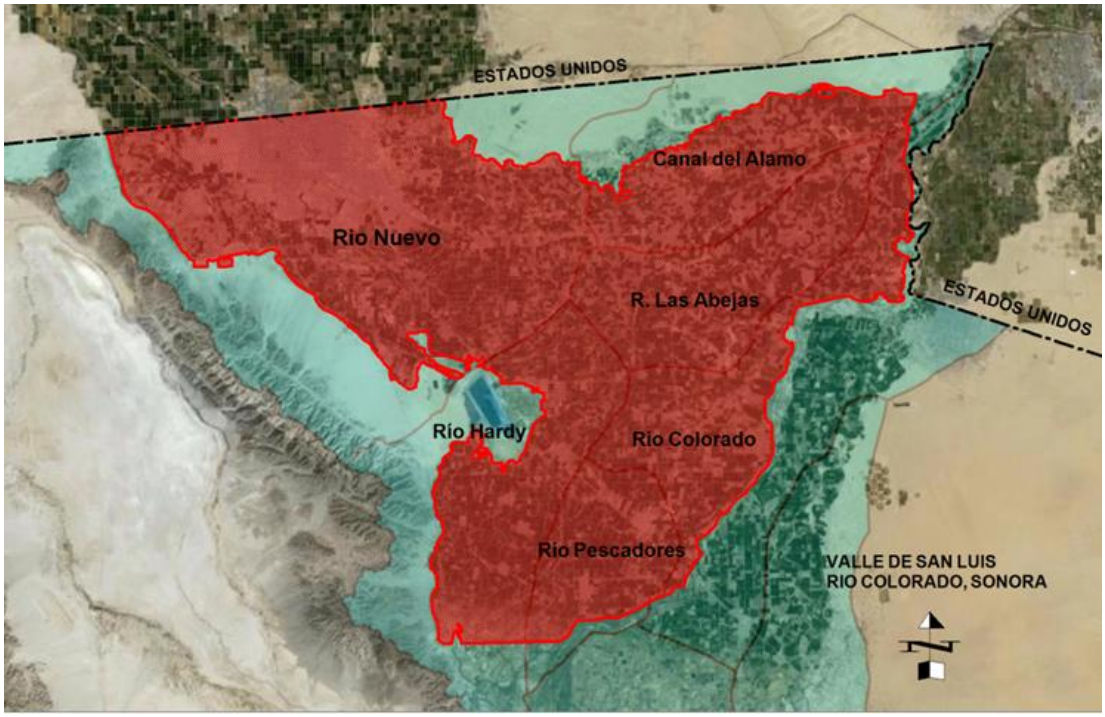


Figura 13. Mapa de delimitación del área de estudio
Fuente: Elaboración propia basada en CONABIO (2012).

4.1.2. Métodos y herramientas para la macro escala

Este análisis toma en consideración las aportaciones de La-Greca, La-Rosa, Martinico, y Privitera (2011) adecuando algunos de sus elementos metodológicos para el análisis a escala regional de este trabajo. Primeramente, se ha de utilizar el análisis de uso de suelo con el que se pretende identificar los diferentes usos de suelo contenidos en la zona de estudio (urbano, agrícola, natural). Una vez que se identifican estas zonas se ha de realizar un análisis multitemporal de dinámica de cambio en la cobertura vegetal en cuatro períodos 1990, 2000, 2010 y 2013. De acuerdo a lo que señala Chuvieco (2010) una de las aportaciones del análisis multitemporal de la cobertura vegetal y uso de suelo se dirige a detectar cambios entre dos o más fechas alejadas en el tiempo, estudiando el dinamismo temporal de una determinada zona. Por lo tanto con este análisis se pretende identificar los cambios que ha presentado la vegetación/cultivos así como la transformación que se ha presentado a través del tiempo. Para llevar a cabo este análisis se definen tres tipos de cobertura vegetal, las cuales son: vegetación en riego, aquellas parcelas que se encuentran con vegetación vigorosa o con una gran cantidad de

agua; vegetación reciente, aquellas parcelas que se encuentran con vegetación menos densa o en temprano estado de crecimiento; y por último, terreno en rastreo, que son aquellas parcelas que se encuentran en el proceso de preparación para la siguiente siembra o aquellas áreas con escasa o nula vegetación (suelo desnudo). Esta información puede procesarse a través del software IDRISI con la aplicación "Land Change Modeler" (LCM:ES por sus siglas en inglés).

Para llevar a cabo este análisis se requiere del uso de imágenes satelitales de mediana resolución. Dichas imágenes se obtuvieron del portal *Earthexplorer* del Departamento de Geología de los Estados Unidos (USGS por sus siglas en inglés) (United States Geological Survey, 2013a; 2014). Las imágenes satelitales corresponden a escenas Landsat L5 TM para los periodos 1990, 2000 y 2010 y escenas Landsat L8 OLIS/TIRS para el año 2013, todas con resolución de 30 m. Debido a la extensión territorial del valle de Mexicali y que las escenas disponibles no corresponden con la totalidad de la zona de estudio, se requiere de la selección de dos escenas por período. Para la selección de las escenas que correspondan a la zona de estudio se ha de considerar la escena del path/row 39/37 que corresponde a la parte norte del valle y la escena del path/row 38/38 para la parte sur del mismo. Para poder observar la vegetación en su estado más vigoroso se determinó que las fechas de análisis oscilaran entre los meses de Mayo y Julio. Por lo tanto y debido a la disponibilidad de escenas, las fechas seleccionadas corresponden al mes de Junio de cada periodo, oscilando con 10 días como máximo entre cada escena. Aunado a esto, las escenas cumplen con las siguientes características: la calidad de la escena ha de oscilar entre 7 y 9, las escenas tienen que ser de día y la cobertura de nubosidad menor al 10% (ver tabla 4). Todas las escenas seleccionadas deben estar georeferenciadas con el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM por sus siglas en inglés) UTM/WGS84 zona 11 norte.

Tabla 4. Información de imágenes Landsat utilizadas en escala macro o regional

	Escena / Periodo	1990	2000	2010	2013
Escena Norte del Valle de Mexicali	Tipo	LT5 TM	LT5 TM	LT5 TM	L8 OLIS/TIRS
	Nombre	LT50390371990168XXX03	LT50390372000164XXX02	LT50390372010175EDC00	LC80390372013167LGN00
	Path/Row	39/37	39/37	39/37	39/37
	Fecha	Junio 17	Junio 12	Junio 24	Junio 16
	% Nubosidad	0.0	0.0	0.0	0.34
	Calidad	7	7	9	9
Escena Sur del Valle de Mexicali	Tipo	LT5 TM	LT5 TM	LT5 TM	L8 OLIS/TIRS
	Nombre	LT50380381990177AAA03	LT50380382000157XXX02	LT50380382010168EDC00	LC80380382013176LGN00
	Path/Row	38/38	38/38	38/38	38/38
	Fecha	Junio 26	Junio 5	Junio 17	Junio 25
	% Nubosidad	0.0	0.0	0.0	5.93
	Calidad	9	9	9	9

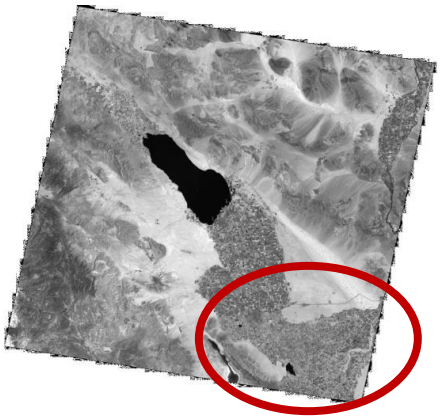
Fuente: Elaboración propia basada en datos de United States Geological Survey (2013a; 2014)

4.1.3. Tratamiento y clasificación de las imágenes satelitales

a) Tratamiento de las imágenes Landsat LT5 y L8

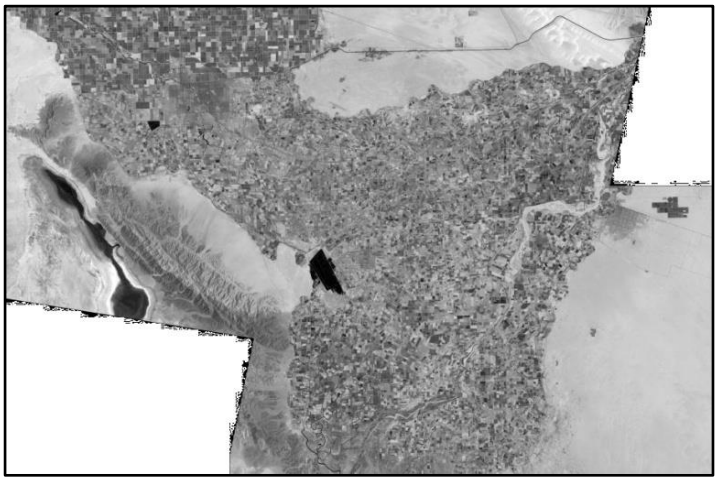
El tratamiento de las imágenes se lleva a cabo a través del software IDRISI Selva V.17. Es importante mencionar que las escenas Landsat LT5 TM y L8 OLIS/TIRS que se descargaron de *Earthexplorer* corresponden a un formato Tiff, sin embargo para poder llevar a cabo el tratamiento de las escenas en IDRISI se requiere de la transformación de este formato a un formato raster (.rst) a través de la importación del archivo con la aplicación "GeoTIFF/Tiff to Idrisi". Una vez que se ha cambiado el formato de todas las escenas y de cada una de sus bandas espectrales, se procede a fusionar las escenas o crear un mosaico que contenga la zona de estudio (path/row 39/37 y 38/38). La fusión de las escenas con sus respectivas bandas se lleva a cabo a través de la aplicación "mosaic". Una vez que se ha creado el mosaico se procede a recortar la escena para delimitar la zona de estudio. Para realizar el recorte es necesario activar las aplicaciones "cursor inquiry mode" y "feature properties" para obtener los puntos de referencia

(column/row) que definirán los parámetros del recorte, los puntos que se seleccionen deben corresponder a la esquina superior izquierda y la esquina inferior derecha; una vez que se tiene esta información se utiliza la aplicación "window" para realizar el recorte final (ver figura 14).



1) Imagen Landsat LT50390371990168XXX03

2) Imagen Landsat LT50380381990177AAA03



3) Mosaico de Imágenes (Combinación de Imagen 1 y 2)

Figura 14. Tratamiento preliminar de imágenes satelitales
Fuente: Elaboración propia basada en imágenes satelitales Landsat LT5 TM (USGS, 2013a; 2014)

En la zona de estudio se identificaron tres grupos de uso de suelo: urbano, agrícola y natural. Además, dentro de estos grupos se identificaron subgrupos que también tienen que ser considerados para el acotamiento de la zona de estudio, teniendo así en el suelo urbano a los poblados, carreteras, vías del tren, drenes y canales; en el suelo agrícola a la vegetación en riego,

vegetación reciente y, terreno en rastreo; y por último en las áreas naturales a las montañas y sierras, desiertos, dunas y cuerpos de agua (ver Figura 15).

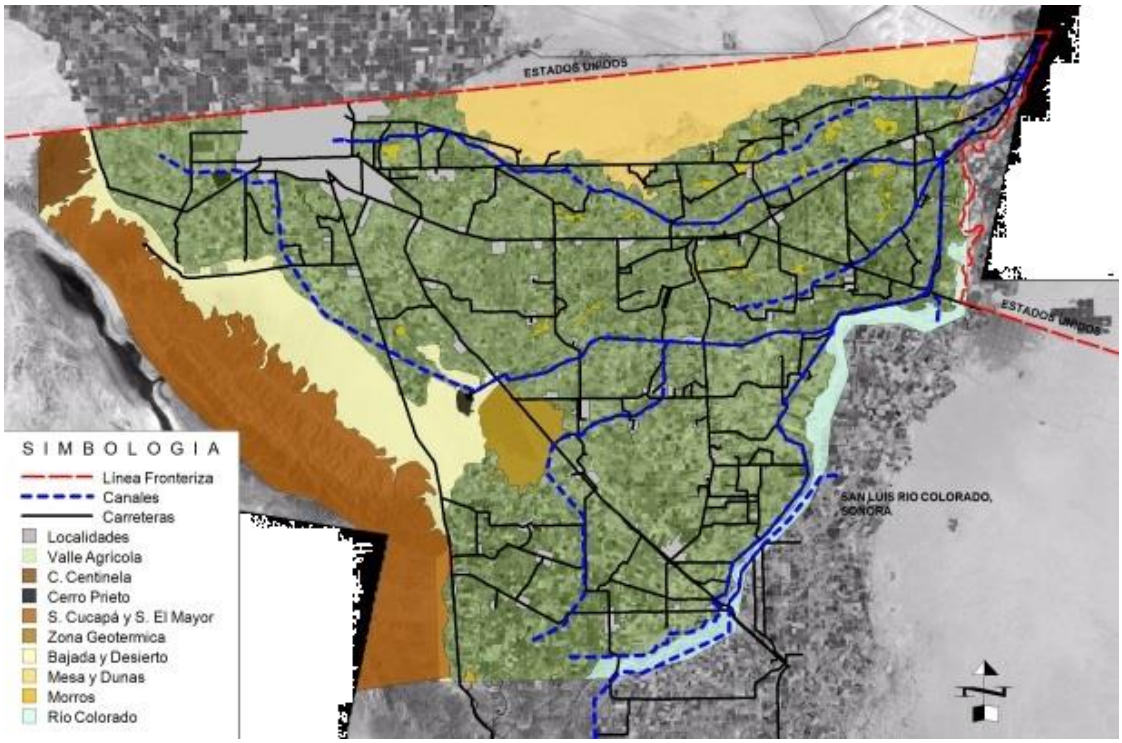


Figura 15. Mapa de identificación de usos de suelo en la zona de estudio
Fuente: Elaboración propia.

Debido a que el análisis de cobertura vegetal se enfoca únicamente para el suelo agrícola, se plantea entonces generar máscaras de los usos de suelo diferentes del agrícola y excluirlos de las que permitan reducir o eliminar elementos o variaciones que generen confusión al momento de hacer una clasificación de usos de suelo (Mather, 2004). Para generar la máscara que contenga estos usos de suelo se necesitan identificar polígonos. Dichos polígonos se pueden realizar con el software MapInfo V11.0, que a su vez deben tener la característica de ser "regiones", dichas regiones generan una base de datos que se ha de guardar como un archivo "MIF". Para continuar con el procesamiento de las imágenes, en el software IDRISI, el archivo "MIF" se ha de vectorizar la información importándolo como un archivo "VCT". Una vez que se tiene el vector se utiliza la aplicación "initial" para generar la máscara, siguiéndole la conversión del archivo a modelo raster a través de la aplicación "reformat" y, finalmente se utiliza la

aplicación "overlay" para depurar la imagen con cada una de sus bandas espectrales y mantener únicamente la información que se pretende analizar, que para este caso, es la cobertura vegetal del uso de suelo agrícola (ver Figura 16). Una vez que se tiene esta información se procede a reconocer o identificar la dinámica de cambio de la cobertura vegetal en la zona de estudio, es decir, realizar una clasificación.

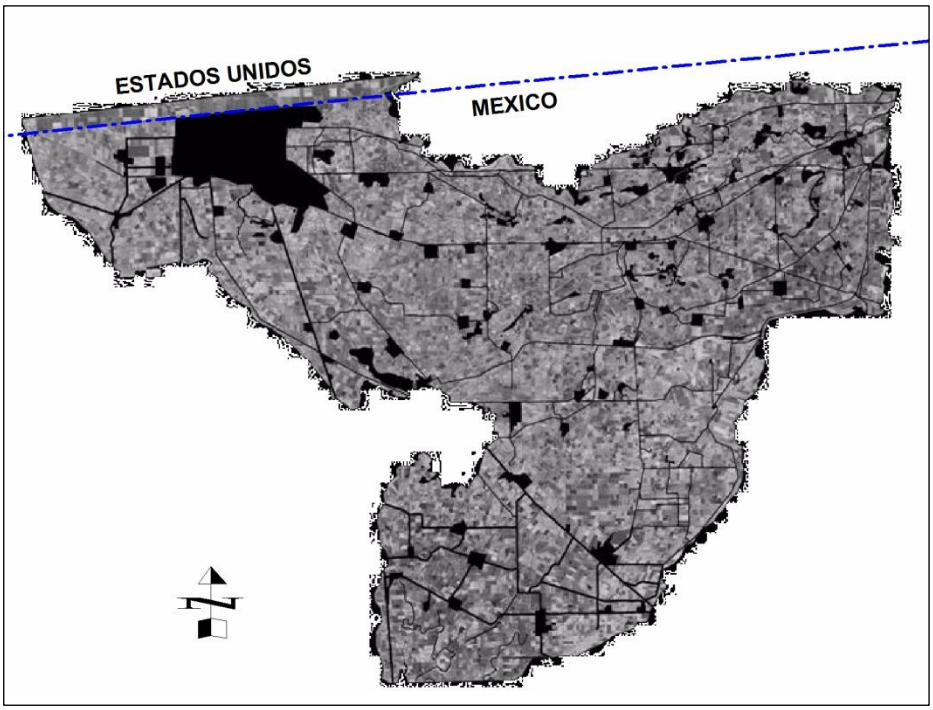


Figura 16. Mapa con máscara de uso de suelo agrícola.
Fuente: Elaboración propia basada en Imagen base Landsat LT5 TM (USGS, 2013a; 2014)

b) Clasificación de las imágenes.

Cuando se habla de clasificar las imágenes, se hace referencia a la interpretación asistida por computadoras de las imágenes satelitales. Para llevar a cabo la clasificación de las imágenes se puede utilizar: 1) el método de clasificación supervisada, siendo aquel que requiere un conocimiento externo de la zona mostrada en la imagen, ya sea por visitas de campo, artículos con investigaciones de la zona, análisis previo de imágenes del sitio, o 2) el método de la clasificación no supervisada, que es aquel que se lleva a cabo cuando no se conoce la zona de estudio, no se cuenta con suficiente información para identificar los elementos de los que se

encuentra compuesta la imagen (Mather, 2004). Por lo tanto, para el análisis de cobertura vegetal de esta investigación se optó por utilizar el método de clasificación supervisada debido a que se tiene suficiente información para detectar el tipo de cobertura así como conocimiento por visitas a campo.

Para realizar la clasificación supervisada de las imágenes se requiere de la creación de “sitios de entrenamiento” y de su respectivo “archivo de firmas espectrales”. Los sitios de entrenamiento son aquellas delimitaciones que realiza el software para tipos de cobertura específicos basados en información estadística de sitios conocidos en la imagen, los cuales se delinean a través de polígonos; y una firma espectral es la descripción del grado con el que la energía es reflejada en diferentes regiones del espectro electromagnético también conocidos como patrones de respuesta espectral (Eastman, 2012). Previo a la generación de los sitios de entrenamiento y las firmas espectrales, se realiza una combinación de bandas espectrales para crear una imagen en falso color o color infrarrojo, con lo que será mucho más fácil distinguir e interpretar el tipo de cobertura vegetal y asignarle un número que lo identifique. La combinación de las bandas 432 y 543 (RGB por sus siglas en inglés) en las imágenes Landsat LT5 TM y LC8 OLIS/TIRS respectivamente (ver Figura 17), permite identificar la vegetación vigorosa o cultivos regados con los colores rojo-magenta; la vegetación menos densa, arbustos y vegetación en temprano estado de crecimiento con los colores marrón-verdes; las áreas con prados secos, matorral ralo, escasa o nula vegetación con los colores blanco-beige; superficies cubiertas total o parcialmente con agua, tales como ríos, canales y/o embalses con los colores azul obscuro-negro; y por último, las zonas urbanas con los colores gris-azul metálico (Chuvieco, 2010; United States Geological Survey, 2013b).

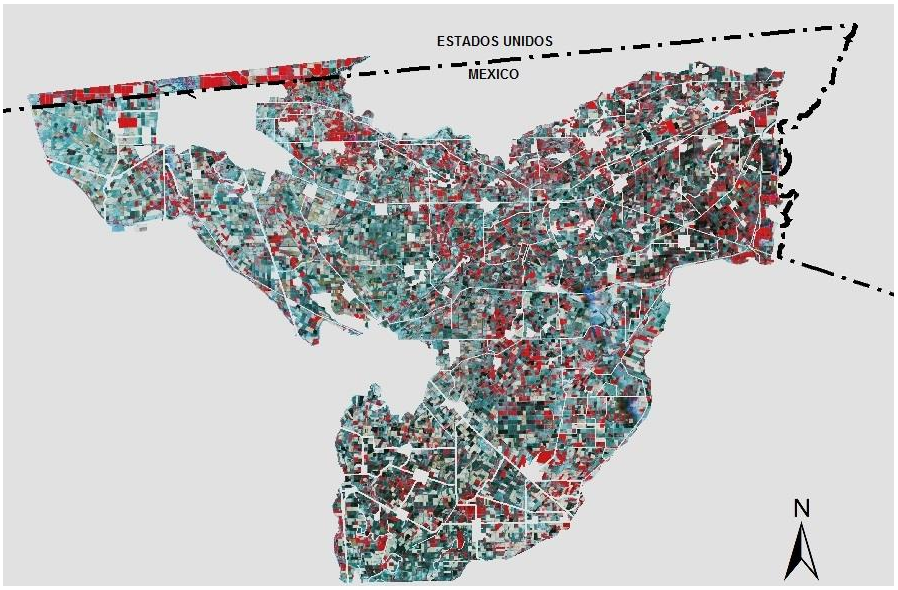


Figura 17. Imagen en falso color o infrarrojo
Fuente. Elaboración propia basada en Imagen base Landsat LT5 TM (USGS, 2013a).

Los sitios de entrenamiento permiten identificar a través de polígonos los diferentes tipos de cobertura que previamente se mencionaron. Para crear los sitios de entrenamiento en IDRISI se requiere el uso de la aplicación "digitize", utilizando como base la imagen en falso color RGB432. A cada sitio de entrenamiento se le asigna un número, los cuales pueden ser: vegetación en riego = 1, vegetación reciente = 2 y suelo en rastreo = 3. Una vez que se tiene esta información, el siguiente paso es crear un archivo de firmas espectrales, las cuales proporcionaran un patrón de respuesta espectral para cada clasificación (ver Figura 18) A esta fase se le conoce como análisis de firma espectral, el cual puede desarrollar una caracterización tan simple como la media o el rango de reflectividad de cada banda espectral; o tan compleja como sería el análisis detallado de la media, varianza y covarianzas de todas las bandas (Eastman, 2012).

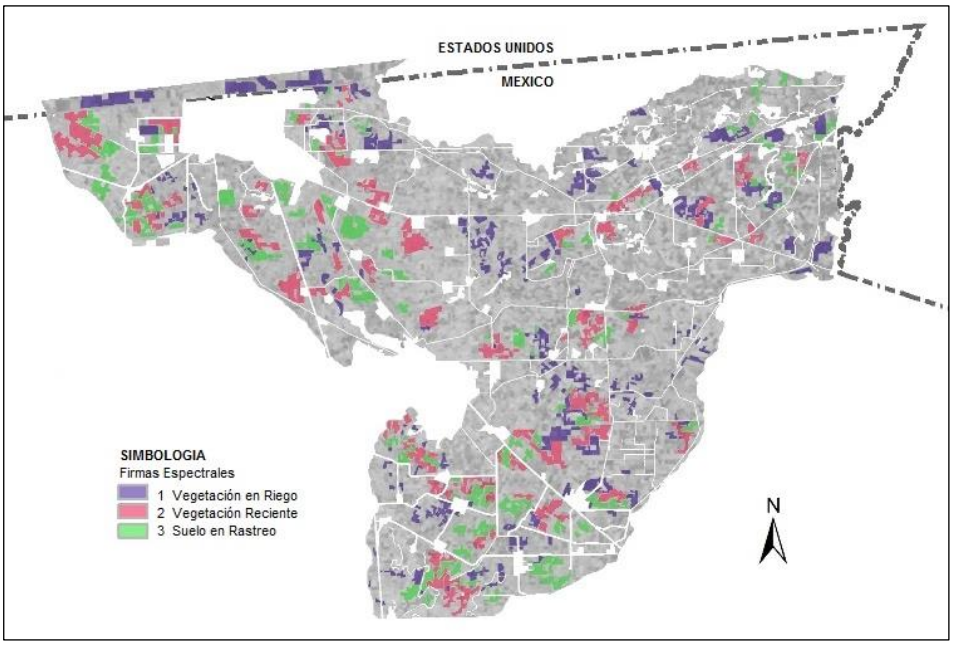


Figura 18. Imagen con sitios de entrenamiento y firmas espectrales
Fuente. Elaboración propia basada en Imagen base Landsat LT5 TM (USGS, 2013a).

El archivo de las firmas espectrales se genera mediante la aplicación "MakeSig", es importante mencionar que este proceso requiere de la inclusión de todas las bandas espectrales de la imagen, y no únicamente las bandas utilizadas en la imagen de falso color. Una vez que se tiene esta información, se puede procesar la imagen a través de la clasificación supervisada para obtener los cambios en la cobertura vegetal. Este proceso se realiza mediante la aplicación "MAXLIKE", se selecciona "use equal prior probabilities" debido a que no se cuenta con información previa a la frecuencia relativa con la que las diferentes clasificaciones aparecerán; se incluye cada una de las firmas espectrales, finalmente se ingresa el valor 0.10 en "mínimum likelihood for classification" lo que representa el porcentaje o proporción que se ha de excluirse de cada pixel para la clasificación, y se procede a correr el sistema, lo que dará como resultado un mapa de clasificación de coberturas vegetal (ver Figura 19). Este tratamiento se ha de repetir para cada período de tiempo a analizar (ver Figura 20, 21 y 22).

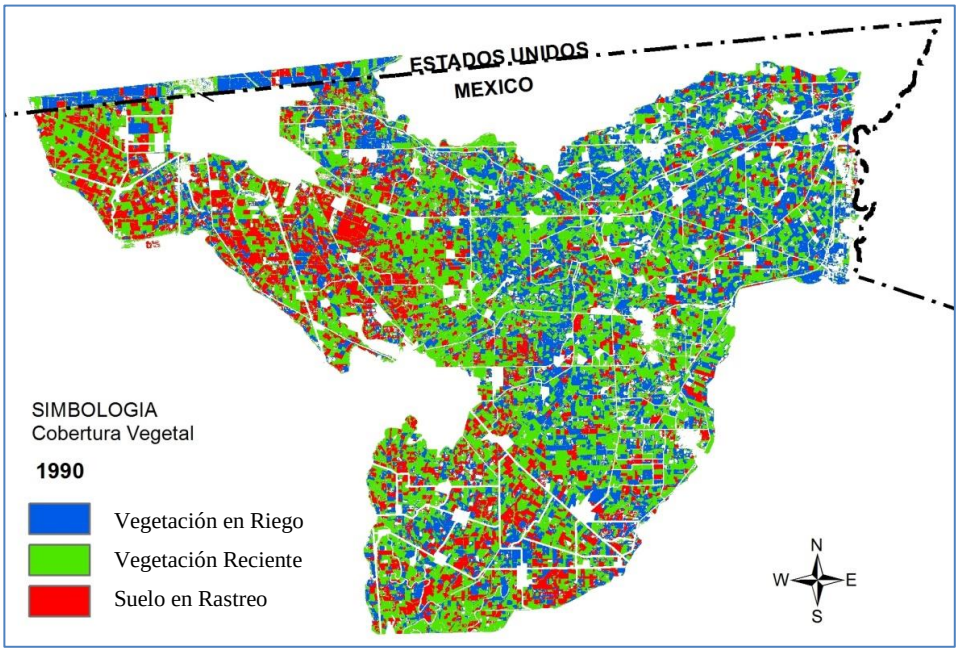


Figura 19. Mapa de Clasificación Supervisada: Valle de Mexicali 1990
Fuente. Elaboración propia basada en Imagen Landsat LT5 TM (USGS, 2013a).

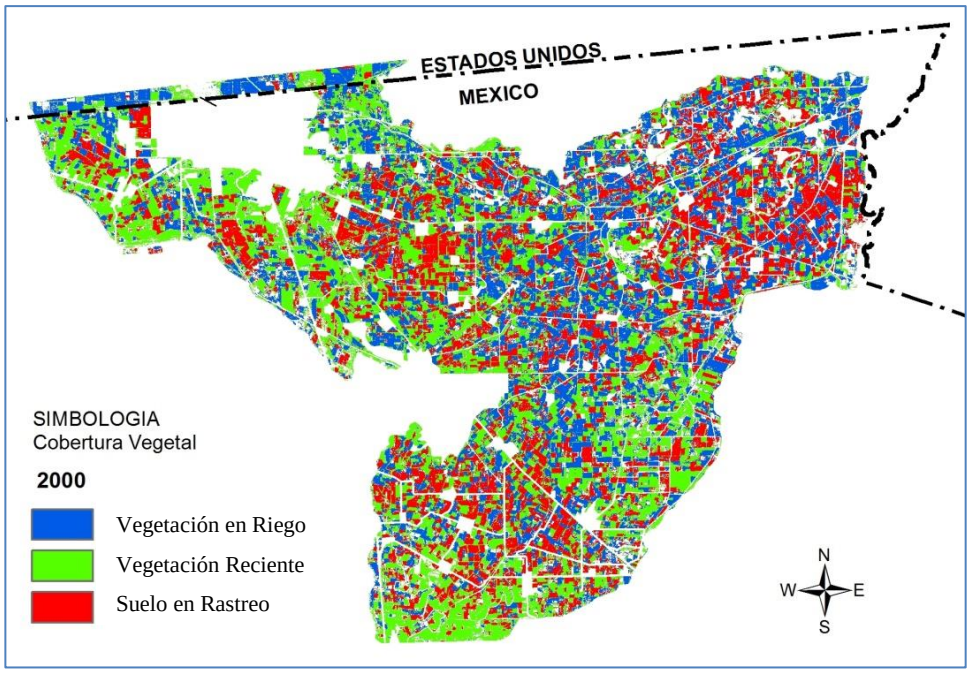


Figura 20. Mapa de Clasificación Supervisada: Valle de Mexicali 2000
Fuente. Elaboración propia basada en Imagen Landsat LT5 TM (USGS, 2013a).

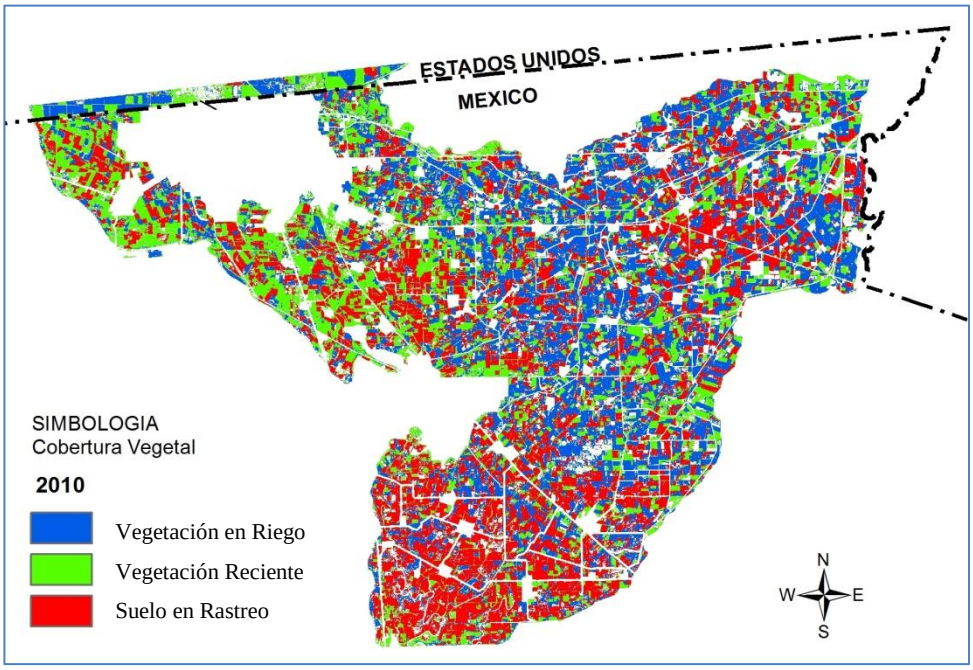


Figura 21. Mapa de Clasificación Supervisada: Valle de Mexicali 2010
Fuente: Elaboración propia basada en Imagen Landsat LT5 TM (USGS, 2013a).

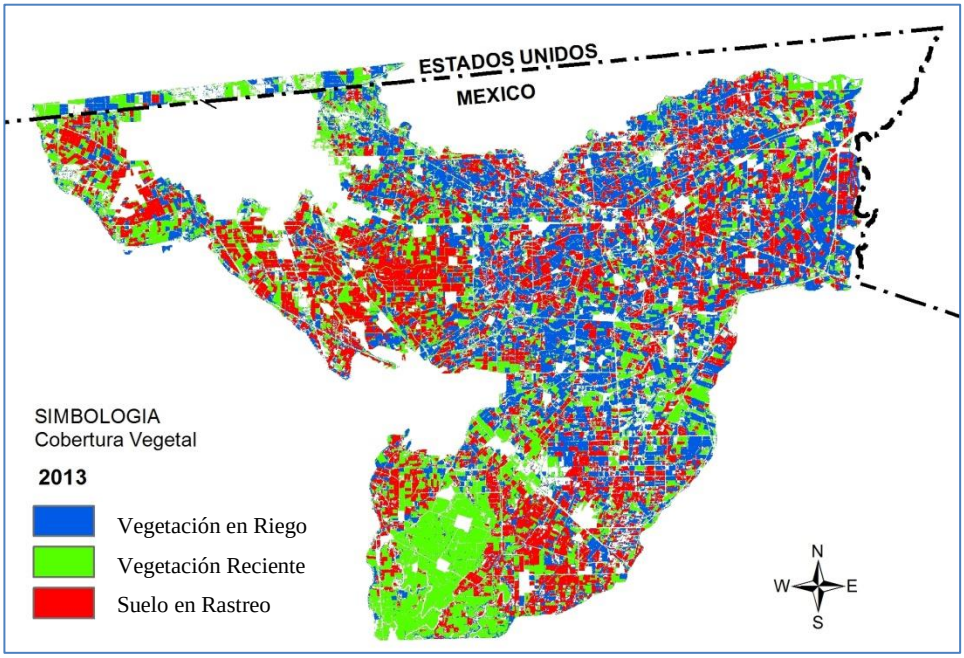


Figura 22. Mapa de Clasificación Supervisada: Valle de Mexicali 2013
Fuente: Elaboración propia basada en Imagen Landsat LT5 TM (USGS, 2013a).

4.1.4. Análisis multitemporal de cambios de cobertura.

Una vez que se tiene la clasificación de la cobertura vegetal en cada uno de los períodos de tiempo a analizar se llevará a cabo el análisis multitemporal de la dinámica de cambio de cobertura vegetal a través del software IDRISI Selva V.17 utilizando la aplicación "Land Change Modeler" enfocada a la sustentabilidad ecológica (LCM:ES por sus siglas en inglés). Esta aplicación permite hacer el análisis de los cambios en la cobertura del suelo, proyectar su curso a futuro, evaluar sus implicaciones en los cambios de hábitat y biodiversidad y evaluar las intervenciones de planeación para mantener la sustentabilidad ecológica. Este método permite hacer la comparación de información o datos cuantitativos entre dos imágenes de una zona en particular de dos períodos diferentes (Eastman, 2012), estudiando el dinamismo temporal de una determinada zona, como podría ser el crecimiento urbano o las transformaciones agrícolas (Chuvieco, 2010). En lo que se refiere a este trabajo de investigación, únicamente se ha de trabajar en el análisis de cambio de cobertura de suelo.

Para llevar a cabo este procesamiento, es necesario tener mapas a los que se les haya realizado una clasificación, ya sea supervisada o no supervisada. Además, se hace hincapié en que dichos mapas o imágenes deben cumplir con las siguientes condiciones: 1) las leyendas en ambos mapas deben de ser iguales, 2) las categorías en ambos mapas deben ser iguales y con las mismas secuencias, 3) el fondo de los mapas debe tener un valor de cero, y 4) las dimensiones espaciales deben ser las mismas, incluyendo la resolución y las coordenadas.

Igualmente, para este procesamiento se ha determinado hacer una comparación entre los períodos de 1990 a 2013 de los mapas resultantes de la clasificación de cobertura vegetal. Por lo tanto, una vez que se activa la aplicación LCM:SE se requiere ingresar las imágenes de los períodos que se han de comparar, empezando por la imagen del período más antiguo seguida del período más reciente aunado al año que le corresponde a cada imagen respectivamente. Es importante señalar que debido a las características de este análisis (de cobertura vegetal), los espacios relacionados con efecto gas invernadero (REDD por sus siglas en inglés), caminos o carreteras y, modelo de elevación, se ignoran y se dejan los espacios correspondientes en blanco. Una vez que se ha hecho esto se procede a correr el sistema para que se generen los patrones. Este proceso da como resultado gráficas y mapas de los cambios que se han presentado en la

cobertura vegetal de los mapas con los períodos especificados, es decir, las transiciones entre la cobertura de un período y otro. Este análisis permite observar los cambios que se han presentado en la estructura del paisaje del valle agrícola de Mexicali y por lo tanto, evaluar los cambios de la cobertura vegetal a través del cambio neto[41], las pérdidas y ganancias y, la persistencia[42] de la cobertura vegetal que se ha presentado en un periodo de 23 años en el Valle de Mexicali.

4.2 ANÁLISIS DE LAS ÁREAS VERDES A ESCALA URBANA

En lo que se refiere a la escala urbana se pretende analizar la estructura y funcionamiento actual de las AVU en la ciudad de Mexicali. Este análisis se pretende realizar a través de dos escalas: Meso escala o Urbana y Micro escala o de transecto, esta última se tratará en el apartado 3.4. La escala Meso-Urbana, con la cual se pretende observar la dinámica de cambio, así como la estructura y función de la cobertura vegetal que se presenta entre el valle y la ciudad de Mexicali, considerándose los usos de suelo y las áreas verdes que se encuentran en las periferias de la mancha urbana y, utilizando información del PDUCP 2025 (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007) e imágenes satelitales con resolución de 30 m y como apoyo para el análisis general de la mancha urbana una imagen de resolución de 1.5 m.

4.2.1 Área de estudio de la meso escala

El área de estudio para la escala urbana, corresponde a lo que se encuentra bordeado por la mancha urbana de la ciudad de Mexicali. La localidad cuenta con una superficie de 206.34 km^2 (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007) y una población total de 689,775 habitantes de acuerdo al Censo de población de 2010 y se ubica geográficamente entre los paralelos 32°39'24" y 32°33'10" latitud norte y, 115°35'37" y 115°19'52" longitud oeste (Google Earth, 2015b; INEGI, 2010) (ver Figura 23).

[41] Se considera como Cambio Neto en la cobertura vegetal, a la diferencia que se presenta al comparar dos períodos de tiempo entre la cobertura del período inicial y el último período (López y Plata, 2009).

[42] A las áreas que no han sufrido cambios en su cobertura, es decir zonas estables también se les denomina como áreas con persistencia (López y Plata, 2009)

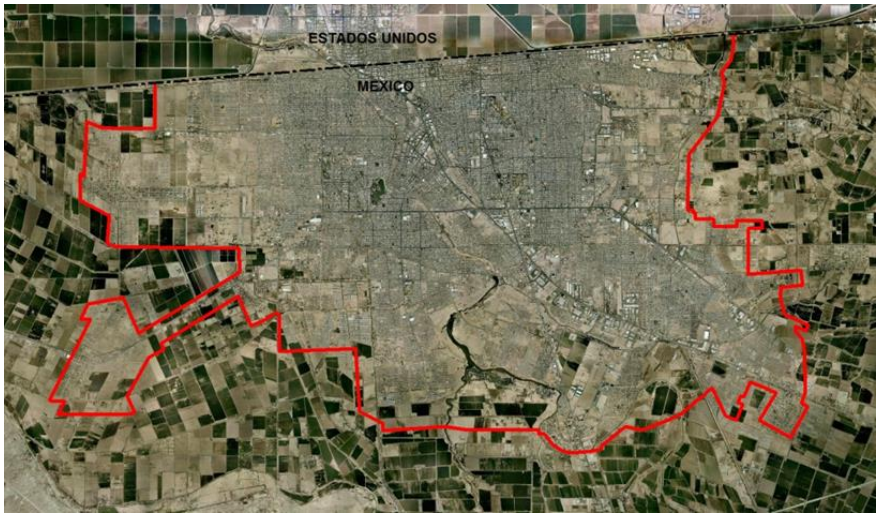


Figura 23. Mapa de delimitación de área de estudio: Escala urbana o meso
Fuente: Elaboración propia basada en el PDUCP Mexicali 2025 (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007) y Google Earth (2015b).

4.2.2. Métodos y herramientas para la escala meso-urbana

Para llevar a cabo el análisis de la estructura y función de las AVU, se plantea adecuar la metodología utilizada por Salvati y Zitti (2012), el cual se enfoca en evaluar el crecimiento y la dispersión urbana sobre la vegetación en la zona urbana-rural de Roma; y la metodología utilizada por Duc-Uy y Nakagoshi (2008), donde se utilizan los conceptos de Ecología del Paisaje aplicados al proyecto de estudio como bases teóricas para la planeación urbana. Por lo tanto, para llevar a cabo este análisis se requiere de la identificación y análisis de los usos de suelo, así como de la identificación y análisis de la cobertura de suelo, tanto urbano como aquella de las zonas de cultivos del valle de Mexicali que se encuentran en la periferia de la ciudad. Para lograr lo anterior se requiere de la revisión de información proporcionada en el PDUCP 2025 (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007) para los usos de suelo, así como información cartográfica en formato de imagen satelital para la identificación de la cobertura de suelo. Debido a que la información que se obtuvo del PDUCP data de casi 10 años con respecto a la información de imágenes satelitales que se tiene para esta escala, se realizó una revisión y actualización de los usos de suelo de relevancia para esta investigación (vegetación, edificaciones, suelo desnudo o baldíos) a través de información Catastral provista

por Landeros (2014), de esta manera se han de observar los cambios que se han presentado en los usos de suelo de la ciudad entre el año 2004 al 2013.

Una vez que se han identificado los usos del suelo de la ciudad se ha de llevar a cabo un análisis de cobertura vegetal a través de un Índice de Vegetación (IV), el cual puede ser como un parámetro calculado a partir de los valores de la reflectividad a distintas longitudes de onda y que pretende extraer de los mismos la información relacionada con la vegetación minimizando la influencia de perturbaciones como aquellas que son derivadas del suelo o bien las condiciones atmosféricas (Gilabert, González-Piqueras, y García-Haro, 1997) que se presenten en el momento de ser tomada la imagen satelital. Es importante señalar que en la década de los ochenta se pensaba que podría existir un IV ideal, considerándolo como aquel particularmente sensible a la cubierta vegetal, insensible al brillo y color del suelo y poco afectado por la perturbación atmosférica, los factores ambientales y las geometrías de la iluminación y de la observación (Gilabert et al., 1997). Además, se puede decir que dicho IV ideal no existe, pero que es válido y acertado trabajar con los que actualmente existen, ya que estos contienen en su información las bandas espectrales del rojo e infrarrojo siendo estas bandas las que contienen el 90% de la información relativa de la vegetación, es decir, la cantidad de radiación reflejada en las longitudes de onda correspondientes en la banda del rojo (R) y la que contiene el infrarrojo cercano (IR) muestra una estrecha relación con la actividad fotosintética de la superficie del suelo (Gilabert et al., 1997; Matteucci, 1998). De acuerdo a Guyot esto se debe a que los tejidos fotosintéticamente activos absorben una proporción alta de la radiación incidente en la banda del rojo y reflejan una gran proporción de la radiación en la banda del infrarrojo (citado en Gilabert et al., 1997). Esta reflexión diferencial en dichas bandas permite la construcción de índices espectrales. Uno de los más usados es el Índice de la Diferencia de la Vegetación Normalizado (NDVI por sus siglas en inglés, el cual se expresa con la siguiente fórmula: NDVI = (IR-R) / (IR+R) (Gilabert et al., 1997; Matteucci, 1998). Para realizar este trabajo se determinó utilizar el NDVI, con el cual se pretende resaltar la cubierta vegetal en la ciudad de Mexicali y, así observar la dinámica de cambio de la cobertura vegetal en la mancha urbana así como la transición entre valle y ciudad en el año 2013.

Para llevar a cabo el proceso para la identificación de la cobertura del suelo se requiere de la utilización de imágenes satelitales así como de la utilización del software ArcMap 10. Las imágenes utilizadas han de ser de mediana resolución, en este caso será una escena en Landsat L8 y una escena en SPOT 6, ambas del año 2013. La imagen Landsat se obtuvo del portal *Earthexplorer* del USGS (United States Geological Survey, 2014). Esta imagen satelital corresponde a una escena Landsat L8 OLIS/TIRS con resolución de 30 m. Por su parte la escena en SPOT 6 se obtuvo de la compañía *Apollo Mapping*. *The Image Hunter* (Apollo Mapping, 2014). Esta segunda imagen también es considerada como una imagen de mediana resolución, pero a diferencia de la escena en Landsat 8, ésta proporciona una resolución de 1.5 m. Para la selección de las escenas Landsat L8 que correspondan a la zona de estudio se ha de considerar la escena del path/row 39/37 que corresponde a la parte norte del valle. Para poder observar la vegetación en su estado más vigoroso se determinó que las fechas de análisis oscilaran entre los meses de Mayo y Julio. Por lo tanto y debido a la disponibilidad de escenas, las fechas seleccionadas corresponden al mes de Junio para la escena Landsat L8 y del mes de Abril para la escena SPOT 6. Aunado a esto, las escenas han de cumplir con las siguientes características: la calidad de la escena puede oscilar entre 7 y 9, las escenas tienen que ser de día y la cobertura de nubosidad menor al 10% y estar orto-rectificadas (ver tabla 5). Todas las escenas seleccionadas han de estar georeferenciadas con el sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM por sus siglas en inglés) UTM/WGS84 zona 11 norte.

Tabla 5. Información de imágenes satelitales Landsat y SPOT utilizadas en escala meso o urbana

	Escena/Periodo 2013			Escena/Periodo 2013	
Escena Norte del Valle de Mexicali	**Tipo**	L8 OLIS/TIRS	**Escena Mancha Urbana de Mexicali**	**Tipo**	SPOT 6
	Nombre	LC80390372013167LGN00		**Nombre**	201304131809526_SEN_816018101
	Path/Row	39/37		**Path/Row**	39/37
	Fecha	Junio 16		**Fecha**	Abril 13
	Bandas	11 (RGB +SIR+TIRS)		**Bandas**	4 (RGB + NIR)
	Multiespectral	30 m		**Multiespectral**	6 m
	Pancromática	15 m		**Pancromática**	2.5 m
	% Nubosidad	0.34		**Resolución Combinada**	1.5 m
	Calidad	9		**Orto-rectificada**	Si
	Orto-rectificada	Si		**Escala**	1:50,000

Fuente: Elaboración propia basada en datos cortesía de USGS (2013a) y Apollo Mapping (2014).

4.2.3. Tratamiento y clasificación de las imágenes satelitales

a) Tratamiento de la imagen satelital Landsat L8

El tratamiento de la imagen satelital de mediana resolución se lleva a cabo a través del software IDRISI Selva V.17. La escena Landsat L8 OLIS/TIRS que se ha descargado de *Earthexplorer* corresponden a un formato TIFF, sin embargo para poder llevar a cabo el tratamiento de esta escena en IDRISI se requiere de la transformación de este formato a un formato raster (.rst), esto se puede realizar a través de la importación del archivo con la aplicación "GeoTIFF/Tiff to Idrisi"[43]. Una vez que se ha cambiado el formato de cada una de las bandas espectrales, se procede a recortar la escena para delimitar la zona de estudio. Para realizar el recorte es necesario activar las aplicaciones "cursor inquiry mode" y "feature properties" para obtener los puntos de referencia (column/row) que definirán los parámetros del recorte, los puntos que se

[43] Para mayor información sobre este tema, revisar el apartado "4.1.3. Tratamiento y clasificación de las imágenes satelitales"

han de seleccionar han de corresponder a la esquina superior izquierda y la esquina inferior derecha, una vez que se tiene esta información se utiliza la aplicación “window” para realizar el recorte (ver Figura 24).

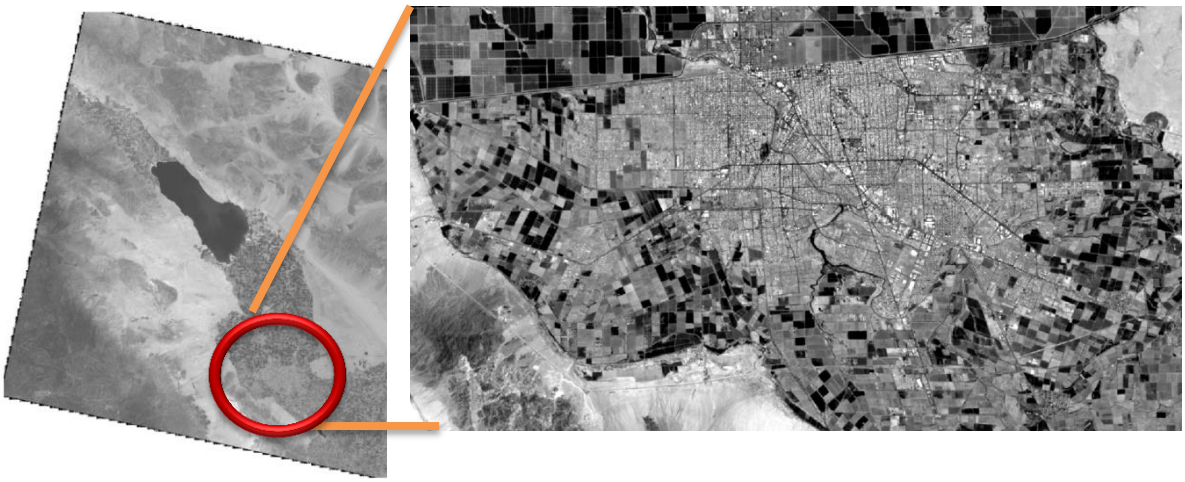


Figura 24. Tratamiento preliminar de imagen satelital para escala meso o urbana
Fuente: Elaboración propia basada en imagen satelital Landsat LC80390372013167LGN00 (USGS, 2014)

En el apartado 4.1.3. (Tratamiento y clasificación de las imágenes satelitales -a escala regional-) se muestra cómo se llevó a cabo el proceso para la identificación de los usos de suelo. Dicho proceso requirió de un proceso de limpieza a la imagen de aquellos elementos que pudieran generar confusión al momento de la clasificación de los usos de suelo (Mather, 2004), tales elementos fueron los poblados, carreteras, vías del tren, drenes y canales (ver Figura 15 y 16 en apartado 4.1.3.). Así mismo se muestra cómo fue el tratamiento de esta imagen para llegar a la clasificación de la cobertura del uso, en una zona donde el uso de suelo es principalmente agrícola. Para esta escala y debido a que este análisis únicamente necesita las zonas agrícolas que se encuentran en la periferia de la mancha urbana, se determinó llevar a cabo una zona de buffer de 5 km, retomando la imagen de cobertura de suelo de la escala Regional, para llevar a cabo el recorte de la imagen del valle de Mexicali (ver Figura 25).

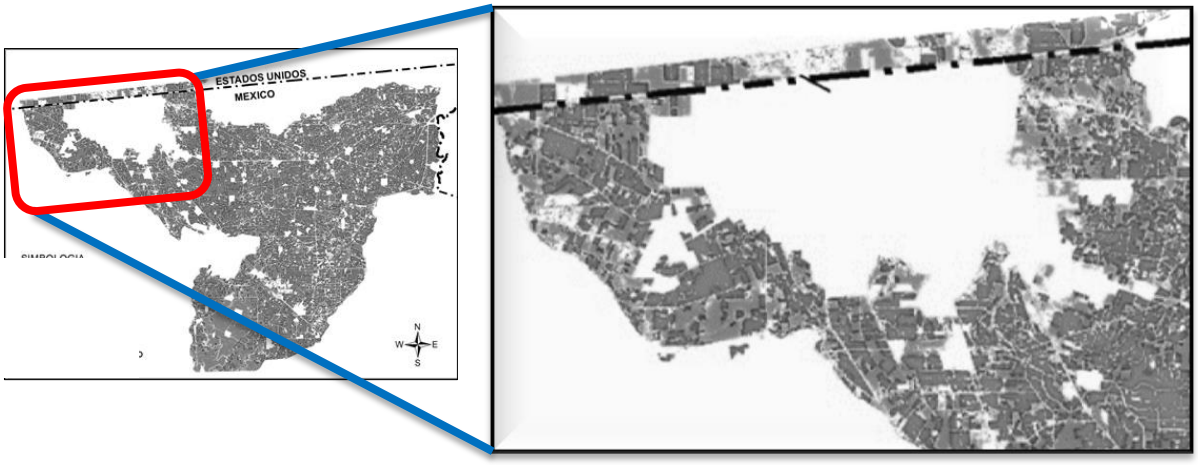


Figura 25. Recorte de imagen regional para delimitar zona de buffer en escala urbana
Fuente: Elaboración propia basada en imágenes satelitales Landsat LTM5 y LC8 (USGS, 2013a; 2014)

Una vez que se tiene la imagen con su debido recorte, se realiza el proceso para el análisis de cobertura de suelo, donde se lleva a cabo su identificación y clasificación a escala urbana o de ciudad. Para esto se requiere del tratamiento de una imagen satelital SPOT 6, el cual se lleva a cabo a través del software ArcMap 10. La imagen que se ha de trabajar es una escena SPOT 6 que se ha descargado de la compañía Apollo Mapping (2014). Esta imagen se obtuvo ya como un recorte de la mancha urbana de la ciudad de Mexicali, la cual representa una extensión de 235 km^2. Esta imagen se encuentra en un formato TIFF, debido a que esta imagen se trabajará con un software diferente a IDRISI, no es necesario cambiar el formato ni hacer ningún recorte (ver Figura26).

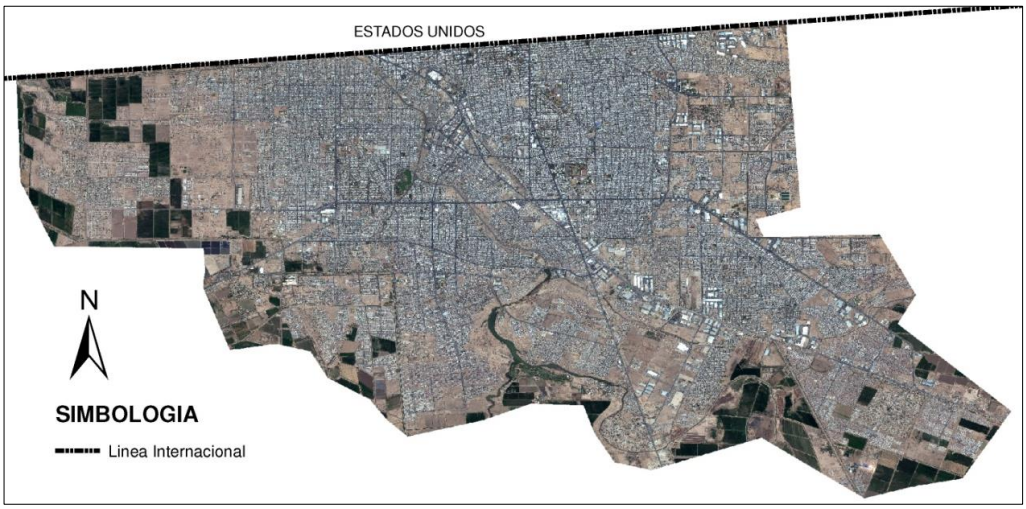


Figura 26. Imagen satelital SPOT 6 de la zona de estudio
Fuente: Elaboracion propia con base en SPOT 6 201304131809526_SEN_816018101 (Apollo Mapping, 2014).

b. Clasificación de las imágenes SPOT 6.

Cuando se habla de clasificar las imágenes, se hace referencia a la interpretación asistida por computadoras de las imágenes satelitales. Para llevar a cabo la clasificación de la imagen SPOT 6 y realizar el análisis de cobertura vegetal a esta escala se utilizó el método de la clasificación supervisada, siendo aquel que requiere un conocimiento externo de la zona mostrada en la imagen, ya sea por visitas de campo, artículos con investigaciones de la zona, análisis previo de imágenes del sitio (Mather, 2004).

Para realizar la clasificación supervisada de las imágenes se requiere de la creación de "sitios de entrenamiento" y de su respectivo "archivo de firmas espectrales". Los sitios de entrenamiento son aquellas delimitaciones que realiza el software para tipos de cobertura específicos basados en información estadística de sitios conocidos en la imagen, los cuales se delinean a través de polígonos; y por su parte se entiende por firma espectral a la descripción estadística de las clases derivadas de la aquellas muestras o sitios de entrenamiento identificadas en la información raster provista (Environmental Systems Research Institute, 2014), por su parte Eastman (2012) la define como la descripción del grado con el que la energía es reflejada en diferentes regiones del espectro electromagnético también conocidos como patrones de respuesta espectral. Previo a la generación de los sitios de entrenamiento y las firmas espectrales, se realiza

una combinación de bandas espectrales para crear una imagen en falso color o color infrarrojo, con lo que será mucho más fácil distinguir e interpretar el tipo de cobertura vegetal y asignarle un número que lo identifique. La combinación de las bandas 413 (RGB por sus siglas en inglés) en la imagen SPOT 6 (ver Figura 27), permite identificar la vegetación vigorosa o cultivos regados con los colores rojo-magenta; la vegetación menos densa, arbustos y vegetación en estado temprano de crecimiento con los colores marrón-verdes; las áreas con prados secos, matorral ralo, escasa o nula vegetación con los colores blanco-beige; superficies cubiertas total o parcialmente con agua, tales como ríos, canales y/o embalses con los colores azul obscuro-negro; y por último, las zonas urbanas con los colores gris-azul metálico (Chuvieco, 2010; ASTRIUM, 2013).

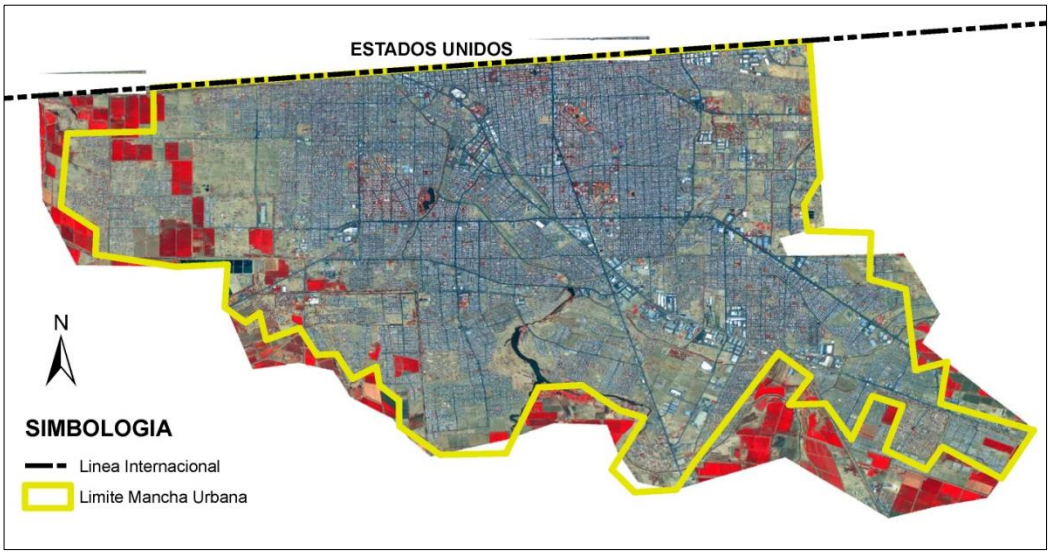


Figura 27. Imagen en falso color o infrarrojo escala urbana
Fuente: Elaboración propia basada en imagen SPOT 6 201304131809526_SEN_816018101 (Apollo Mapping, 2014).

Los sitios de entrenamiento permiten identificar a través de polígonos los diferentes tipos de cobertura que se encuentran en la mancha urbana, para este caso se pretende observar primeramente la vegetación, seguido por las edificaciones, vialidades, suelo desnudo y cuerpos de agua. Para crear los sitios de entrenamiento en el software ArcMap 10 se requiere crear un archivo "shape" (shape file) el cual permite generar los polígonos que identificaran los diferentes tipos de coberturas. La imagen que se ha de utilizar es aquella que tiene la combinación de

bandas para el falso color (RGB 413). A cada sitio de entrenamiento se le asigna un número, los cuales pueden ser: 1 = Edificación/Techo con Teja, 2 = Edificación/Techo claro, 3 = Vegetación/Pasto, 4 = Vegetación/Árbol, 5 = Vegetación/Agrícola, 6 = Vialidades, 7 = Suelo Desnudo y 8 = Cuerpos de Agua (ver Figura 28).

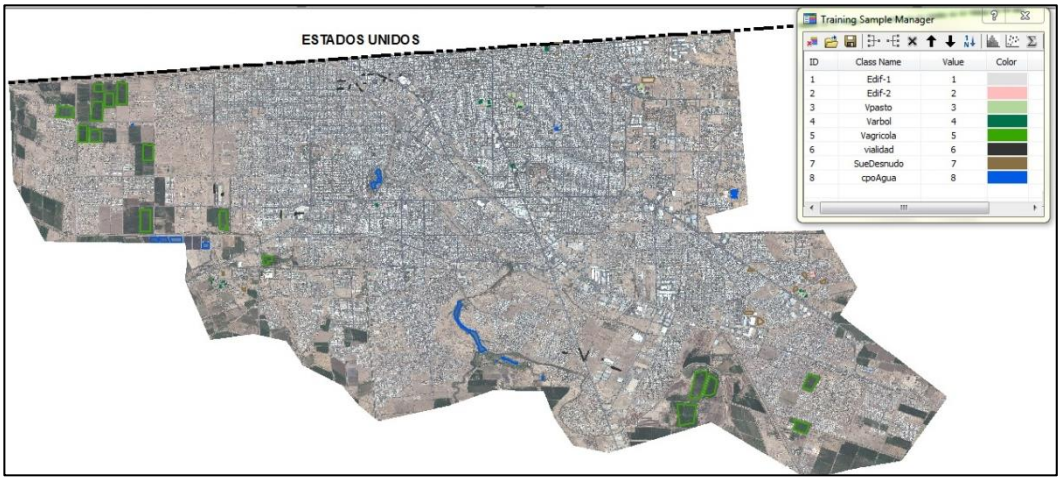


Figura 28. Imagen con sitios de entrenamiento: Mexicali 2013.
Fuente: Elaboración propia con base en imagen SPOT 6 201304131809526_SEN_816018101 (Apollo Mapping, 2014).

Al tener esta información se puede procesar la imagen a través de la clasificación supervisada, la cual permite obtener los cambios de la cobertura vegetal. Este proceso se realiza mediante la aplicación "Maximum Likelihood Classification" en el software. Se seleccionan todas las bandas de la imagen y se agrega el archivo de las firmas espectrales, y una vez que se le asigna un nombre al archivo de salida para la clasificación se procede a correr el sistema, lo que dará como resultado un mapa de clasificación de coberturas vegetal (ver Figura 29).

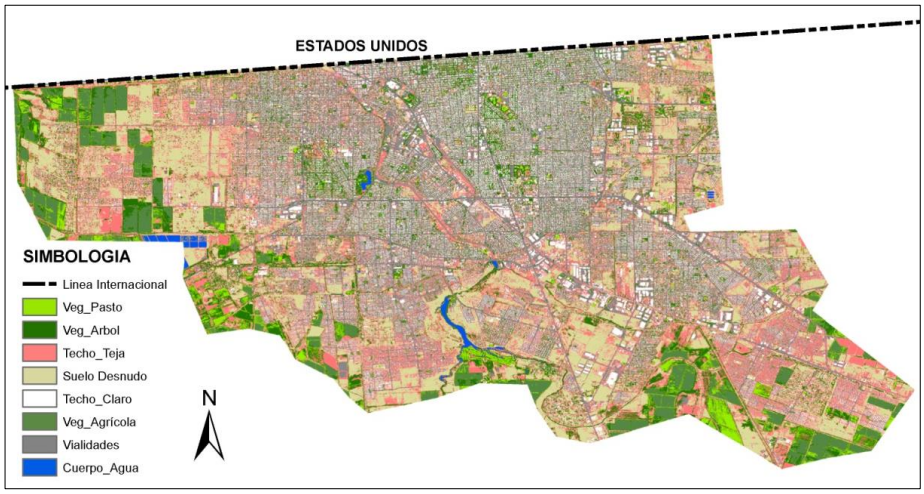


Figura 29. Mapa de Clasificación Supervisada
Fuente: Elaboración propia con base en imagen SPOT 6 201304131809526_SEN_816018101 (Apollo Mapping, 2014)

Una vez que se tienen las dos imágenes con la cobertura de suelo, se procede a empalmar la imagen con la cobertura del Valle de Mexicali con la imagen de coberturas de suelo de la Ciudad de Mexicali ambas del año 2013, y con esto poder observar la transición que se presenta entre los usos de suelo y la cobertura vegetal entre estas dos escalas (ver Figura 30).

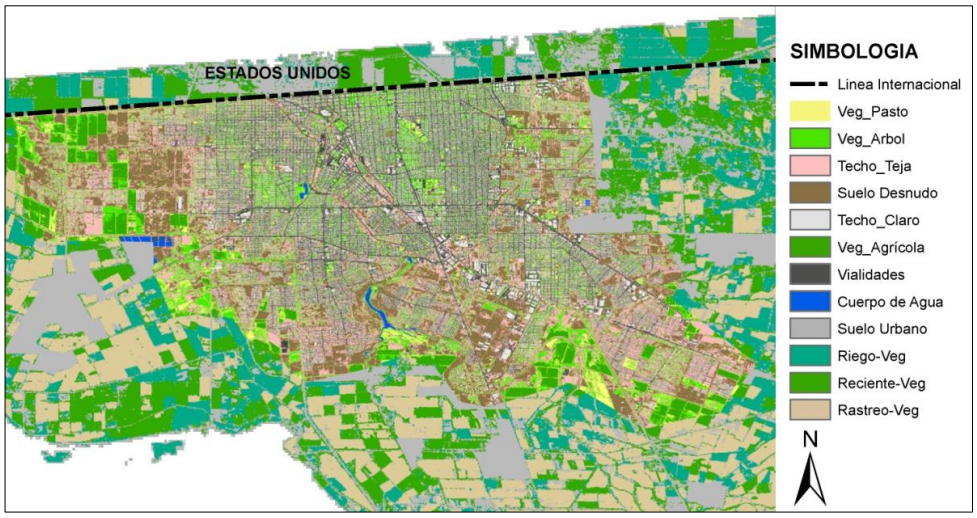


Figura 30. Mapa de cobertura vegetal a escala urbana
Fuente: Elaboración propia con base en imágenes Landsat LC80390372013167LGN00 (United States Geological Survey, 2014) e imagen SPOT 6 201304131809526_SEN_816018101 (Apollo Mapping, 2014)

Aunado a esto se lleva a cabo el proceso del NDVI. Para realizar este proceso se requiere del uso de la imagen satelital SPOT 6. Este proceso se pueda realizar en el formato original de la imagen, es decir si la imagen se encuentra en formato TIFF no es necesario transformarla a cualquier otro formato. Una vez que se ha seleccionado y cargado la imagen SPOT al software ArcMap 10 se abre la ventana de "image analysis" donde se encuentra la función del NDVI, al seleccionar esta función automáticamente se comienza el proceso de la imagen, a través del cual se resalta la vegetación existente. Este proceso genera valores entre -1,0 y 1,0 que, como se ha mencionado, representan el verdor de la vegetación. Cualquier valor negativo representan áreas con baja cantidad de vegetación, es decir, le corresponde principalmente a las nubes, el agua y la nieve, los valores cercanos a cero corresponden principalmente a las rocas y al terreno desnudo y, los valores cercanos al uno representan las áreas con alta cantidad de vegetación o la que se encuentra en mejor estado (Environmental Systems Research Institute, 2014).

4.3 ANÁLISIS DE LAS ÁREAS VERDES A MICRO ESCALA O DE TRANSECTO

En lo que se refiere al análisis urbano a micro escala se analiza la estructura y funcionamiento de las AVPr en la vivienda de la ciudad de Mexicali, así como el conocimiento ambiental que los habitantes tienen sobre la vegetación y las aportaciones de estas cuando se encuentran en las áreas designadas en la vivienda para jardín o área verde. Este análisis se realizó debido a los cambios presentados en los usos de suelo y la transformación en los espacios asignados para la vegetación en las zonas habitacionales de Mexicali. A través de este análisis identificaron los cambios en la cobertura vegetal de las AVPr en la vivienda de la ciudad a través de zonas específicas delimitadas por recorridos denominados transectos lineales, para realizar este análisis fue necesaria la delimitación de dos transectos y de la aplicación de una encuesta a una muestra representativa del total de las viviendas y su población de la ciudad de Mexicali.

4.3.1 Área de estudio a micro escala

El área de estudio para la escala de transecto, se encuentra incluida en la mancha urbana de la ciudad de Mexicali, la cual tiene una longitud de 12 km aproximadamente dirección Norte-Sur y de 21 km aproximadamente en dirección Este-Oeste. Para esta escala se determinó que su área de estudio estuviera comprendida por dos líneas perpendiculares ubicadas en aquellas zonas de la

ciudad de Mexicali donde se encuentra la mayor cantidad de vegetación, denominados como transecto. Dichos transectos presentan un desplazamiento de Norte a Sur y de Este a Oeste considerando el ancho de dos manzanas, teniendo como eje central la calle o avenida. El cruce de las líneas se realizó en base al mapa de cobertura vegetal realizado en la meso-escala donde se observaron las áreas o parches de vegetación de mayor tamaño y densidad.

El primer transecto, aquel denominado como transecto lineal Norte-Sur (TLA) inicia su trayectoria en la colonia Primera Sección también conocido como el Centro de la Ciudad y termina en la zona residencial de Villas Buenos Aires, con una longitud de aproximadamente 11 km. El segundo transecto, denominado transecto lineal Este- Oeste (TLB), inicia su desplazamiento en la colonia Palmar Santa Anita y le da fin en la colonia Desarrollo Urbano San Carlos, con una longitud de aproximadamente 13 km. El ancho de los transectos está determinado por el tamaño de las manzanas así, como del ancho de la calle o avenida por donde este transecto se desplace, teniendo un rango de 70 m a 150 m aproximadamente (ver Figura 31).

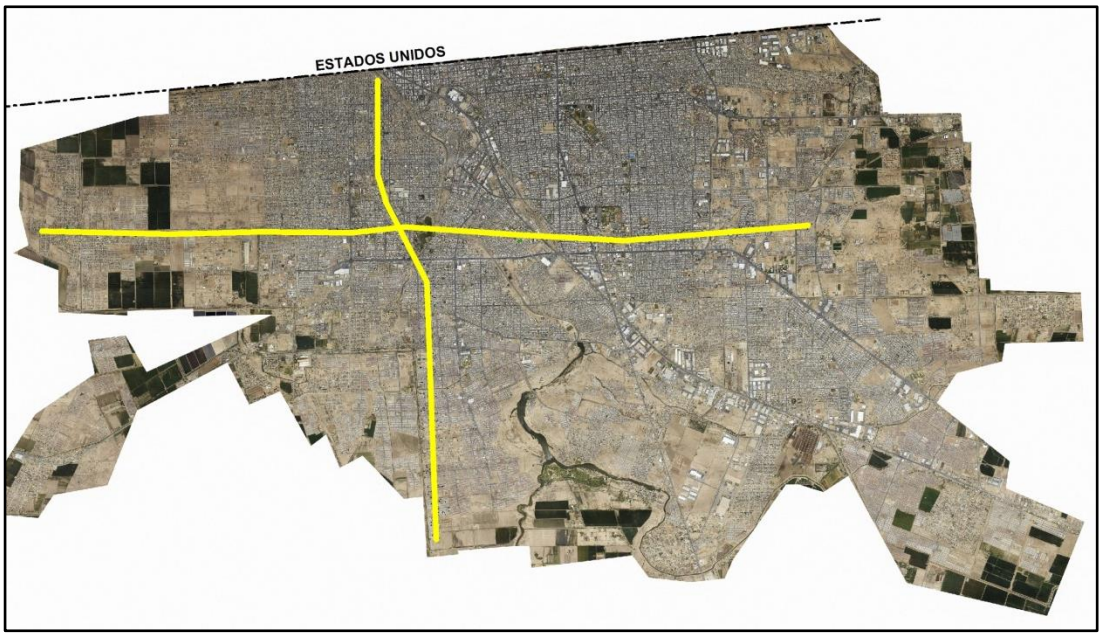


Figura 31. Mapa de localización del transecto lineal TLA y TLB: Escala micro.
Fuente: Elaboración propia basada en el PDUCP Mexicali 2025 (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007).

4.3.2. Métodos y herramientas para la escala de transecto

Para llevar a cabo el análisis de la estructura, función y conocimiento de las AVU a micro-escala o de transecto, se plantea adecuar la metodología utilizada por Al-Kofahi, Steele, VanLeeuwen, y Hilaire (2012), Balslev et al. (2010), Buckland et al. (2007, 2015) y, Zube, Simcox, y Friedman (1998). En esta escala se pretende utilizar el muestreo de distancia a través del método de transecto lineal, donde primeramente se busca identificar y describir la articulación que desempeñan las áreas verdes en la vivienda y, segundo, analizar el conocimiento que tienen los habitantes sobre las áreas verdes y su comportamiento con el medio ambiente.

Para poder determinar la metodología a utilizar en esta escala fue necesario, tomar en consideración el trabajo de Buckland et al. (2007, 2015) donde se reconoce la necesidad de generar métodos de análisis que permitan el monitoreo de especies vegetales a bajo costo, como es el caso de la utilización del método de transecto lineal. El autor muestra que su método de análisis es más efectivo y de mayor precisión que otros. Además, considera que este tipo de investigaciones o trabajos de análisis son de suma importancia debido a la creciente reducción de biodiversidad que se presenta en el mundo actualmente. Aunado a lo anterior, son de menor relevancia y menos claros aquellos trabajos o estudios realizados para el monitoreo de plantas urbanas o de uso común en comparación con los que se llevan a cabo para el monitoreo de flora o especies no comunes. Buckland et al. (2015) menciona que el manejo o planeación efectiva de una población vegetal o animal no es posible sin el conocimiento, por lo menos aproximado, del número de individuos que existen en cierto espacio o sitio de análisis; ya que no sería posible identificar el daño o impacto generado en dicha comunidad por la simple introducción del humano.

Para diseñar la metodología, primeramente se tomó en consideración el diseño de la muestra de distancia de Buckland et al. (2015), a través del método de transecto lineal, el cual se realizó a través del trazo de dos líneas, las cuales en un punto determinado se intersectarían de forma perpendicular. La intensión de este método es que a través de estas líneas y el recorrido que debe realizar el analista, se obtenga una muestra representativa de la totalidad de la población en cuestión. De acuerdo al autor, el ancho del transecto estaría determinado por el analista, de tal modo que estos transectos se conviertan en rectángulos, tal y como lo realizó

Balslev et al. (2010) donde los transectos tenían una dimensión de 5 m x 500 m, los datos recopilados de las plantas eran cuantitativos y además recopila información biótica y abiótica de la especie en cuestión. En función de poder entender mejor la relación entre el suelo urbano (habitacional) y, la estructura y función de las áreas verdes en las viviendas es necesario considerar su complejidad, heterogeneidad, dinámica y su escala tal como lo señala Al-Kofahi et al. (2012) de modo tal que se puedan bien seleccionar las variables que se encontraran en dicho recorrido o transecto. Como segundo punto, se consideró el diseño de la herramienta para la exploración del conocimiento ambiental de la vegetación basada en la persona/habitante y su jardín/área verde privada a través de la aplicación de un cuestionario, donde tal y como lo menciona Zube et al. (1998), donde en su trabajo se analizaron los usos, la estructura y los cambios que presentaban las áreas verdes dependiendo las variables aplicadas en dicho sitio.

Por lo tanto, considerando lo antes mencionado y para captar la mayor diversidad de variables para los fines de esta investigación: Primero, se ha de llevar a cabo la selección de las viviendas a través de zonas habitacionales a lo largo de dos transectos 1) Norte-Sur y 2) Este-Oeste. Dichas zonas han de incluir la mayor diversidad de tipologías de viviendas (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007), colonias, AGEB[44], densidad de población, densidad de vivienda, y parches de vegetación. Segundo, se pretende indagar con los habitantes de las zonas habitacionales de los transectos sobre el conocimiento ambiental que tienen de las áreas verdes, así como su opinión sobre los cambio que se han presentado en el espacio de la vivienda designado para el área verde. Para llevar a cabo este objetivo se pretende realizar un análisis de la opinión ciudadana a través de una encuesta a un sector de la población, tomando como guía el trabajo de Zube et al. (1998) y recopilando información del PDUCP (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007) y del censo de población de 2010 (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010).

[44] Un AGEB es la forma como se divide un territorio en áreas con límites identificables en campo, las cuales se denominan como Área Geoestadística en nivel de desegregación Básica (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2010).

4.3.3. Selección de la muestra

Una vez que se han definido y localizado los transectos, se llevará a cabo la definición de la muestra, es decir, la selección de las viviendas a las que se les aplicará un cuestionario. La muestra se llevó a cabo mediante la selección de estratos, tal como lo menciona Buckland et al. (2007) y Al-Kofahi et al. (2012) los cuales deberán de contar con la mayor cantidad de variables posibles como se ha mencionado anteriormente. Por lo tanto, el tipo de muestreo estadístico seleccionado es el muestreo aleatorio estratificado, el cual se reconoce como una técnica de muestreo probabilístico donde el investigador divide a la población en grupos relativamente homogéneos, llamados estratos, y se selecciona al azar de cada estrato un número específico de elementos, correspondiente a la proporción del estrato en la población como un todo. Una de las grandes ventajas que este tipo de muestreo presenta es que al estar adecuadamente diseñado permite reflejar con una mejor precisión características de la población que otro tipo de muestreo no logra, como es el caso del muestreo aleatorio simple (Levin y Rubin, 1981; Stevenson, 1981). Conforme a lo que menciona Casal y Mateu (2003) un muestreo aleatorio estratificado divide la población en grupos con características específicas, de tal modo que se pueda realizar una muestra en cada grupo aleatoriamente lo cual permitirá obtener una parte proporcional de la muestra. Este método "…se aplica para evitar que por azar algún grupo […] este menos representado que los otros…" (Casal y Mateu, 2003, p. 6). Por su parte Fuentelsaz (2004), señala que un muestreo aleatorio estratificado es aquel en el que se divide la población de N individuos, en k subpoblaciones o estratos, tomando en consideración los criterios o variables que puedan ser importantes para el estudio o investigación de tamaños respectivos N_1, ..., N_k aunado a esto se realiza en cada uno de los estratos muestreos aleatorios simples[45] de un tamaño n_i (i = 1, …, k). Este autor señala que para la selección de los elementos de la muestra a los que se les aplicará la encuesta se puede utilizar lo que se denomina como asignación proporcional, donde se le considera a n como el número de individuos de la población total que forma parte de la muestra, por lo tanto, cuando la asignación es proporcional, el tamaño de la muestra de cada estrato es proporcional al tamaño del estrato correspondiente con respecto a la población total.

[45] El Muestreo Aleatorio Simple es aquel en el que cada uno de los n elementos de la muestra tiene la misma probabilidad de ser elegido

Los estratos que se designaron para esta investigación, están basados en aquellos elementos que forman el transecto: densidad de vivienda (Muy Baja, Baja, Media y Alta), total de AGEB (40 AGEB), Total de viviendas habitadas por AGEB (37,712 viviendas), y Total de viviendas habitadas en las manzanas por encuestar (5,081 viviendas). Para la fácil identificación de los estratos basados en la densidad de vivienda, se les designó una nomenclatura, siendo esta: DVMB, para la Muy Baja; DVB, para la Baja; DVM, para la Media; y DVA, para la Alta. Por lo tanto, el universo de los estratos se definieron basados en la densidad de la vivienda y el total de viviendas por estrato por encuestar, siendo las características de los cuatro estratos las siguientes: 1) DVMB (Muy Baja), con un total de 9,544 viviendas habitadas en los respectivos AGEB y, un total de 989 viviendas en el transecto por encuestar; 2) DVB (Baja), con un total de 19,097 viviendas habitadas en sus respectivos AGEB y, un total de 2,154 viviendas en el transecto por encuestar; 3) DVM (Media), con un total de 2,154 viviendas habitadas en sus respectivos AGEB y, un total de 562 viviendas en el transecto por encuestar; 4) DVA (Alta), con un total de 6,917 viviendas habitadas en sus respectivos AGEB y, un total de 1,376 viviendas en el transecto por encuestar (ver Tabla 6).

Tabla 6. Características de los elementos en estratos a través de los transectos en la muestra.

	Densidad de Vivienda	**Total de Población por AGEB (Hab)**	**Total de Viviendas por AGEB (Viv)**	**Total de Viviendas por transecto (Viv)**	**Total de Elementos en la Muestra (Viv)**
Estrato 1	Muy Baja	25,997	9,544	989	80
Estrato 2	Baja	53,630	19,097	2,154	82
Estrato 3	Media	6,028	2,154	562	81
Estrato 4	Alta	15,047	6,917	1,376	80
	TOTAL	**100,702**	**37,712**	**5,081**	**323**

Fuente: Elaboración propia

Es importante señalar que se percató que esta parte de la investigación podía presentar algunas limitantes en su proceso, lo cual podría complicar el cumplimiento de sus objetivos. Una de estas limitantes era el tamaño de la zona de estudio. Los trabajos que se analizaron

presentaban su metodología en sitios de 16 km^2 a 1,285 km^2, a lo que el área de estudio de este análisis es de aproximadamente 2,500 km^2, es decir casi 1,300 km^2 mayor que los trabajos mencionados en los casos análogos, es decir, la zona de estudio es más del doble que los proyectos previamente analizados.

Para el diseño de la muestra en esta investigación se utilizó la siguiente ecuación matemática, siendo aquella que se utiliza cuando se desea analizar el total de la población que se tiene bien definida o es conocida (Fernández, 1996; Iñiguez, 2016):

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{i^2 (N-1) + Z^2 * p * q}$$

Donde,

n = número de elementos de la muestra representativa

N = número de elementos del universo (Total de viviendas habitadas en transecto/estrato)

Z = valor critico correspondiente al nivel de confianza seleccionado (0.95)

p y q = probabilidades con las que se presenta el fenómeno (0.5)

i = Margen de error permitido

Por lo tanto, para definir el número de elementos de la muestra por estratos, se consideró el 95 % de confianza y el 5 % de error, siendo estos índices los más manejados en las ciencias sociales, dando como resultado un total de 323 viviendas habitadas por encuestar. A lo que le correspondieron el siguiente total de viviendas habitadas por estratos: DVMB 81 viviendas, DVB 80 viviendas, DVM 82 viviendas, y DVA 80 viviendas.

Para la selección especifica de las viviendas, se enumeraron las viviendas por estratos y a través del programa Excel, se llevó a cabo la selección aleatoria de muestreo sistemático de dos intervalos. Aunado a lo anterior, y una vez identificadas las viviendas se tomaron en consideración las siguientes notas: 1) la encuesta debía ser aplica en grupos mixtos de dos personas, 2) en caso de que la casa este sola en el momento de aplicar el cuestionario o que la persona decida no formar parte de esta encuesta, el encuestador debía ir a la casa inmediatamente a su derecha, en caso de que también se encuentre sola o decidan no participar, hacer el intento hacia el lado izquierdo, y si nuevamente no tienen respuesta ir a la tercer casa hacia la derecha de

la vivienda original y así sucesivamente hasta obtener respuesta, 3) no emitir ningún comentario que pudiera generar alguna influencia en las respuestas de la persona encuestada y de esta forma manipular la información, 4) revisar muy bien el cuestionario para evitar que se quede alguna pregunta sin contestar, y 5) siempre agradecer de la manera más respetuosa a la persona encuestada por el tiempo, interés y colaboración a esta investigación. El cuestionario se aplicó en los meses de abril y mayo de 2014, en un horario de 8:00am a 12:00pm de lunes a sábado.

Una vez que se tienen todos los cuestionarios y ya terminada la jornada de aplicación de cuestionarios, se revisaron todos y cada uno de los cuestionarios para asegurar que ninguna pregunta hubiera quedado en blanco, se agruparon por estratos definidos por los AGEB dependiendo el transecto que le correspondía, empezando de norte a sur y de este a oeste.

4.3.4. Diseño del cuestionario

Una vez que se tiene definido la muestra a la que se le aplicará la encuesta, se describe el proceso que se llevó a cabo para el diseño del cuestionario inicial. El cual consta de seis apartados y 40 preguntas (ver ANEXO 1). El primero, donde se señalan los datos generales de la muestra; el segundo, indica los datos generales del encuestado y la vivienda; el tercero, expone las consideraciones generales del espacio y la vivienda; el cuarto, muestra los usos, actividades y funciones que se realizan en el espacio exterior de la vivienda; el quinto, señala la vegetación en el espacio exterior de la vivienda; y el sexto, expone los datos referentes a la vegetación en la vivienda y la normatividad de Mexicali.

Una vez que se tiene el cuestionario, se procede a realizar una muestra piloto para verificar que tanto el lenguaje como la estructuración de las preguntas fue la adecuada y que no hay ningún problema para que el encuestado comprenda la finalidad de la misma (ver ANEXO 2). Aunado a esto, la muestra piloto daba la pauta para analizar las zonas de la ciudad donde se debía llevar a cabo la encuesta dado que existen algunas zonas en la ciudad, principalmente las zonas de la periferia, que son de alto riesgo debido a la delincuencia y la intención era no poner en riesgo a las personas encargadas del levantamiento de la información. Una vez que se revisó, ajustó y mejoró el cuestionario dando como resultado un cuestionario que consta de 5 apartados y 55 preguntas (ver ANEXO 3). El primero, consta de 11 preguntas las cuales son datos

generales de la ubicación y localización de la vivienda, este apartado es exclusivo del analista. El segundo, consta de 15 preguntas las cuales están relacionadas con los datos generales del encuestado, tales como sexo, edad, etc., y datos generales de la vivienda, tales como dimensiones, temporalidad, ampliaciones, entre otros. El tercero y cuarto, consta de 26 preguntas respectivamente, y es aquí donde se empieza a abordar el conocimiento ambiental que tienen las personas sobre la vegetación, las preguntas están relacionadas con: uso, función y características de los espacios exteriores para la vegetación y beneficios de la vegetación en la vivienda, preferencias en el tipo de vegetación a utilizar o utilizada en los espacios exteriores de la vivienda, prioridades de los espacios exteriores de la vivienda y prioridades para la dotación de la vegetación en la vivienda. El quinto, consta de tres preguntas abiertas donde el encuestado da su opinión sobre cuestiones relacionados con la normatividad y las áreas verdes en las viviendas en la ciudad de Mexicali.

Por lo tanto, la entrega y aplicación del cuestionario se realizó de manera personal, es decir de forma directa con la persona que se encuentre en la vivienda en el momento de la visita. Otro de los puntos a considerar es el cronometraje en la aplicación del cuestionario, teniendo como parámetro apto -para un cuestionario de esta naturaleza y para evitar que el encuestado incurriera en el aburrimiento- de un máximo de 15 minutos, una vez que se hace la presentación por parte del personal que está llevando a cabo el levantamiento de la información. En dicha presentación, se deja claro el nombre y se muestra una identificación oficial del que encuesta. Brevemente se explica la finalidad de este cuestionario, así como la institución y la persona de quien deriva esta investigación. A la vez que se está explicando esta información, la persona que encuesta debe mostrar un oficio emitido por la Facultad de Arquitectura y Diseño campus Mexicali de la Universidad Autónoma de Baja California (ver ANEXO 4), donde se señale puntualmente la finalidad de dicho cuestionario y los fines de dicha información, donde queda claro que la información es totalmente confidencial y exclusiva para fines académicos e investigación para una tesis doctoral. El cuestionario puede ser aplicado tanto a hombres como a mujeres, no necesariamente tiene que ser el jefe o jefa de familia, pero se sugiere que la persona encuestada preferentemente sea aquella que se encarga principalmente de la dotación, cuidado y mantenimiento del área verde en dicha vivienda.

4.3.5. Análisis de los datos de la encuesta

En lo que respecta al análisis de los datos obtenidos en la encuesta a través del cuestionario aplicado, se llevó a cabo mediante el programa estadístico para las ciencias sociales SPSS (por sus siglas en ingles). Utilizándose la estadística descriptiva univariante la cual se centra en el análisis de una única característica o cualidad del elemento en cuestión (Arriaza, 2006) y aunado a estos es importante señalar que para analizar la relación de dependencia o independencia entre dos variables cualitativas nominales o factores se lleve a cabo a través de tablas de contingencia complementado con gráficas ya sea de pastel o de barras (Vicéns y Medina, 2005).

Utilizando la técnica de tablas de contingencia y de univariante se llevó a cabo la descripción de las preguntas de cada uno de los apartados en el cuestionario; donde cada respuesta se le asignaba una frecuencia y se representaron en las gráficas a través de porcentajes. En lo que se refiere al conocimiento ambiental y de normatividad de las personas, se elaboraron patrones de respuesta considerando la similitud de aquellas respuestas que proporcionaba la persona, y con éstos poder hacer una reducción en el número de las respuestas de un total de 323 a un máximo de 10 respuestas diferentes.

V. RESULTADOS DEL ANÁLISIS MULTIESCALA

5.1 ANÁLISIS DE LA COBERTURA DE SUELO EN ZONAS PRODUCTIVAS EN EL PERIODO DE 1990 A 2013 EN LA ESCALA REGIONAL

Con los mapas obtenidos de la clasificación supervisada se pudieron observar las tendencias en los cambios de cobertura vegetal que se fueron presentando en los diferentes períodos analizados. Sin embargo, no fue hasta el momento en el que se aplicaron algunas de las técnicas de la metodología de Santana y Pineda (2011) ajustándolas a la zona de estudio y a través del procesamiento de la información con el modelo LCM: SE de IDRISI, que se pudo observar en términos porcentuales la tasa de cambios en la cobertura vegetal, es decir, los cambios en la estructura del paisaje agrícola del Valle de Mexicali. La información que se obtuvo se encuentra representada por porcentajes, considerando al suelo agrícola como el 100 % del área de estudio. El proceso desarrollado parte del cálculo del "cambio neto" y de "pérdidas y ganancias", al que se le incluyó el "índice de persistencia" con el que se pueden observar las áreas que conservan estabilidad en relación con su pérdida y ganancia en la cobertura vegetal del valle de Mexicali en los períodos de 1990 a 2013.

5.1.1 Análisis de cambio Neto

Al llevarse a cabo el cálculo de cambio neto de cobertura vegetal en los tres diferentes períodos de análisis se pudo observar que (ver Figura 32 y 33):

a) Para el período de 1990 a 2000 las áreas con vegetación en riego aumentaron en un 8%, aquellas con vegetación reciente disminuyeron en un 29 % y, el suelo en rastreo aumentó en un 26 %;
b) Para el período de 2000 a 2010 las áreas con vegetación en riego aumentaron en un 5.79%, aquellas con vegetación reciente aumentaron en un 32 % y, el suelo en rastreo aumentó en un 17 %;
c) Para el período de 2010 a 2013 las áreas con vegetación en riego disminuyeron en un 2%, aquellas con vegetación reciente aumentaron en un 14 % y, el suelo en rastreo aumentó en un 9 %;

d) Para el período comparativo de 23 años, es decir, de 1990 a 2013 las áreas con vegetación en riego aumentaron en un 11.48 %, aquellas con vegetación reciente disminuyeron en un 57 % y, el suelo en rastreo aumentó en un 35 %.

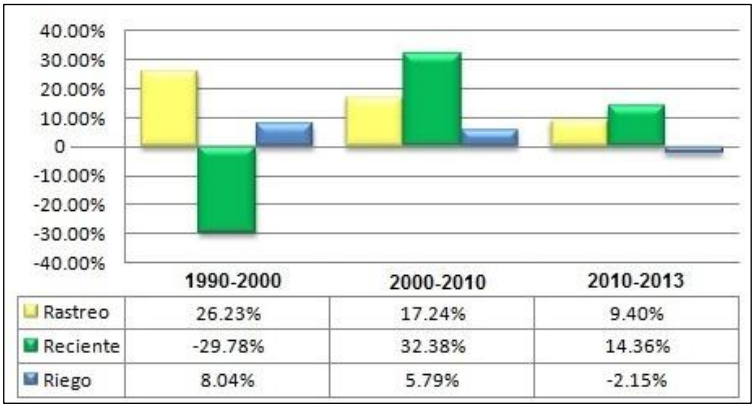


Figura 32. Cambio Neto en la cobertura vegetal por periodos de 10 años.
Fuente: Elaboración propia.

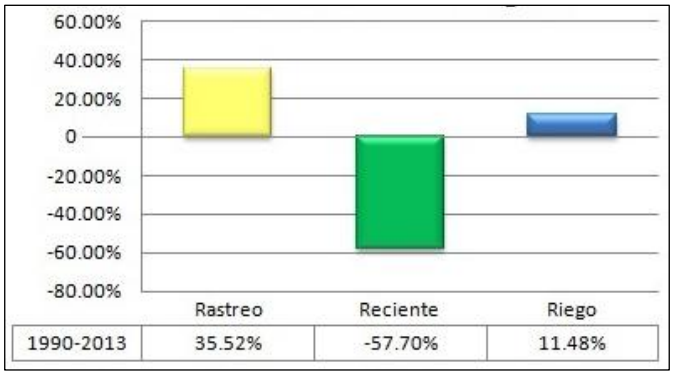


Figura 33. Cambio Neto en la cobertura vegetal en un periodo de 23 años.
Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, se puede resumir que el suelo en rastreo, a diferencia de la vegetación en riego y la reciente, es la única cobertura que no ha presentado cambios considerables a través del tiempo y que además es el único que se encuentra en aumento con respecto a las demás. Debido a la importancia que esto representa como pérdida de cobertura de suelo, los parches que se generan en la estructura del paisaje y las implicaciones que esto genera en la transición de un paisaje agrícola a uno urbano, se considerará a este tipo de cobertura como el indicador principal para el análisis de "pérdidas y ganancias de cobertura" así como para el de "persistencia en la cobertura vegetal" también conocido como áreas.

5.1.2 Cambios por pérdidas y ganancias: Suelo en rastreo

A través del cálculo de pérdidas y ganancias para los tres diferentes períodos de análisis se pudo observar que:

a) Durante el período de 1990 a 2000, el suelo en rastreo fue el que presentó mayor presencia en comparación con el resto de cobertura, teniendo una ganancia de 73.84 % y una pérdida de 64.53 %; a diferencia de las áreas con vegetación reciente y en riego que mostraron una ganancia de 43.58 % y 54.44 %, y pérdidas de cobertura de 56.52 % y 54.44 % respectivamente (ver. fig. 34a).

b) Durante el período de 2000 a 2010, el suelo en rastreo permanece como aquel de mayor presencia, teniendo una ganancia de 61.45 % y una pérdida 53.42 %; en contraparte, las áreas con vegetación reciente y en riego mostraron una ganancia de 47.50 % y 52.16 %, y pérdidas de cobertura en un 60.34 % y 49.22 % respectivamente (ver. fig. 34b).

c) Durante el período de 2010 a 2013, el suelo en rastreo muestra un descenso en la ocupación del suelo teniendo una ganancia de 61.45 % y una pérdida de 50.35 %; la cobertura que mayor presencia tuvo en este período fue la cobertura con vegetación reciente mostrando una ganancia de 57.58% encontrándose la mayor cantidad de esta en la parte sur del valle, las pérdidas en esta cobertura fueron en un 50.47 %; para la cobertura con vegetación en riego las ganancias fueron de 36.14% y las pérdidas en un 37.48 % (ver. fig. 34c).

d) Para el período comparativo de 23 años, es decir de 1990 a 2013, la cobertura que ha continuado en aumento, incrementando sus áreas de cobertura es el suelo en rastreo, el cual en 23 años presentó ganancias en un 71.54 % y mostrando pérdidas en un 55.86 %; por su parte la cobertura reciente y en riego mostraron ganancias de 48.58 % y 58.48 %, así como pérdidas de cobertura en un 67.39 % y 53.10 % respectivamente (ver Figura 34d).

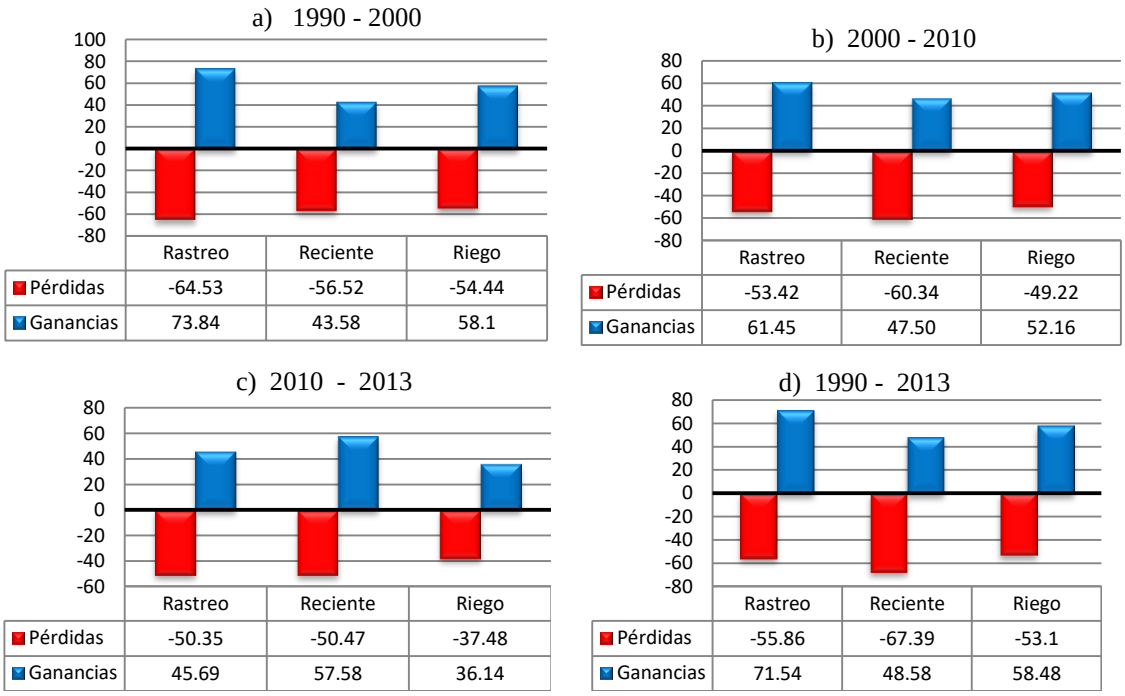
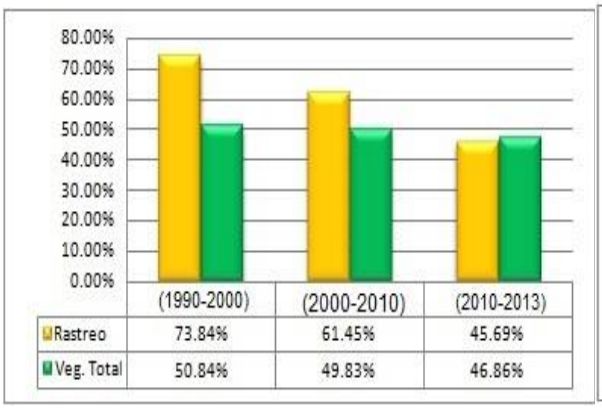


Figura 34. Pérdidas y ganancias por de suelo en rastreo en periodos de 10 años
Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, en lo que respecta a Pérdidas y Ganancias, se puede concluir que las áreas con cubierta vegetal (áreas con vegetación en riego y reciente) han manifestado menos ganancias que el suelo en rastreo durante los períodos de 1990-2000 y 2000-2010, presentando diferencias entre 11 % y 23 %, y para el período de 2010-2013 la ganancia en cobertura vegetal fue ligeramente mayor que aquella con suelo en rastreo (ver Figura 35a y 35b).

a) Recurrencia de cambio: 3 Periodos



b) Recurrencia de cambio en 23 años

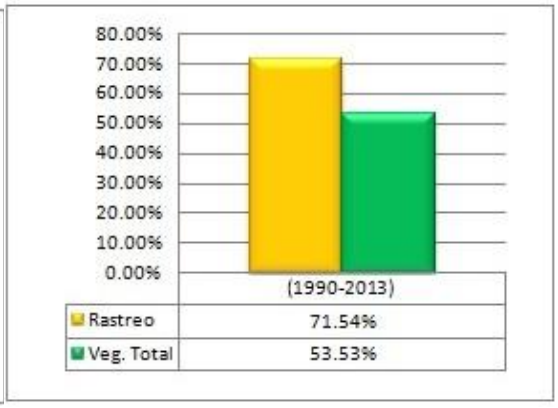


Figura 35. Comparación de pérdidas y ganancias en suelo en rastreo y con vegetación
Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Índice de Persistencia: Suelo en rastreo y cobertura vegetal

Por su parte, en lo que respecta al índice de permanencia para el período de 1990-2000, el suelo en rastreo presentó estabilidad en las zonas sur y oeste de la mancha urbana de Mexicali, así como en la zona sur del valle de Mexicali. Aunado a esto se puede observar el aumento de esta cobertura en toda la zona agrícola teniendo mayor hincapié en la zona norte, centro y este del valle (ver Figura 36).

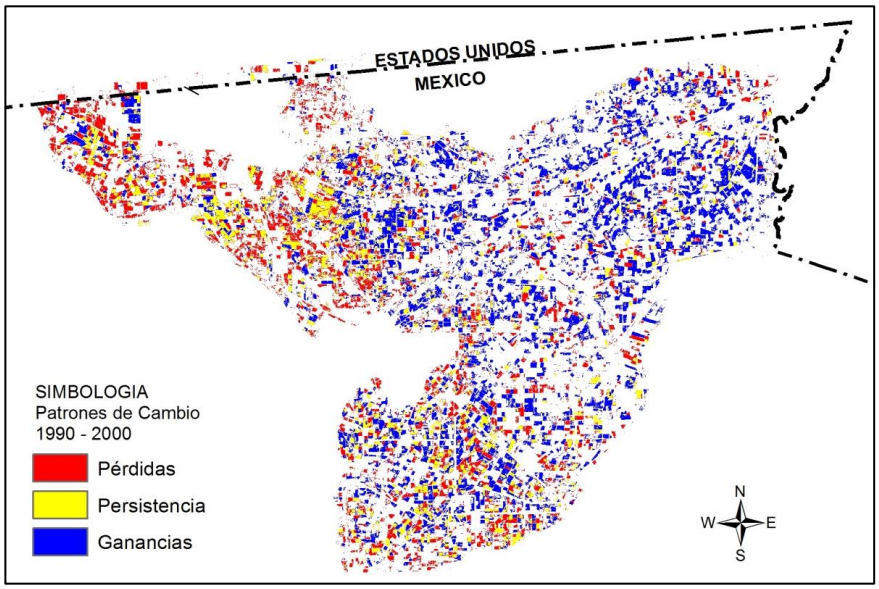


Figura 36. Mapa de suelo en rastreo en el periodo de 1990 a 2000.
Fuente: Elaboración propia.

Para el período de 2000-2010, las zonas con suelo en rastreo empiezan a mostrar mayor estabilidad que en el período anterior, principalmente en la zona sur de la mancha urbana de Mexicali, así como en la zona oeste y sur del valle de Mexicali. En lo que respecta a las ganancias o aumento de este tipo de cobertura, los cambios se presentaron mayormente al este y oeste de la periferia de la mancha urbana de Mexicali, así mismo, al sur de la zona de la geotérmica del valle de Mexicali (ver Figura 37).

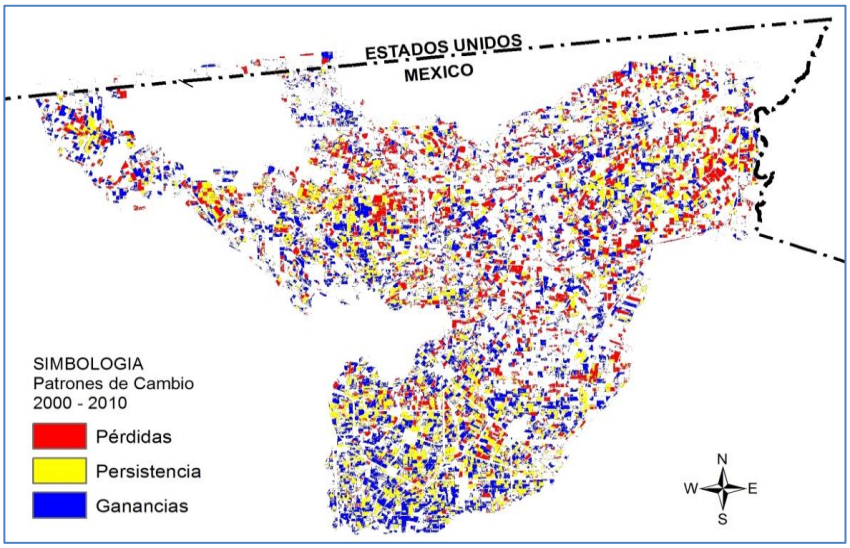


Figura 37. Mapa de suelo en rastreo en el periodo de 2000 a 2010.
Fuente: Elaboración propia.

Durante el período de 2010-2013, las zonas que presentaron persistencia en la cobertura de suelo en rastreo continuaron en aumento, haciendo hincapié entre la zona sur de la mancha urbana de Mexicali y la zona norte de la Geotérmica. Así mismo una zona al oeste y una gran parte de la zona sur del valle de Mexicali. En lo que respecta a ganancias o aumento en este tipo de cobertura, los cambios se presentan de forma dispersa por todo el área del valle de Mexicali y mostrando pérdida de esta cobertura en la zona más al sur del mismo (ver Figura 38).

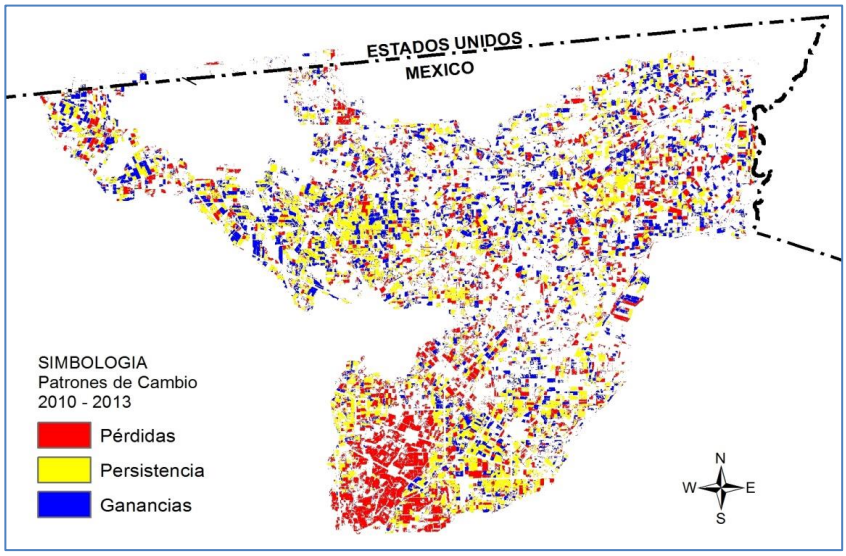


Figura 38. Mapa de suelo en rastreo en el periodo de 2010 a 2013.
Fuente: Elaboración propia.

Al hacer un comparativo de 23 años, para el periodo de 1990-2013, se observó que las zonas de mayor persistencia se encuentran en la zona sur y oeste de la mancha urbana, en forma de un corredor hacia la zona de la Geotérmica del valle de Mexicali. En lo que respecta a ganancias o aumento en este tipo de cobertura, los cambios se presentan de forma mínima y dispersa por la zona centro, norte y este del valle de Mexicali, mostrando además pérdida de esta cobertura en la zona más al sur del mismo (ver Figura 39).

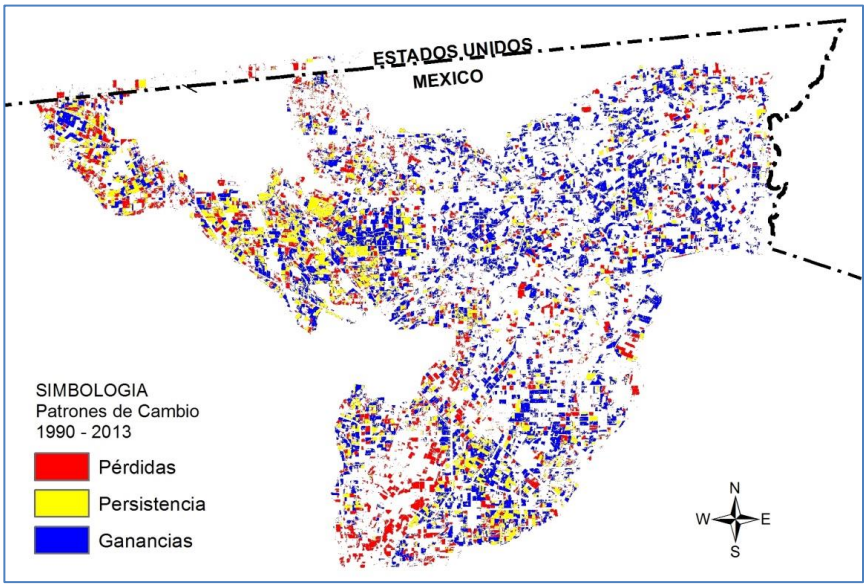


Figura 39. Mapa de suelo en rastreo en un periodo de 20 años (1990 a 2013).
Fuente: Elaboración propia.

En suma, los resultados de este trabajo permiten tener una visión cuantitativa de la estructura del paisaje así como de la dinámica espacio temporal a escala macro o nivel regional. Así mismo ofrece la posibilidad de utilizarlos en la planeación del territorio, aportando elementos descriptivos, cuantitativos y geográficos, que pueden apoyar la toma de decisiones a diferentes niveles de decisión y acción, y con ello contribuir a un desarrollo ecológico, social y económicamente sustentable en ésta región.

5.2 CAMBIOS EN LA COBERTURA DE SUELO URBANO EN EL PERIODO DE 2004 A 2013 EN LA ESCALA URBANA

Primeramente, se pretende identificar los principales usos de suelo que se encuentran dentro de la mancha urbana. De acuerdo al PDUCP 2025 (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007) la mancha urbana de la ciudad de Mexicali en el año 2004 contaba con 13 diferentes usos de suelo mostrando un total de 20,633.52 ha de suelo urbanizado, dividido en dos secciones: lo ocupado y aquel con disponibilidad a ser ocupado.

Primero, la superficie ocupada presenta las siguientes proporciones de ocupación del suelo urbano: Habitacional con un 40.96 %, siendo este el que presenta la mayor cobertura del

suelo urbano de la ciudad; a vialidades, le corresponde un 11.71 % del suelo urbano; industria y comercio y servicios se encuentran cubriendo un poco más del 8 % del suelo urbano; corredor urbano representa casi el 3% del suelo urbano; las áreas verdes y equipamiento se encuentran por debajo del 6 % del suelo urbano, cabe destacar que en este uso de suelo únicamente se encuentran incluidos los espacios públicos y aquellos comprendidos dentro del equipamiento de recreación según las normas de la Secretaria de Desarrollo Social (s/f), el área verde privada se encuentra inmersa en el uso de suelo habitacional y ésta no se cuantifica bajo este uso de suelo; y finalmente por debajo del 1 % se encuentran: Conservación, Mixto, Infraestructura, Almacenamiento y Servicios, con un 0.89 %, 0.65 %, 0.44 % y 0.33 % respectivamente. Segundo, la superficie de suelo que se encuentra con disponibilidad a ser utilizada, presenta las siguientes proporciones: baldíos urbanizados un 13.54 % y los no urbanizados se encuentran apenas por encima del 9 % de cobertura del suelo de la ciudad, y por último el suelo con uso Rústico se encuentra cubriendo el 5% de la superficie total de la ciudad de Mexicali (ver Figura 40 y tabla 7).

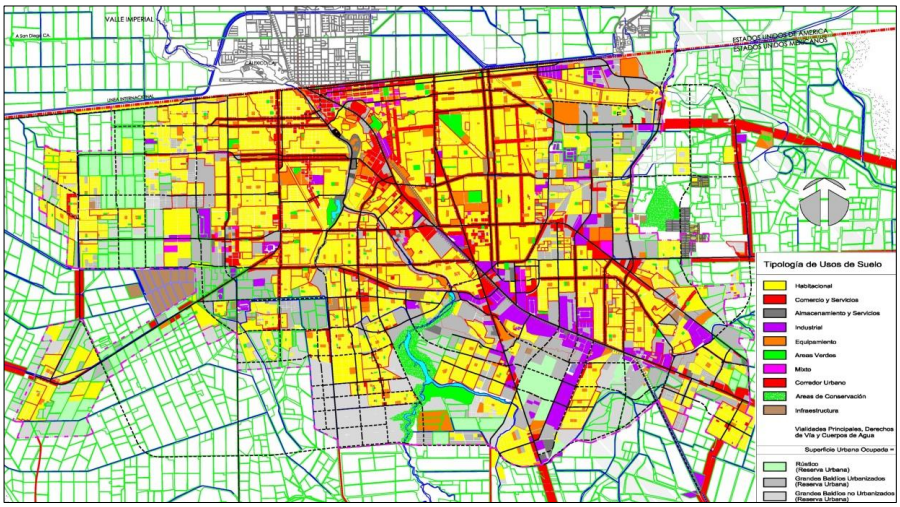


Figura 40. Mapa de usos de suelo en la ciudad de Mexicali.
Fuente: PDUCP 2025 (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007).

Tabla 7. Tabla de usos de suelo Mexicali, B. C.

USOS DE SUELO	SUPERFICIE AREA URBANA (ha)	%
Habitacional	8,451.94	40.96
Comercio y Servicios	820.61	3.98
Industrial	900.34	4.36
Equipamiento	908.80	4.41
Área Verde	298.93	1.45
Almacenamiento y Servicios	68.30	0.33
Mixto	133.61	0.65
Corredor Urbano	592.25	2.87
Infraestructura	91.22	0.44
Vialidades principales, derechos de vía y cuerpos de agua	2,415.36	11.71
Conservación	184.24	0.89
Superficie Ocupada	***14,865.60***	***72.05***
Baldíos Urbanizados	2,792.72	13.54
Baldíos No Urbanizados	1,890.19	9.16
Rústico	1,085.01	5.25
Superficie Disponible	***5,767.92***	***27.95***
Superficie Total	***20,633.52***	***100.00***

Fuente: Elaboración propia basada en información proporcionada por IMIP en 2004 citado en PDUCP 2025 (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007).

5.2.1. Análisis de los usos de suelo

De la clasificación que se extrajo del PDUCP 2025 (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007), los usos de suelo que se consideran de mayor relevancia para esta investigación son: 1) Habitacional, ya que es ahí donde se encuentra la vegetación considerada como área verde privada, 2) Áreas Verdes, aquellas que se encuentran definidas como parque urbano, parque de barrio, jardín vecinal, áreas deportivas, glorietas y camellones, y 3) Baldíos, aquellos espacios que se pueden considerar como suelo urbano disponible a ocupación.

Para el año 2013 la información que se obtuvo y actualizó, señala que la mancha urbana cuenta con un total de 21,372.07 ha de suelo urbanizado mostrando un crecimiento del 3.58 % con respecto a su extensión en el año 2004, del total de dicha superficie el 53.98 % le corresponden al suelo Habitacional teniendo una cobertura de 11,538.58 ha, manifestando un incremento en su ocupación del suelo en un 36.52 % con respecto al año 2004. Las Áreas Verdes

ocupan el 1.27 % de la mancha urbana y tienen una cobertura de 271.32 ha del suelo urbano mostrando un decrecimiento del suelo ocupado por vegetación del 9.24 % con respecto a lo que se tenía en el año 2004. Por último, los baldíos ocupan el 26.50 %, y se encuentran cubriendo un total de 5,663.82 ha, presentando un incremento de casi 21 % con respecto a lo que se manifestaba en el año 2014 (ver tabla 8).

Tabla 8. Tabla de uso de suelo habitacional y áreas verdes en Mexicali, B.C. 2013

USOS DE SUELO	2004 SUPERFICIE AREA URBANA (ha)	2004 %	2013 SUPERFICIE AREA URBANA (ha)	2013 %	Ocupación del suelo % 2004-2013
Habitacional	8,451.94	40.96	11,538.58	53.98	+ 36.52
Área verde	298.93	1.45	271.32	1.27	- 9.24
Baldíos	4,682.91	22.70	5,663.82	26.50	+20.95
Otros	7,199.74	34.89	3,898.35	18.25	-54.15
TOTAL Sup.Urbana	***20,633.52***	***100***	***21,372.07***	***100***	***+ 3.58***

Fuente: Elaboración propia basada en PDUCP 2025 (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007) y Landeros (2014).

Por lo tanto, se puede mencionar que a pesar de que el uso de suelo ha ido incrementándose en lo que respecta a la vivienda, esto no se ha visto igualmente reflejado en lo que respecta a la vegetación. Siendo este uso de suelo el único que muestra un déficit en cobertura con respecto a la superficie de la mancha urbana. También resulta relevante señalar que los predios baldíos han ido en aumento, lo cual podría considerarse como un espacio de oportunidad para su posible utilización como área para forestar. Sin embargo, es preciso tener en cuenta el uso de suelo que le corresponde a dichos espacios y el tiempo que estos permanecen sin ser habilitados, ya que estos pueden ser ocupados por cualquier otro tipo de uso de suelo diferente al de área verde, tales como comercial, industrial, mixto o habitacional, o bien permanecer demasiado tiempo con suelo desnudo y contribuir con esto con el problema de la contaminación del aire.

5.2.2 Análisis de la cobertura de suelo

Con el mapa que se obtuvo de la clasificación supervisada se pudo observar el patrón de cobertura vegetal que se presenta en Mexicali en el año 2013. Primeramente, se puede mencionar que en las zonas periféricas de la ciudad de Mexicali, debido al cambio de uso de suelo, de Agrícola a Urbano se presenta una discontinuidad en la transición de rural a urbano, es decir, no existe ningún elemento que genere un paso suave entre el uso de suelo agrícola con las coberturas vegetales propias de los cultivos hacia el uso de suelo urbano y la vegetación propia de la ciudad. Por el contrario, se puede observar un choque entre el verde de los cultivos y grandes zonas con suelo desnudo o baldíos (ver Figura 41).

Figura 41. Mapa de cobertura vegetal a escala urbana
Fuente: Elaboración propia con base en imágenes Landsat LC8 (United States Geological Survey, 2014) y SPOT 6 (Apollo Mapping, 2014)

Segundo, en lo que respecta a la cobertura vegetal en la mancha urbana de Mexicali, basados en la clasificación supervisada y el NDVI (ver Figura 42) se puede observar como el tejido urbano es muy homogéneo, resaltando principalmente las edificaciones así como las vialidades, es decir se puede considerar como una ciudad donde prevalecen los grises (en este caso manifestado con un color amarillo) de lo construido. La vegetación se manifiesta como un elemento sin conexión en el tejido urbano, presentándose únicamente algunas zonas donde la vegetación es más abundante que en el resto de la ciudad, sin querer decir con esto, que dicha

cobertura se encuentre en las condiciones más optimas ni que proporcionen la cantidad suficiente o significativa para el grueso de la ciudad. Dichas zonas con vegetación se encuentran en la zona norte de la ciudad (Colonia Nueva), al oeste en lo que es el Fraccionamiento Villafontana y al centro, con lo que son los espacios de la Ciudad Deportiva en la Colonia Cuauhtémoc y el Campus Central de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) en el ex ejido Coahuila (ver Figura 43).

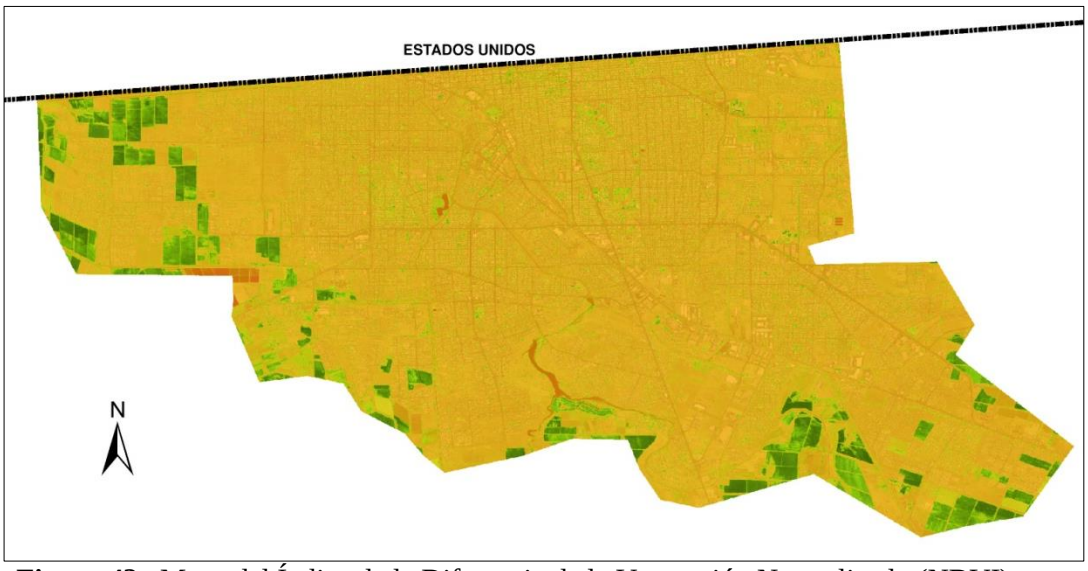


Figura 42. Mapa del Índice de la Diferencia de la Vegetación Normalizado (NDVI)
Fuente: Elaboración propia con base en imagen SPOT 6 201304131809526_SEN_816018101 (Apollo Mapping, 2014)

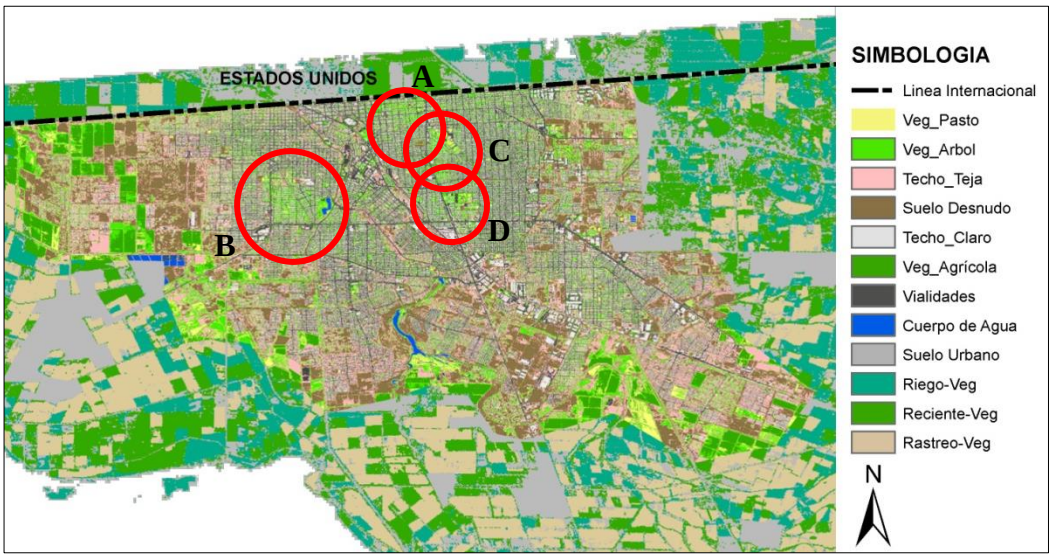


Figura 43. Mapa de principales parches de vegetación a escala urbana.
Fuente: Elaboración propia con base en imágenes Landsat LC8 (United States Geological Survey, 2014) y SPOT 6 (Apollo Mapping, 2014)

Además, se puede observar que dentro de la cobertura vegetal, la que representa mayor volumen es aquella que se encuentra como pastos, dejando como un elemento que no tiene significancia a la vegetación arbórea, siendo que esta última es la que proporciona los mayores beneficios al medio ambiente y a la población. Además y como ya se había mencionado en lo que respecta a uso de suelo, la cobertura con suelo desnudo se presenta en todo el tejido urbano así como que es la que presenta las áreas de mayor tamaño en la periferia de la ciudad. Esto da como resultado que la ciudad de Mexicali, presenta una deficiente estructura en la cobertura de sus áreas verdes con una limitada conexión entre sus elementos lo que a su vez genera que la función de las áreas verdes sea deficiente y limitada.

En suma, es preciso que se planteen estrategias para la generación de elementos que permitan una transición suave entre el valle agrícola y la ciudad de Mexicali, considerando las características particulares así como la diversidad de la vegetación rural y la urbana con lo que la función de la vegetación como elemento integrador se cumpliría y fomentaría la salud de dichos ecosistemas. Además se requiere la implementación de estrategias que generen la integración de los elementos verdes dentro de la ciudad como corredores que permitan la interacción de las especies existentes como el fácil traslado para aquellas especies que se presentan por temporadas

en sus períodos de migración. Actualmente la ciudad presenta pequeños parches aislados de vegetación y una extensa cantidad de micro puntos que no generan un impacto como cobertura vegetal.

5.3. ANÁLISIS DEL USO Y FUNCIÓN DEL ESPACIO EXTERIOR Y DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA VIVIENDA EN EL PERIODO 2013-2014 EN LA ESCALA DE TRANSECTO.

Este apartado plantea los resultados obtenidos en la encuesta aplicada en 323 viviendas en los transectos lineales establecidos. Esta encuesta se llevó a cabo a través de un cuestionario que consta de 55 preguntas, seccionado en cinco apartados. Éstos, se presentan de tal forma que permite mostrar las características, usos y funciones de los espacios exteriores en la vivienda -designados como patios o jardines- y del área verde o vegetación existente; así como el conocimiento ambiental y normativo que tiene el ciudadano con respecto a la vegetación y los espacios designados para área verde en el espacio exterior de la vivienda.

Los elementos que se muestran en los apartados son: Primero, características generales de la muestra en función de la zona de estudio, tales como: ubicación de los transectos, tipología de las viviendas, densidad de vivienda y, densidad de población. Segundo, características generales de la muestra en función del encuestado y la vivienda, tales como: sexo, edad, estudios terminados y ocupación del encuestado, tenencia de la propiedad, temporalidad en la vivienda, residencia previa, dimensiones del predio, zonas libres de construcción, posibilidad de ampliación de la vivienda así como las zonas más adecuadas, consideraciones sobre la vegetación existente en caso de ampliación, el automóvil y la vivienda. Tercero, usos, funciones y características del espacio exterior del a vivienda, tales como: las zonas consideradas como patios y que además cuentan con vegetación, principales zonas para el deporte, convivencia, cochera del automóvil, lavandería, basura y mascotas; tipo de material para delimitar predio; tipo de recubrimiento de pisos. Cuarto, características generales de la vegetación en la vivienda, tales como: presencia de vegetación, tipo de vegetación, forma de obtención, lugar de obtención, ubicación de la vegetación, y preferencia en el tipo de árbol. Quinto, conocimiento ambiental y normativo de las AV en la vivienda en Mexicali, B.C., tales como: conocimiento de los

beneficios de la vegetación; vegetación apta para la región de Mexicali; normatividad con carácter de obligatoria para el espacio de la vegetación en la vivienda.

5.3.1. Los elementos en la zona de estudio

El recorrido que se llevó a cabo para la recopilación de la información de la muestra específica por parte de los ciudadanos, se dio a partir de los siguientes parámetros: El 65 % de las viviendas se encontraban en el transecto Norte-Sur (color azul) el cual se denominó como Transecto Lineal A (TLA), y el 35 % de las viviendas en el transecto Este-Oeste (color rojo) el cual se denominó como Transecto Lineal B (TLB) (ver Figura 44 y Mapa 1[46]). Una de las características particulares que se debía cumplir era que los transectos se ubicaran en aquellas zonas que contaran con la mayor diversidad de Tipologías de Vivienda, Densidad de Población y de Vivienda, presentando así la mayor diversidad en las características de los espacios y dimensiones de la vivienda a través de la muestra o transectos.

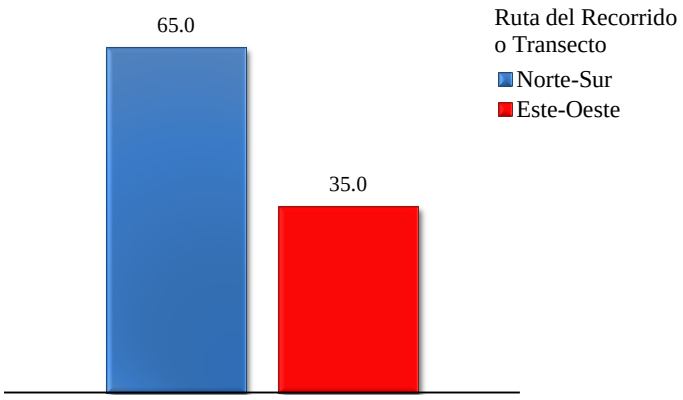


Figura 44. Porcentaje de los elementos de la muestra a través del TLA y TLB.
Fuente: Elaboración propia

Los transectos mostraba diversidad en la tipología de la vivienda, y se distribuía de la siguiente manera: 54.5 % Interés Social, ubicada principalmente al en la parte sur del TLA; 8.9 % Vivienda Popular, ubicada principalmente en el TLB y la parte norte del TLA; 13.3 % Vivienda Media, ubicada en la intersección del TLA y TLB; 7.1 % Vivienda Progresiva, ubicada

[46] Todos los mapas a los que se hace referencia en este apartado (5.3 Escala de transecto o micro escala), se encuentran en el ANEXO 5.

al oeste del TLB; 4.3 % Vivienda Precaria, ubicada al este del TLB; y Vivienda Residencial ubicada en la intersección del TLA y TLB, ocupando el 1.9 % (ver Figura 45 y Mapa 2).

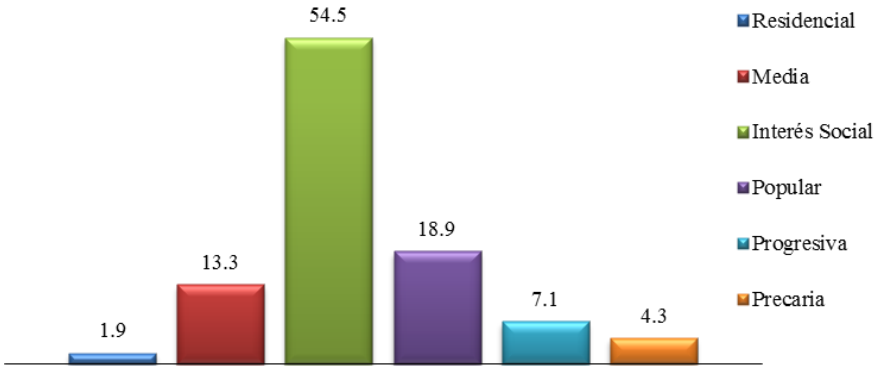


Figura 45. Porcentaje de tipología de vivienda a través del TLA y TLB.
Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta a la densidad de vivienda (DV) y la densidad poblacional (DP), presentaron los siguientes resultados. En el área de estudio se encontró que los rangos de vivienda por hectárea o bien lo que se denomina como DV oscilaban entre 4 y 43 viv/ha Por lo tanto, para generar un mapa que identifique las zonas donde se encuentran las densidades representativas de la vivienda para este proyecto, se utilizó la información proporcionada por el PDUCP 2025 (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007) donde se manejan cinco rangos: Muy Baja (0-5 viv/ha), Baja (6-10 viv/ha), Media (11-15 viv/ha), Alta (16-20 viv/ha) y Muy Alta (21-45 viv/ha). Sin embargo, para efectos de este trabajo se modificaron los rangos en la densidad de vivienda reclasificándolos y quedando los siguientes rangos: Muy Baja < 9, Baja 10-14, Media 15-20, Alta 21-30 y Muy Alta >30 viv/ha. Las densidades que mayormente se presentaron en el área de estudio fueron: Muy Alta con un 33 %, ubicada al sur del TLA; y la Alta con un 30 % ubicándose en la periferia de la ciudad o extremos del TLA y TLB, así como al sur del TLA. Media, Baja y Muy Baja, ubicándose principalmente de Este a Oeste en el TLB con un 21 %, 15 % y 9 % respectivamente (ver Figura 46 y Mapa 3).

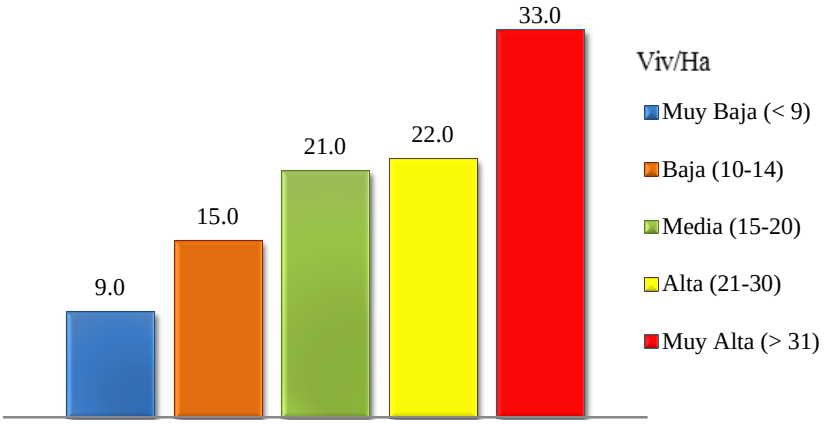


Figura 46. Porcentaje de la densidad de vivienda.
Fuente: Elaboración propia.

En el área de estudio se encontró que los rangos de población por hectárea (hab/ha) o bien lo que se denomina como densidad de población oscilaban entre 12 y 116 hab/ha. Por lo tanto, para generar un mapa que identificara las zonas donde se encuentran las densidades representativas de la población para este proyecto, se basó en la información del PDUCP 2025 (Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, 2007), donde se manejan cinco rangos. Sin embargo, para efectos de esta investigación se reclasificaron y se manejaron cuatro rangos los cuales son: Muy Baja (0-20 hab/ha), Baja (21-41 hab/ha), Media (42-61 hab/ha), Alta (62 y más hab/ha). Las densidades que mayormente se presentaron en el área de estudio fueron: Baja y Media con un rango entre 36 % y 38 %, ubicándose en la parte norte del TLA y distribuidos en el TLB; Muy Baja con un 24 %, ubicándose en las periferias del TLB; y Alta con un 2.5 %, ubicándose principalmente en la parte sur del TLA (ver Figura 47 y Mapa 4).

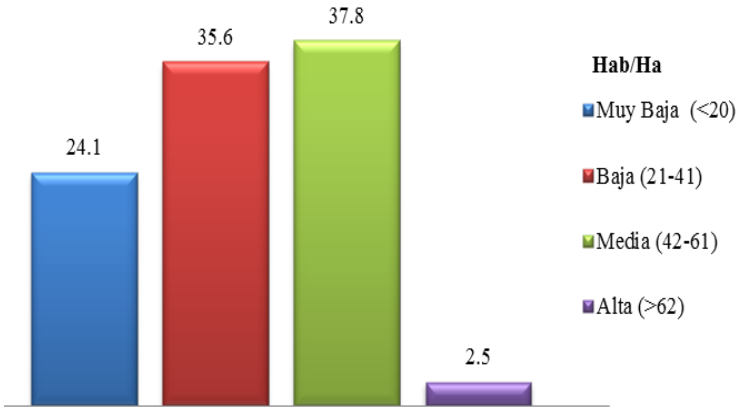


Figura 47. Porcentaje de la densidad de población.
Fuente: Elaboración propia.

5.3.2. El encuestado y la vivienda

Para llevar a cabo la muestra era necesario que el encuestado fuera mayor de edad y que tuviera relación con el uso, cuidado y mantenimiento del exterior de la vivienda, en particular de los patios, aunado a esto la recomendación era que la persona debería ser mayor de edad. Por una parte, en lo que respeta al sexo del encuestado, la muestra arrojó que la mayoría de las personas encuestadas eran mujeres representadas por el 55.1 % y los hombres con el 44.9 % (ver Figura 48).

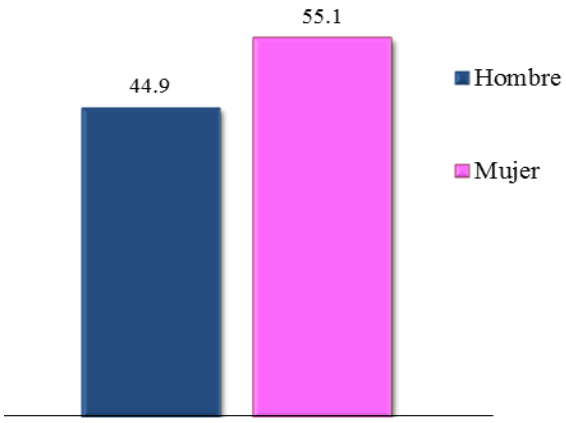


Figura 48. Porcentaje: Sexo del encuestado.
Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en función de la edad, se utilizó la información y clasificación de INEGI por rango de edad de las personas encuestadas indistintamente a su sexo, siendo estos de 18 a 29 años, de 30 a 49 años, de 50 a 69 años, de 70 y más, y una opción en caso de que la persona no quisiera dar esta información como “No Contestó”. Tomando esto en consideración se presentó que el 57.3 % estaban entre los 30 a 49 años, ubicándose al sur del TLA y al este del TLB; de 50 a 69 años con el 28.2 %, ubicados en su mayoría en el TLB y al norte del TLA; 10.5 % las personas más jóvenes, en el rango de edad de 18 a 29 años, se ubicaban al sur del TLA, y con un número más reducido las personas de 70 años y más con el 3.7 % ubicándose en la intersección del TLA y TLB; y finalmente 1 persona decidió omitir su información la cual representó el 0.3 % (ver Figura 49 y Mapa 5).

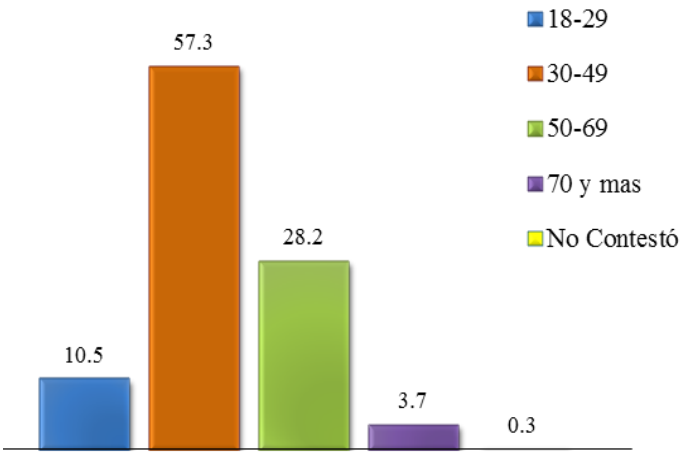


Figura 49. Porcentaje de los rangos de la edad del encuestado
Fuente: Elaboración propia

Otro dato relevante en función de la persona encuestada era el nivel educativo con el que contaba, así como la ocupación que desempeñaba al momento de la encuesta. En lo que respecta a los estudios, se pedía que mencionara el último grado que hubiese cursado y aprobado hasta el momento de la encuesta, a lo que, el 33.1 % contaba con secundaria terminada, ubicándose principalmente al Sur del TLA y al Este del TLB; 26 % contaba únicamente con la primaria terminada y se ubicaban al Norte del TLA y al Oeste del TLB; 20 % con preparatoria terminada, ubicándose al Este del TLB; y las personas que contaban con carreras técnica-comercial y universitarias terminadas se encontraban en el 9 % (al Oeste del TLB) y 9.3 % (en la intersección del TLA y TLB) respectivamente. Aunado a lo anterior, se encontró que la minoría, representado

por el 1.9 %, no contaba con estudios y estos se ubicaban al Oeste del TLB. Así mismo, 1 persona (0.3 %) decidió no proporcionar esta información (ver Figura 50 y Mapa 6).

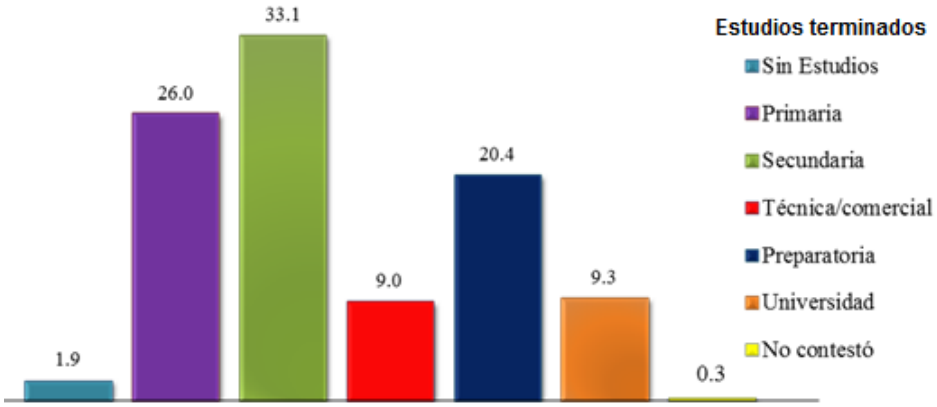


Figura 50. Porcentaje de los rangos en estudios terminados del encuestado
Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, en lo que respecta a la ocupación del encuestado el 54.5 % se encuentra trabajando bajo un patrón como empleados, ubicándose principalmente en la intersección del TLA y TLB y en el Sur del TLA; el 29.1 % son ama de casa, ubicados en ambos transectos; las personas que se encuentran desempleadas o con un negocio propio se encontraban representados con el 5.6%, y se ubicaban al Oeste del TLB y al Norte del TLA respectivamente. Los jubilados formaban el 4.6 % de la población encuestada, ubicados en la intersección de los transectos; y las personas que se encontraban actualmente estudiando se representaban con el 0.6 % (ver Figura 51 y Mapa 7).

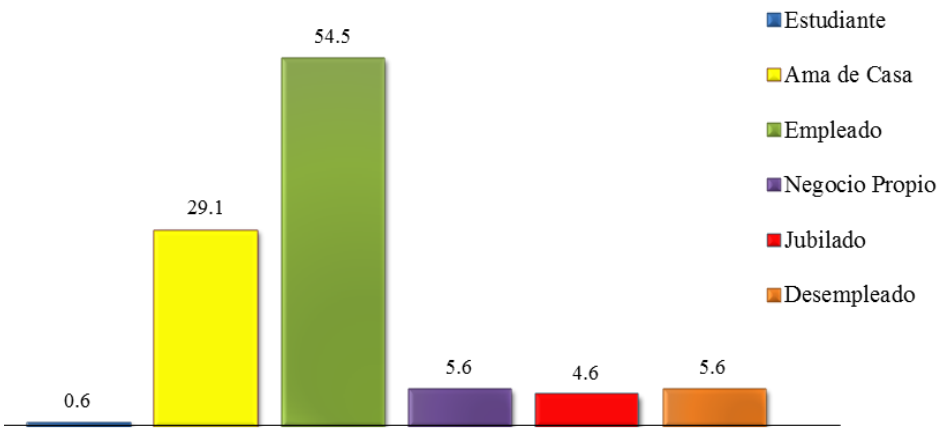


Figura 51. Porcentaje de la ocupación del encuestado
Fuente: Elaboración propia

Una vez que se han proporcionado los datos generales del encuestado se pasó a recopilar información sobre la vivienda. De este cuestionamiento, la muestra arrojó que la tenencia de la vivienda es propia en el 79.3 %, ubicándose casi en la totalidad del TLA y TLB; 16.7 % es de renta, ubicándose en el Sur del TLA; y 3.4 % y el 0.6 % se encuentran en calidad de préstamo o cuidándola respectivamente (ver Figura 52 y Mapa 8).

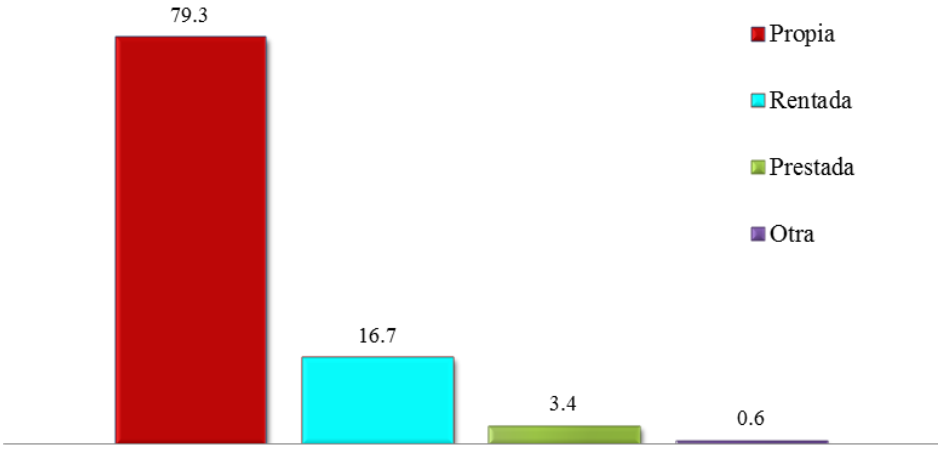


Figura 52. Porcentaje de la tenencia de la propiedad
Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, el 78 % de los encuestados mencionó que han vivido siempre en esta casa y únicamente el 22 % vivía en alguna otra colonia o localidad, ubicándose principalmente al Sur del TLA y al Este del TLB (ver Figura 53 y Mapa 9).

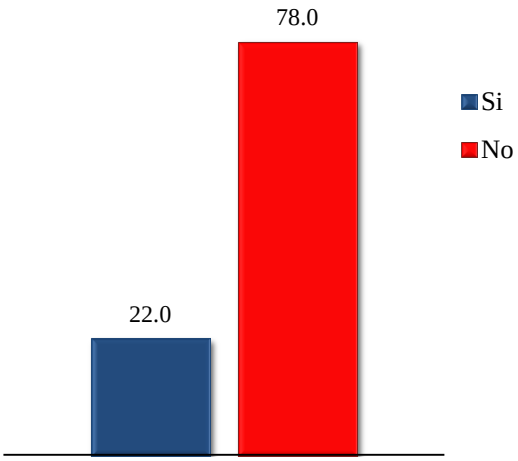


Figura 53. Porcentaje del encuestado que ha vivido siempre en el mismo lugar.
Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la temporalidad en la residencia, el 10.8 % contaba con menos de un año en esa propiedad, ubicados al Sur del TLA; el 59.1% se encuentra en el rango de entre 2 y 19 años, ubicados principalmente al Sur del TLA y al Este del TLB; el 16.1 % entre 20 y 39 años, ubicados al Norte del TLA y en el TLB; el 8.4 % entre 40 y 59 años, ubicados al Norte del TLA; y el 0.9 % por más de 60 años, ubicándose al Norte del TLA; aunado a esto se registró que el 4.6 % no quiso proporcionar información (ver Figura 54 y Mapa 10).

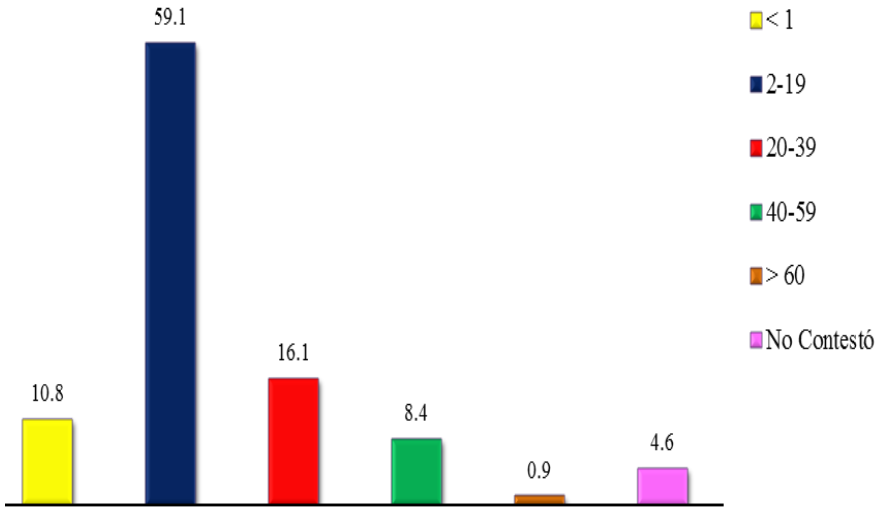


Figura 54. Porcentaje en base a la temporalidad en la vivienda
Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta al conocimiento de dimensiones y superficie de su terreno el 66.6 % señaló que no conocía las dimensiones o superficie (área) de su terreno, mientras que el 33.4 % mencionó que si conocía las dimensiones y pudo identificar alguna de las dimensiones de su predio (ancho o largo) o bien la superficie total del mismo (ver Figura 55).

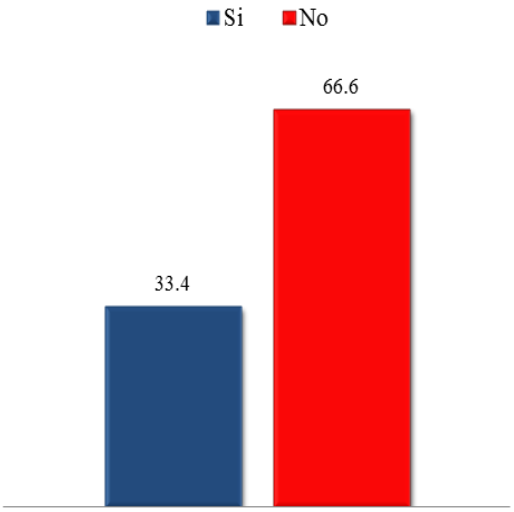


Figura 55. Porcentaje basado en conocimiento de las dimensiones del predio.
Fuente: Elaboración propia

Del porcentaje de personas que si conocía las dimensiones de su predio, el 5.6 % señaló que la profundidad de su predio es menor a 15 m; el 64.8 % oscila entre los 16 y 20 m., el 17.6 % se encuentra entre los 21 y 30 m; el 6.5 % mencionó que es mayor a 31 m, y el 5.6 % prefirió no contestar (ver Figura 56a y Mapa 11). De igual forma se consideraron las respuestas relacionadas con el ancho o frente del predio, donde el 58.3 % mencionó que es menor a 10 m, 26.9 % está entre los 11 y 20 m; el 5.6 % oscila entre los 21 y 30 m; el 4.6 % señaló que es mayor a los 31 m y, finalmente el 4.6 % prefirió abstener su respuesta (ver Figura 56b y Mapa 12).

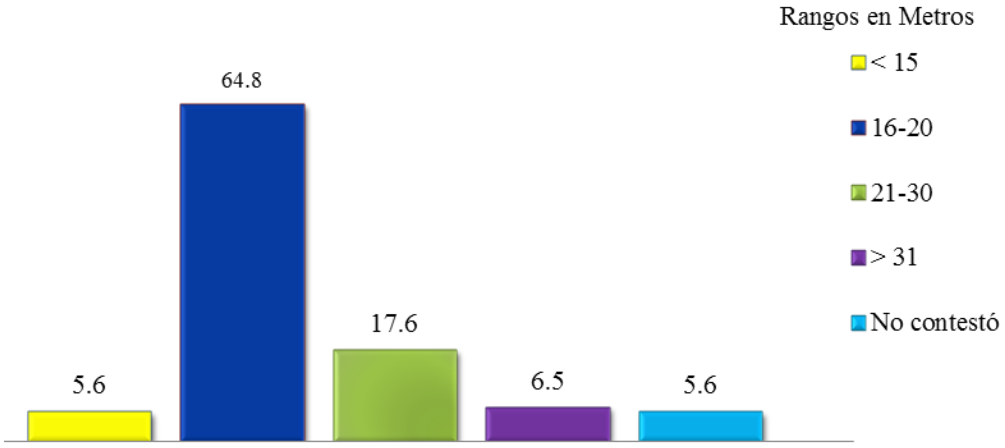


Figura 56a. Rangos de las dimensiones del largo o profundidad del predio
Fuente: Elaboración propia

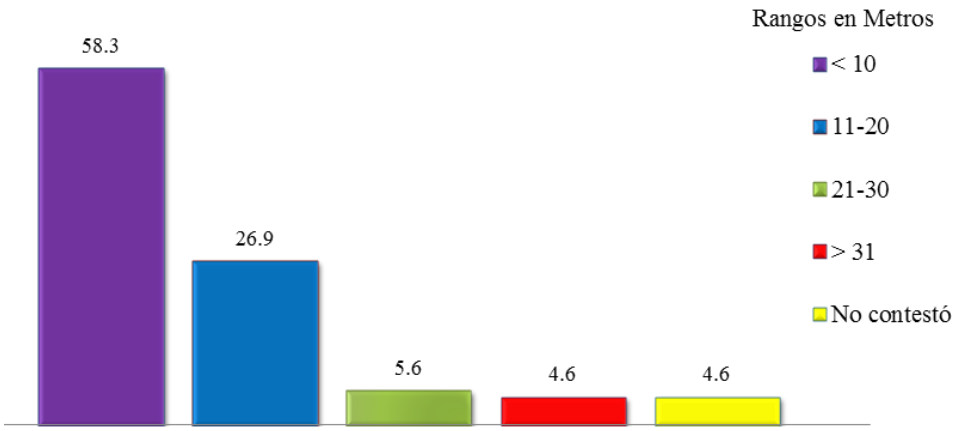


Figura 56b. Rangos de las dimensiones del ancho o frente del predio
Fuente: Elaboración propia

Para conocer sobre la forma en cómo se encuentran distribuidos los espacios exteriores en la vivienda, se generó una pregunta sobre las áreas que se encontraban libres de construcción en el predio, donde la muestra arrojó que el 63.2 % de las viviendas cuentan con espacio libre de construcción al frente del predio, ubicándose principalmente al Sur del TLA; el 16.7 % la parte de atrás de la vivienda, ubicándose en el Norte del TLA; el 8 % y el 5.6 % mencionó que alguno de los costados se encuentra sin construcción (derecho e izquierdo respectivamente), ubicándose principalmente en el TLB; 0.6 % señaló que ambos costados se encuentran libre de construcción; el 5.6 % no cuenta con espacio libre de construcción en su predio, ubicados al Oeste del TLB; y finalmente el 0.3 % decidió no dar información al respecto (ver Figura 57 y Mapa 13).

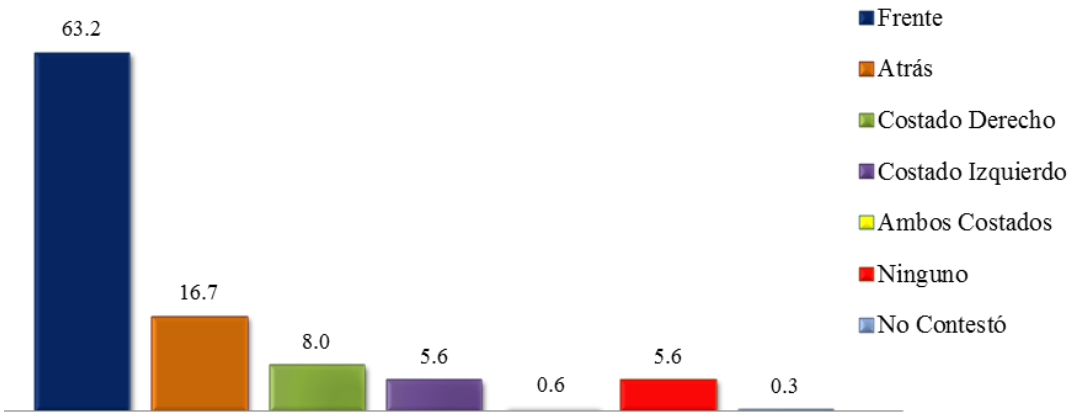


Figura 57. Zona del predio libre de construcción.
Fuente: Elaboración propia

Tomando esto en consideración, se les cuestionó si tenían pensado ampliar su vivienda a lo que el 92 % de las personas señaló que no lo harían, y el 8 % tenía pensado hacerlo en un futuro (ver Figura 58 y Mapa 14).

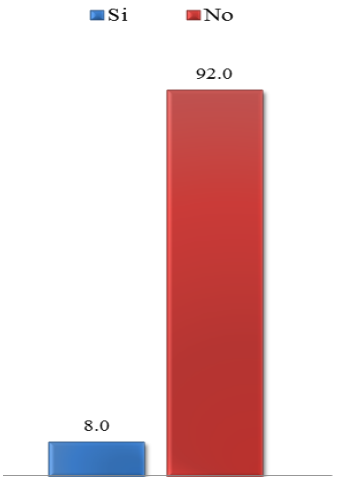


Figura 58. Porcentaje de la posibilidad de ampliar la vivienda
Fuente: Elaboración propia

De las personas que decidieron no realizar alguna ampliación, el 43.4 % consideró que no lo creían necesario, el 30.3 % mencionaron que no se encontraban en la condición económica para realizar tal gasto, el 15.5 % que la vivienda no era propia, ya sea que rentaban o la tenían prestada, por lo tanto no invertirían en algo que no era de su propiedad, y el 7.1 % mencionó que no tenían espacio en su predio o vivienda para ampliarla (ver Figura 59).

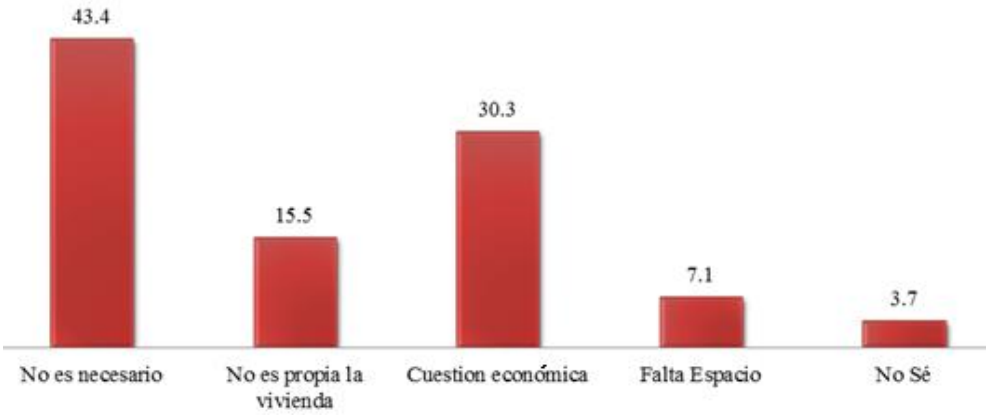


Figura 59. Porcentaje de las razones por las que no haría una ampliación en el predio
Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a las personas que si tenían pensado ampliar su vivienda, el 80.8 % señaló que la principal razón de hacer esta ampliación era debido a la necesidad de más espacios en la vivienda para vivir más gusto; el 11.5 % señaló que necesitaban una recámara adicional; el 3.8 % que la cocina era muy pequeña y que necesitaban hacerla más grande; aunado a lo anterior el 3.8 % se abstuvo de dar respuesta a esta pregunta (ver Figura 60).

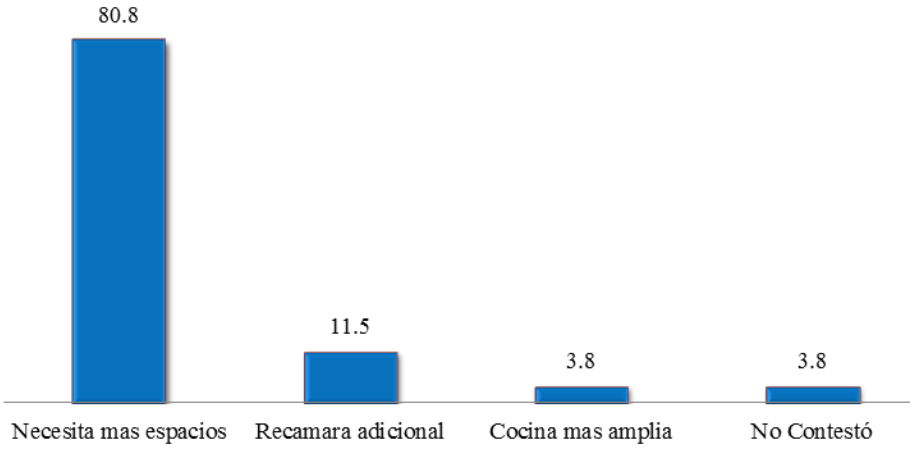


Figura 60. Razones por las que si se haría una ampliación en el predio
Fuente: Elaboración propia

La zona dentro del predio donde las personas tenían pensado hacer su ampliación era principalmente la parte de atrás, lo que significaba el 30.8% ubicándose al Este del TLB; después, el frente y arriba con el 26.9 % y el 23.1 % respectivamente; los costados fueron las zonas menos seleccionadas, donde con el 11.5 % se seleccionaba el costado derecho y con un 7.7 % el costado izquierdo (ver Figura 61a). En función del tiempo en el que se haría esta ampliación, el 4 % mencionó que la construcción se encontraba en proceso; el 35 % la realizarían en menos de 1 año; el 58 % señaló que la llevarían a cabo entre 1 y 3 años; y el 4 % que en más de 4 años (ver Figura 61b).

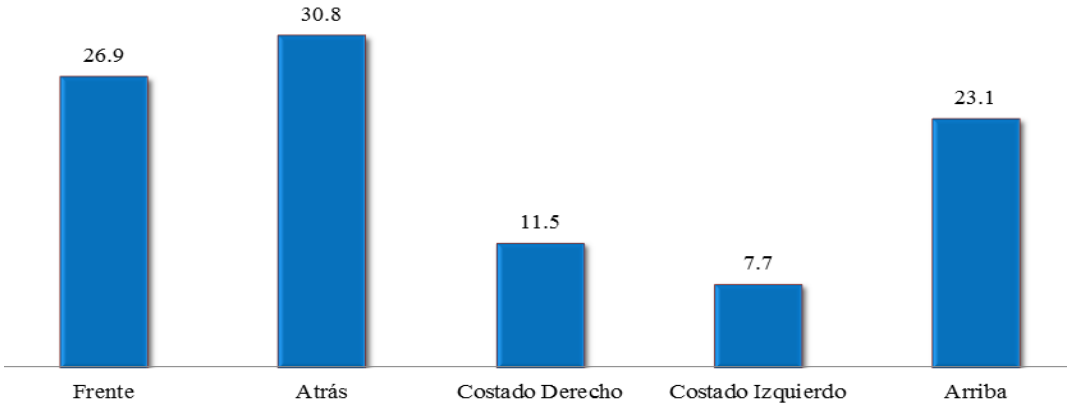


Figura 61a. Porcentaje de las zonas en el predio donde se haría la ampliación.
Fuente: Elaboración propia

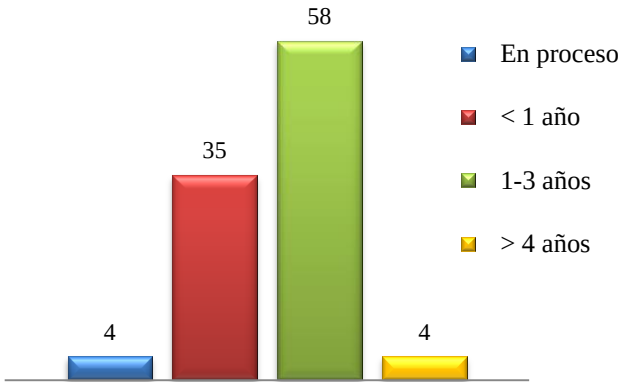


Figura 61b. Porcentaje del tiempo en el que se haría la ampliación.
Fuente: Elaboración propia

Otro punto importante que se cuestionó al considerar una ampliación o construcción a futuro, fue la existencia de vegetación en la zona por afectar, a lo que el 57.7 % señaló que sacarían la planta y la replantarían en un lugar estratégico de su predio, el 26.9 % no se sentía preocupado por esta cuestión ya que su predio no contaba con vegetación, aunado a esto, se encontraron dos grupos: uno pretende construir alrededor de la vegetación integrándola al proyecto, y el segundo no se preocupa por la vegetación ya que simplemente la sacaría sin replantarla o reponer la planta por una nueva, ambos grupos representados por el 7.7 % (ver Figura 62).

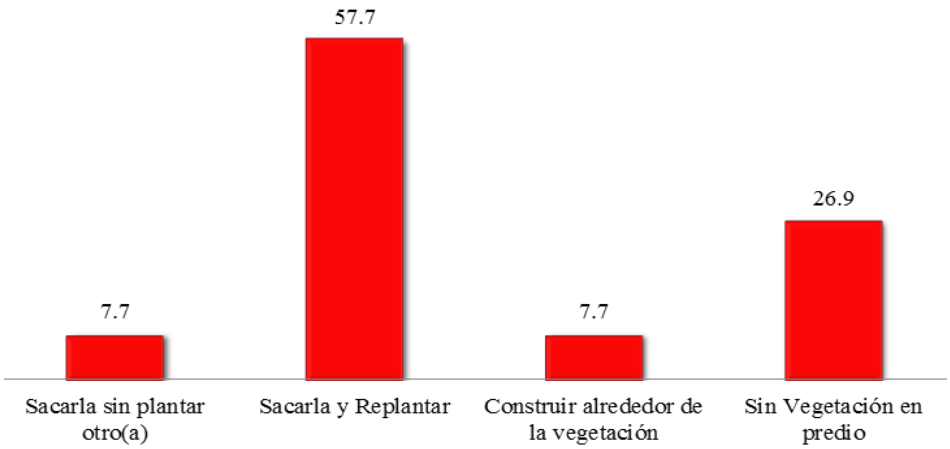


Figura 62. Consideraciones sobre vegetación existente y ampliaciones futuras
Fuente: Elaboración propia

Otro dato importante que se presentó en el cuestionario, fue la capacidad de resguardar un vehículo dentro del predio. Primeramente, se les cuestionó si contaban con un espacio designado en el predio para estacionar por lo menos 1 vehículo. El 94.4 % contestó que si tenían espacio dentro del predio; y el 5.6 % que no contaban con espacio dentro del predio para su vehículo (ver Figura 63a y Mapa 15). Segundo, se les cuestionó el número de vehículos con los que contaban en esa vivienda, a lo que el 50.2 % de los encuestados respondieron que tenían 1 vehículo, este grupo se encontraba ubicado principalmente al Sur del TLA y al Este del TLB; el 34.7 % cuenta con más de 2 vehículos, ubicados principalmente en la intersección del TLA y TLB; el 15.2 % no cuenta con vehículo (ver Figura 63b y Mapa 16).

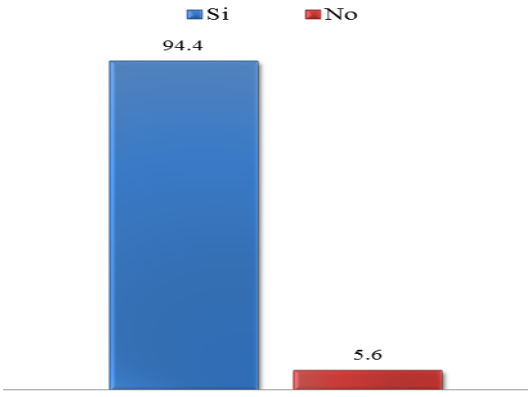


Figura 63a. Porcentaje de las viviendas con espacio para el carro
Fuente: Elaboración propia

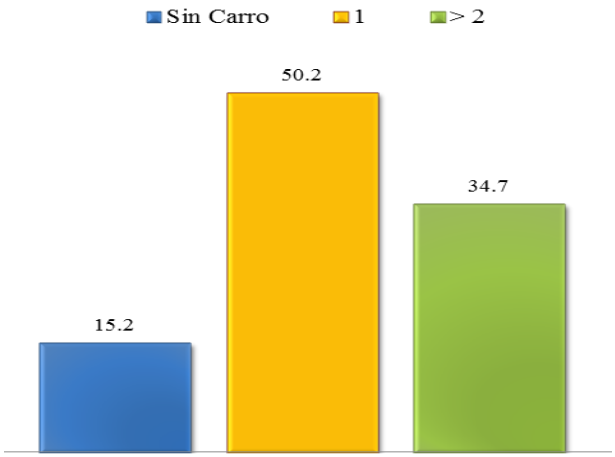


Figura 63b. Porcentaje del número de carros por vivienda
Fuente: Elaboración propia

5.3.3. Usos, funciones y características del espacio exterior de la vivienda

Este apartado muestra los usos, funciones y características del espacio exterior de la vivienda, para esto se generaron cuatro planteamientos donde el usuario debía relacionar sus áreas exteriores con las actividades o usos realizados en ellos, materiales con los que delimitan sus espacios y recubrimiento de suelos y linderos, así como la identificación de aquellos espacios dedicados para el jardín o designados para la vegetación.

Primeramente, se les cuestionó qué parte de su predio se consideraba como patio y si dicho espacio contaba con vegetación (no necesariamente que estuviera completamente cubierto de vegetación, pero que tuviera más que una maceta), a lo que el 87.9 % señaló que el frente lo consideraban como patio y el 63.8 % mencionó que es aquí donde principalmente tienen la vegetación. El 56 % considera la parte de atrás como patio y en el 24.1 % lo mantiene con vegetación, el costado izquierdo en 23.5 % se considera como patio a diferencia del costado derecho donde solo el 20.7 % lo visualiza de esta forma, por su parte la vegetación en estos espacios se encuentra muy similar con el 13.9 % y el 12.1 % respectivamente (ver Figura 64 y Mapa 17).

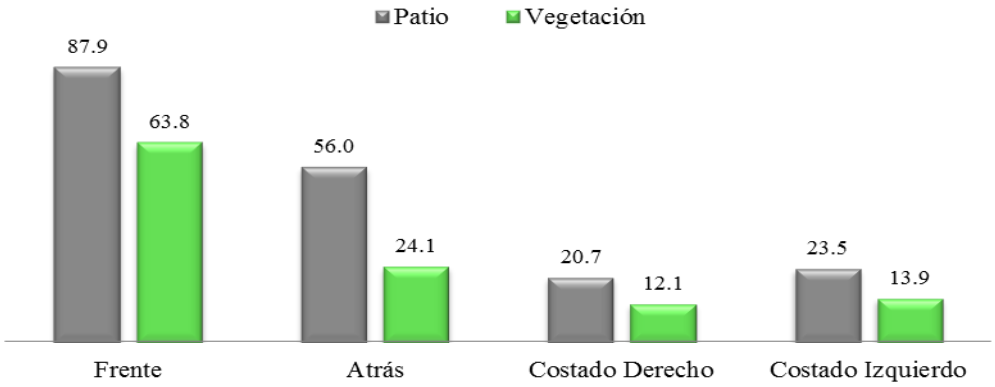


Figura 64. Características del espacio exterior en la vivienda.
Fuente: Elaboración propia

Segundo, se indagó sobre los usos que se les daban a los patios o espacios exteriores en la vivienda. Para esta pregunta se manejaron 6 variables, el juego o deporte, área para asador, cochera, área para lavar, área para la basura, y para las mascotas. A lo que, se obtuvo que las cocheras principalmente se encuentran en el patio del frente con el 78.6 %, seguido por el espacio para la basura con el 57.5 %, el área de juego o practicar algún deporte con el 19.5 % y tener a las mascotas en un 12.4 %. En el patio trasero, el 36.8 % mencionaron que tenían el área para lavar y el área para la basura con el 27 %, seguido por las mascotas con un 26.9 % y con un 13 % el área para asador. En los costados, se distingue el lado izquierdo con el 26.6 % como espacio para lavar. Y otro elemento que se debe resaltar es que las personas consideraban todo el espacio sin construcción como utilizable para tener a las mascotas en un 23.8 % y para utilizar el asador en un 18 %, considerando que estas variables no necesitan ningún tipo de instalación especial que hagan su movilidad un problema (ver Figura 65 y Mapa 18).

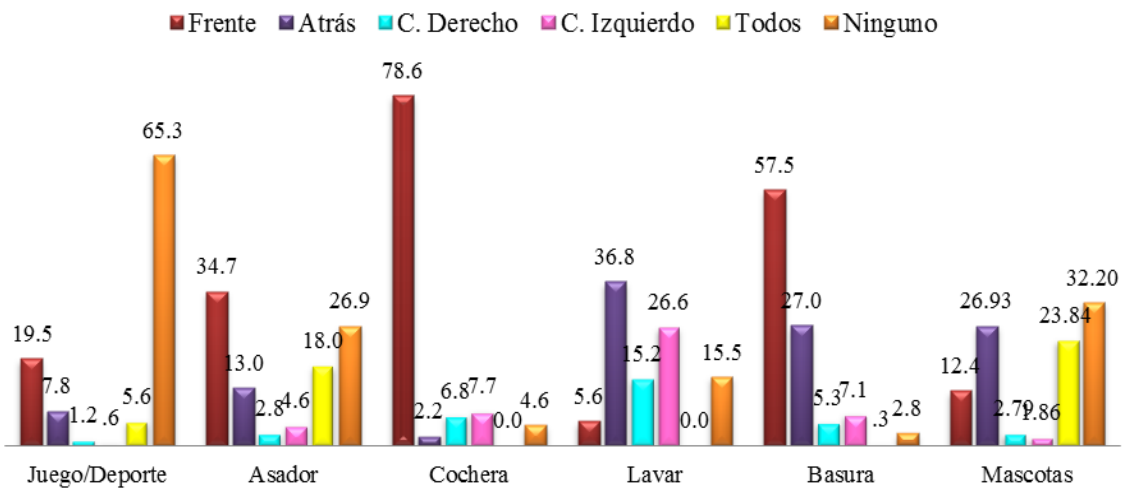


Figura 65. Porcentaje basado en los usos del espacio exterior de la vivienda
Fuente: Elaboración propia

Tercero, los materiales con los que delimitaban su predio, así como los materiales con los que recubrían sus pisos o suelo. Primeramente, los materiales que se destacaron en la delimitación del predio en cualquiera de sus lados fue la malla ciclónica con una media de 29 %, ubicándose principalmente al Este del TLB; el block o ladrillo con un 54 % utilizado principalmente en los costado o parte trasera del predio; la herrería con el 43.3 % se utilizaba principalmente en el frente de la propiedad, localizados principalmente en el TLB; aunado a lo anterior, se preguntó si utilizarían algún tipo de cerco hecho con vegetación o la misma vegetación como barrera a lo que únicamente el 6.5 % señaló que si pero al frente y más por una cuestión estética, y el 2.5 % que lo utilizarían en los otros tres linderos, estos se ubicaban al Oeste del TLB; la madera fue de los materiales menos utilizados en cualquiera de los linderos de la vivienda, presentando un porcentaje mínimo de 1.2 % al costado derecho y como máximo de 3.1 % en la parte trasera (ver Figura 66 y Mapa 19).

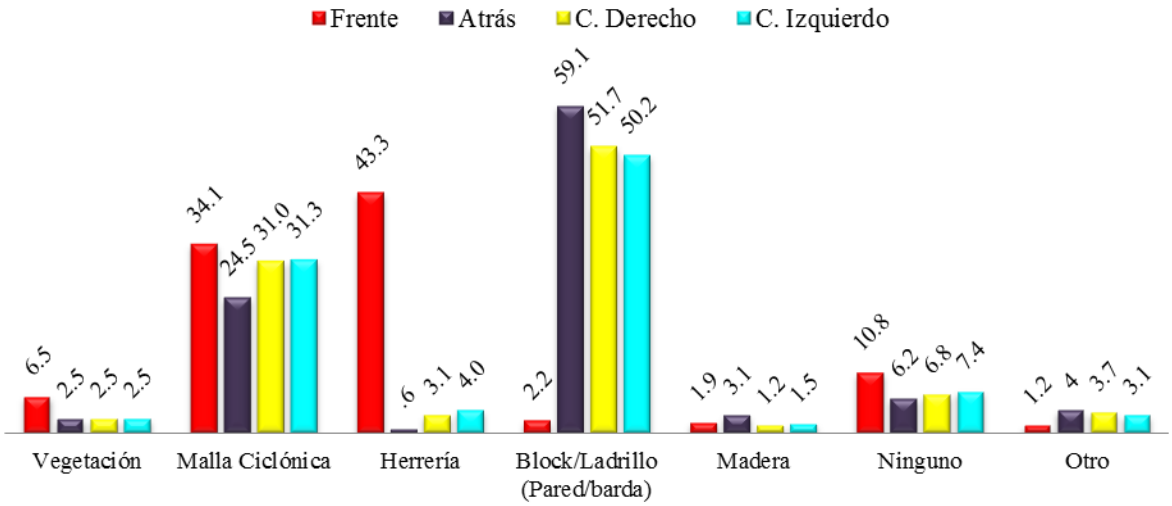


Figura 66. Porcentaje basado en los materiales con que delimita su predio
Fuente: Elaboración propia

Cuarto, los materiales más utilizados para cubrir todos los pisos o suelos del predio resultaron ser el cemento con una media porcentual del 43.8 %, y la tierra del 41.8 %. Así mismo, se puede mencionar que la zona donde tenían mayor presencia estos materiales era para el cemento en los costados derecho e izquierdo con un porcentaje de 49.8 % y 48.6 % respectivamente, y en lo que respecta a la tierra su presencia dominaba en la parte trasera de los predios con un porcentaje de 46.1 %. El zacate o pasto se utilizaba en el frente con un 7.1 % y donde menos presencia tenía era en el costado derecho con un 2.5 %. Las rocas o gravas decorativas también son materiales poco utilizados presentándose principalmente en el frente con un 4 % y en menor medida en la parte de atrás con un 2.5 % (ver Figura 67 y Mapa 20).

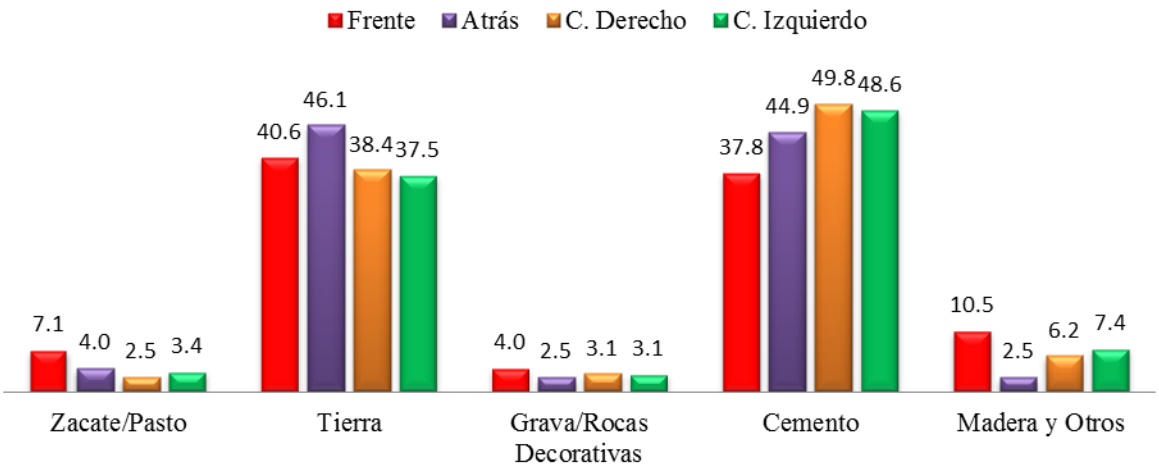


Figura 67. Porcentaje basado en los materiales como recubrimiento de suelos
Fuente: Elaboración propia

5.3.4. La vegetación y los espacios exteriores de la vivienda

En lo que corresponde a los cuestionamientos sobre la vegetación en la vivienda, las preguntas estaban abiertas al conocimiento del usuario. Las personas encuestadas mencionaron los tipos de árboles con los que cuenta su vivienda, ya sea Perennifolios o Caducifolios. En este momento no se consideraba si la planta era la más adecuada para la zona o si la persona tenía alguna preferencia por cierto tipo de planta, hojas, color, o producto que se podía obtener del mismo, simplemente era conocer el tipo de vegetación que se presentaba en la vivienda.

Primeramente, se obtuvo que el 67.8 % de las viviendas donde se aplicó el cuestionario contaban con vegetación en su predio y el 32.2 % no contaba con ningún tipo de vegetación (ver Figura 68 y Mapa 21). De las viviendas que contaban con vegetación el 41.5 % estaba representado por árboles de cualquier tipo, el 8.7 % de las personas preferían tener arbustos en su vivienda, por otro lado el 7.7 % de las personas preferían tener plantas en macetas, el pasto o zacate se encontraba con el 4.3 % y finalmente la vegetación que menos se presentaba eran las cactáceas, las enredaderas y las plantas comestibles o aromáticas (yerbabuena, menta, manzanilla) con el 3.4 %, 1.9 % y el 0.3 % respectivamente (ver Figura 69 y Mapa 22).

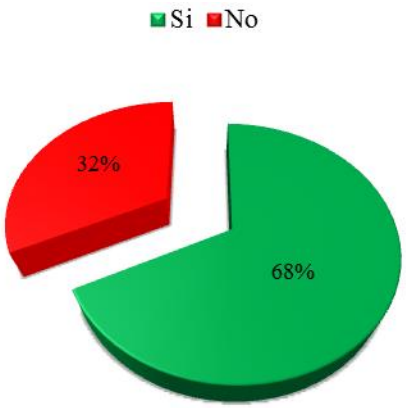


Figura 68. Porcentaje basado en la presencia de vegetación en el predio
Fuente: Elaboración propia

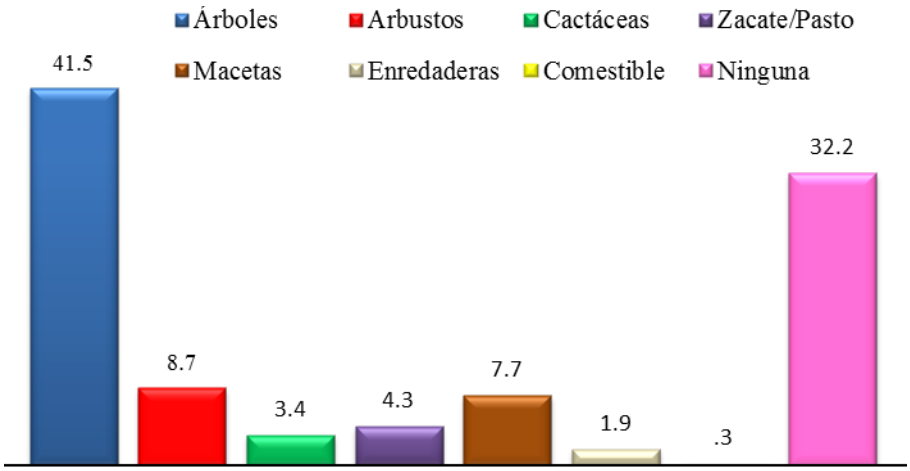


Figura 69. Porcentaje basado en el tipo de vegetación presente en el predio
Fuente: Elaboración propia

Una vez que se obtuvo esta información, era importante conocer por parte de aquellas personas que si contaban con vegetación en su predio cómo es que se había obtenido dicha planta, a lo que las respuestas señalaron lo siguiente: el 44 % de las personas con vegetación las había comprado, al 22.2 % se las habían regalado, el 1.6 % señaló que las plantas ya se encontraban en el predio (ver Figura 70 y Mapa 23).

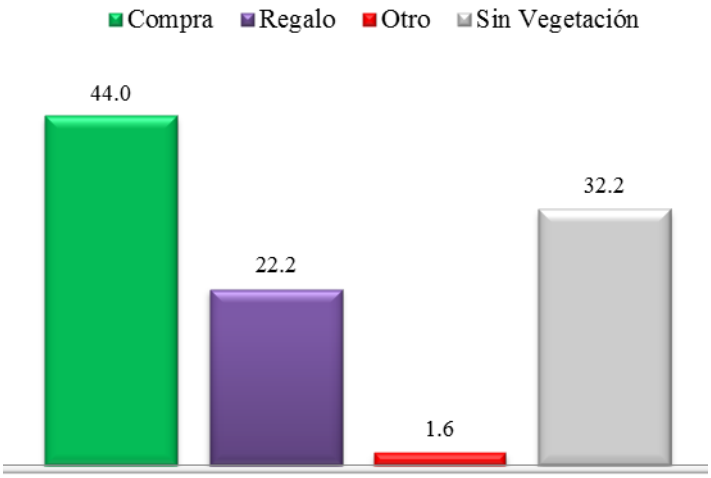


Figura 70. Porcentaje basado en la forma de obtención de la vegetación en el predio
Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a las personas que habían comprado sus plantas, el 67.6 % señaló que la principal fuente de obtención de su planta o vegetación fue a través de los viveros que se encuentran en la ciudad, a estos les siguieron con un 20.4 % aquellas personas que preferían comprar a los vendedores ambulantes, ya sea aquellos que se encuentran en la calle sin establecimiento fijo o en los mercados conocidos como "sobreruedas", y finalmente en un 12 % las personas buscan sus plantas en las tiendas departamentales tales como Walmart o Home Depot (ver Figura 71 y Mapa 24).

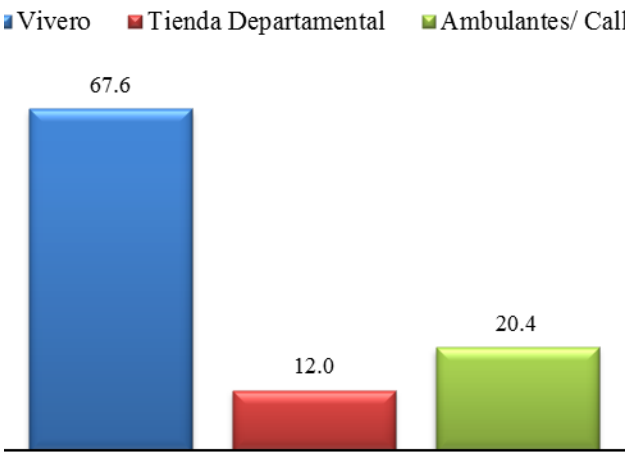


Figura 71. Porcentaje basado en el lugar de procedencia de la vegetación presente en el predio.
Fuente: Elaboración propia

Aunado a lo anterior se les cuestionó, tanto a los que tienen plantas como a aquellos que nunca han tenido, si en el caso de que les regalaran una planta donde sería el lugar más idóneo para plantarla o ponerla semifija en caso de estar en maceta, a lo que en su gran mayoría con el 72.1 % contestaron que en la parte del frente del predio, el 9.3 % señaló que en la parte de atrás, la minoría mencionó que en los costados derecho e izquierdo representados por el 1.9 % y el 2.2 % respectivamente, por otra parte el 14.6 % de las personas mencionaron que ni regalada la planta la cuidarían o la plantarían en su predio (ver Figura 72 y Mapa 25).

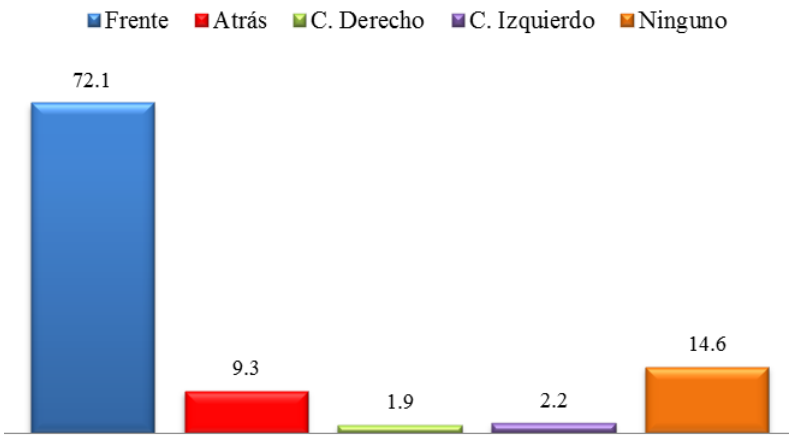


Figura 72. Porcentaje basado en la ubicación de la vegetación en el predio.
Fuente: Elaboración propia

En lo que se refiere a las preferencias de las personas de acuerdo al tipo de árbol de acuerdo a su follaje, el 93.2 % señaló que el árbol perennifolio es el de su preferencia debido a que todo el año tiene hojas, siempre dan sombra y se miran mejor; el 3.1 % señaló que los ornamentales debido a que las flores hacen ver más bonita las casas, el 0.6 % mencionó que los arboles caducifolios ya que en invierno dejan pasar el sol del día y se aprovecha el calor; finalmente hubo dos grupos con el 1.5 % que mencionaron que no tenían algún tipo de árbol de su preferencia (cualquiera era bueno) y otros que decidieron reservarse su comentario (ver Figura 73 y Mapa 26).

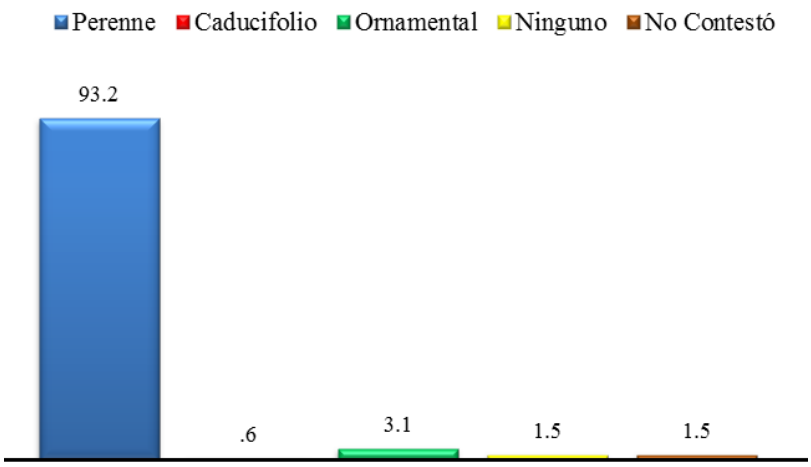


Figura 73. Porcentaje basado en la preferencia del encuestado por el tipo de árbol
Fuente: Elaboración propia

5.3.5. Conocimiento ambiental y normativo por parte del encuestado

Este apartado se relaciona con el conocimiento que los usuarios tienen sobre las cuestiones ambientales y los beneficios que puede proporcionar la vegetación al medio ambiente así, como el conocimiento sobre las normas que puedan existir o implementarse en la ciudad de Mexicali, con el fin de mejorar sus condiciones ambientales, recreativas y de calidad de vida.

Primeramente, se les cuestionó si la vegetación en las viviendas proporcionaba algún beneficio a la ciudad y sus habitantes a lo que el 95 % respondió que sí (ver Figura 74 y Mapa 27).

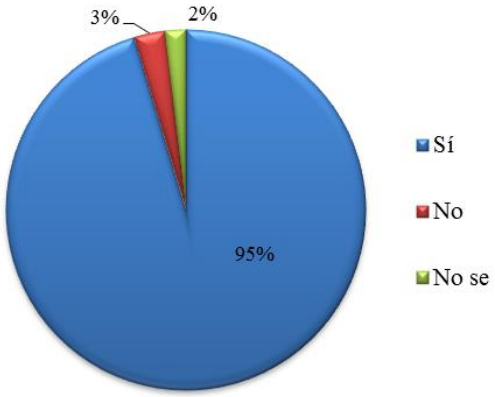


Figura 74. Porcentaje basado en el conocimiento de los beneficios derivados de la vegetación
Fuente: Elaboración propia

Las personas que reconocían los beneficios proporcionados por la vegetación, señaló que dichos beneficios se podían categorizar en cuatro grupos: Ambientales, Salud, Urbanos y Psicológicos. El 55.2 % de las personas consideraron que los beneficios ambientales se generaban ya que los arboles permitían la reducción de las temperaturas, generaban oxígeno y con esto se podría tener un planeta más sano. El 27.3 % manifestó que los beneficios en la Salud se podían recibir ya que los arboles permitían tener un aire más limpio y por ende se reducían las enfermedades respiratorias, además, resaltaron la posibilidad de utilizar algunas plantas con fines medicinales y aprovechar ese producto de manera natural. El 14.6 % de las personas encuestadas consideraba que las plantas generaban beneficios urbanos ya que la ciudad, a pesar de que se esté considerando únicamente a la vegetación en la vivienda, las colonias, fraccionamientos y en general las zonas habitacionales, esta tendrían más áreas verdes y zonas agradables para el esparcimiento, además consideran que las viviendas y la ciudad en general sería mucho más bella y limpia. Finalmente, el 1.6 % de los encuestados mencionó que la vegetación genera un beneficio Psicológico, donde se puede traducir que el individuo que cuenta o aprovecha los espacios para tener árboles o vegetación en general tiene una actitud de felicidad, mejor ánimo y por ende una mejor calidad de vida (ver Figura 75 y Mapa 28).

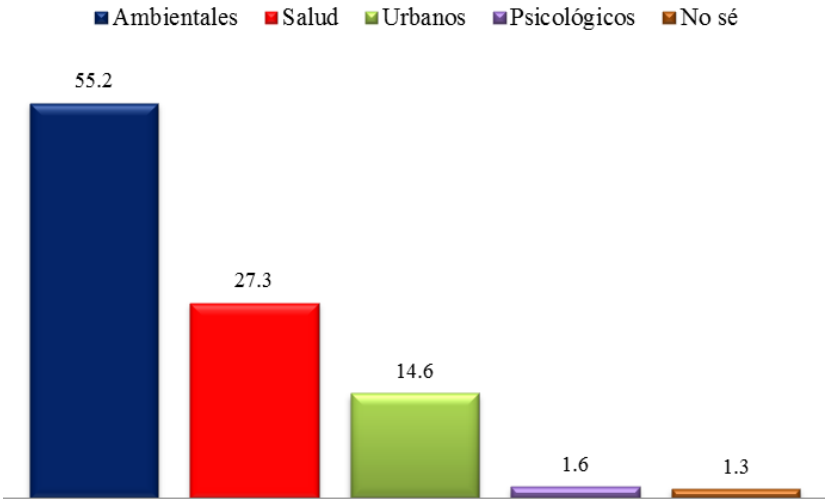


Figura 75. Porcentaje basado en las categorías derivadas de los beneficios de la vegetación
Fuente: Elaboración propia

Una vez que se obtuvo la información sobre los beneficios que los arboles proporcionan, se les cuestionó si conocían cuales eran los árboles o plantas que deben utilizarse en esta

localidad o región, para su apto crecimiento y desarrollo. Una de las características que debían considerar eran las condiciones climáticas y el tipo de suelo. El 78 % de las personas contestó que si las conocían y el 22 % que no sabían cuáles eran mejores para la región (ver Figura 76 y Mapa 29).

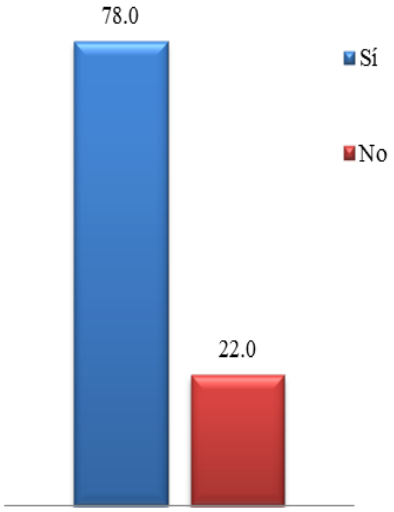


Figura 76. Conocimiento sobre la vegetación más apta para la región de Mexicali
Fuente: Elaboración propia

Aunado a lo anterior, las personas encuestadas señalaron que podían generarse siete grupos de plantas que desde su criterio eran las que mejor se adaptaban a las condiciones climáticas de la ciudad o región de Mexicali. Las plantas Desérticas o cactáceas, se encontraban representadas por el 34.4 %; el Mezquite con un 18.2 %,; el Yucateco o la Benjamina se encontraban representados por el 17.4 %; los arbustos estaban en un 8.1%; el Guamúchil, el Eucalipto, las Palmas y la Buganvilia se encontraban representados por el 5.3 %, 4.9 %, 3.2 %, y el 2.4 % respectivamente; menor al 2 % se encontraban las flores o yerbas en macetas; el Árbol de Algodón, el Pino Salado y los Cítricos representaban el 1.2 %; y el Olivo Negro con el 0.4 % (ver Figura 77 y Mapa 30).

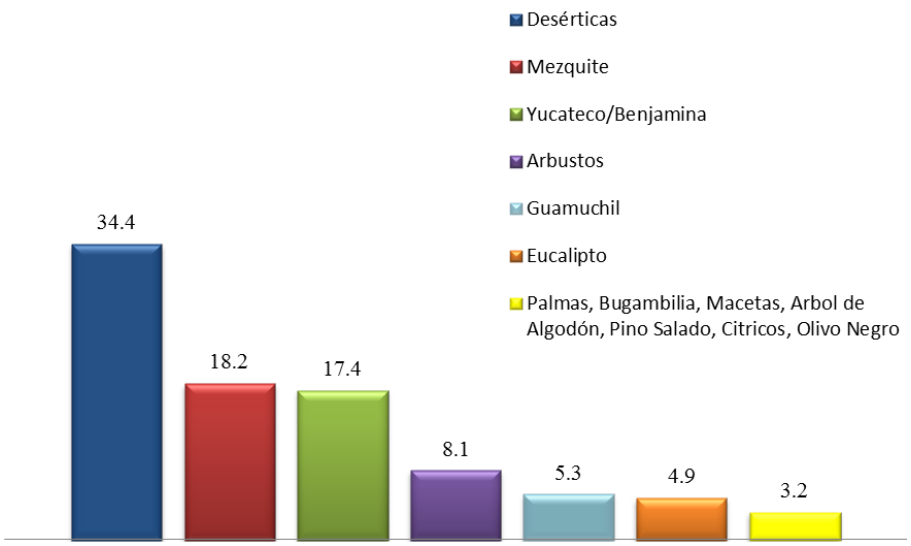


Figura 77. Porcentaje basado en el tipo de vegetación más apta para la región de Mexicali
Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a la normatividad sobre el espacio privado y las áreas verdes o ajardinadas, se introdujo al cuestionario una pregunta donde se pretende que la persona encuestada piense sobre la posibilidad de tener un reglamento que obligue al ciudadano a tener un espacio permanente en su vivienda destinado a la plantación, cuidado y mantenimiento exclusivo para árboles o plantas vivas. En este sentido, el 85.1 % señaló que estaba de acuerdo en que se implementara este reglamento (ver Figura 78 y Mapa 31).

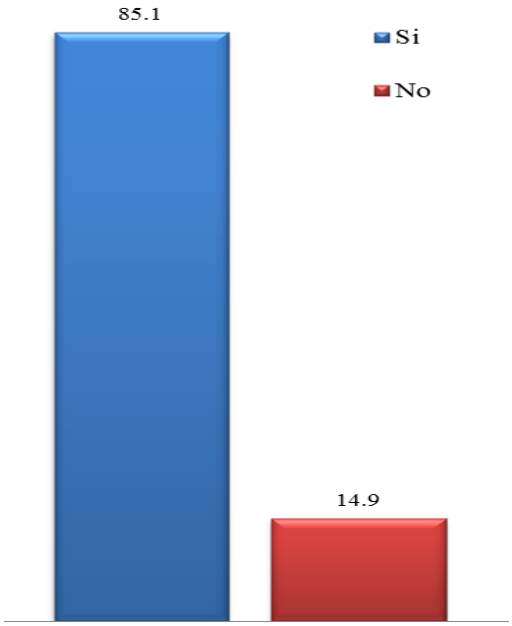


Figura 78. Opinión sobre la aplicación de un reglamento en la vivienda para dotación y mantenimiento de la vegetación en la vivienda
Fuente: Elaboración propia

En base a lo anterior, el encuestado señaló que si se implementara dicha normativa se tendrían espacios dignos -en función del tamaño- para las plantas en la vivienda (38.9 %); se mejorarían las condiciones ambientales en la ciudad principalmente la calidad del aire (37.8 %); se mejoraría la imagen urbana principalmente de las zonas habitacionales (15.3 %); se podría mejorar la conciencia del ciudadano sobre los beneficios y contribuciones de la vegetación en el ambiente (5.1 %); y el 2.9 % señaló que no sabía claramente las aportaciones de esta norma pero les parecía que estaba bien tenerlo (ver Figura 79).

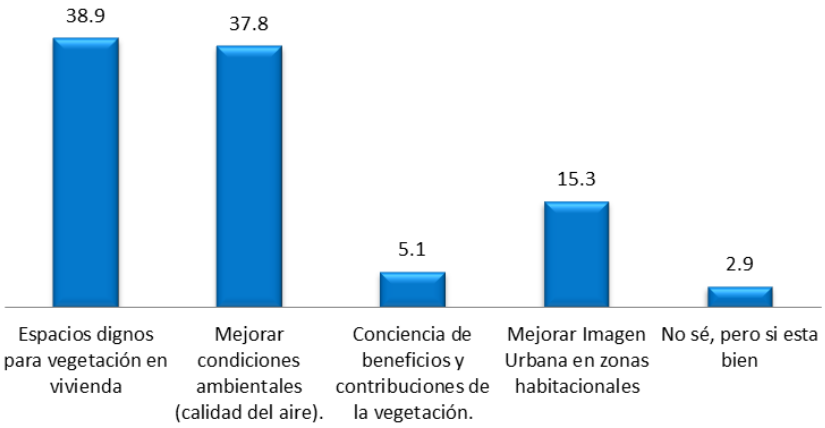


Figura 79. Porcentaje basado en las razones por las que si se debería tener un reglamento para la dotación de espacios designados para las áreas verdes en la vivienda
Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, el 14.9 % señaló que no estaba de acuerdo en tener un reglamento de esta naturaleza ya que, se violaba la liberta de expresión y de decisión ya que en la vivienda el dueño de cada una de ellas puede y debe decidir lo que se debe, puede o no hacer en el mismo (40.74 %), por su parte el 25.9 % pensaban que: 1) era una medida muy estricta y arbitraria y 2) que no servía de nada obligar con un reglamento ya que la ley no se cumplía, el 3.7 % pensaba que esa medida no era posible ya que los predios eran muy pequeños como para intentar obligar tener un espacio para la vegetación, y finalmente el 29.63 % no sabían por qué pero simplemente no consideraban que debía existir un reglamento de esta naturaleza (ver Figura 80).

Figura 80. Razones por las que NO se debería tener un reglamento que obligue la permanencia de espacios designados para las áreas verdes en la vivienda
Fuente: Elaboración propia.

En suma, es a través de la información recopilada en este capítulo que se pudieron generar cuatro categorías que conjugan las principales características de la zona de estudio. Tomándose de base la tipología de la vivienda y ajustándola de seis variables a únicamente cuatro; ya que, las tipologías de vivienda Popular, Progresiva y Precaria presentan las mismas características en función de la densidad de población, densidad de vivienda, espacio y dimensiones del predio. Por lo tanto, las tipologías de la vivienda se resumieron a cuatro: Residencial, Media, Interés Social y Popular.

Para llevar a cabo esta categorización se integraron 14 variables que se consideraron como fundamentales en función del uso, función y cobertura del suelo en el espacio exterior de la vivienda. Dichas variables son: Densidad de vivienda, densidad de población, edad del encuestado, escolaridad del encuestado, tenencia de la vivienda, temporalidad en dicha vivienda (tiempo de residencia), dimensiones del predio –ancho y largo- verificado en el sitio, número de carros en la vivienda, zona libre de construcción, ubicación de la cochera, tipo de recubrimiento de piso, tipo de vegetación actual en el predio y la ubicación de la misma.

A partir de lo anterior se pudo obtener la siguiente información en el TLA y TLB (ver Tabla 9):

a) En lo que respecta a la densidad de vivienda, sobresale la densidad de vivienda media la cual resultó predominante en la tipología de vivienda media y popular. La ubicación de este fenómeno se presenta: Primero, en la vivienda popular al Norte del TLA y, al Este y Oeste del TLB (en las periferias de la ciudad); y segundo, en la vivienda media en la intersección de los TLA y TLB. Sin embargo, la densidad de vivienda muy alta se presentó en la vivienda de interés social, la cual se ubica principalmente al sur del TLB.
b) En lo que respecta a la densidad de población, sobresale la baja densidad de población, presentándose con mayor presencia en la tipología de vivienda residencial y popular. La ubicación de este fenómeno se presenta: Primero, en la vivienda popular en toda la parte Norte del TLA, y los AGEB más próximos a la intersección del TLA y TLB; y segundo, en la vivienda residencial encontrándose en el centro del TLA y TLB. Aparte de lo anterior es de suma importancia señalar que la alta

densidad de población se presenta en la vivienda de interés social en la parte Sur del TLA, una sección al sur del boulevard Lázaro Cárdenas y, la segunda sección en la periferia de la ciudad.

c) En lo que respecta a la edad del encuestado, predominó en tres de las cuatro tipologías de vivienda el rango de edad de 50 a 69 años, siendo la excepción la vivienda de interés social, ya que en esta tipología población encuestada se encontraba entre los 30 y los 49 años de edad. La ubicación de este fenómeno se presenta al sur del TLA y al Este –en la periferia- del TLB.
d) En lo que respecta a la escolaridad del encuestado, la educación básica (primaria y secundaria) fue la que prevaleció en tres tipos de vivienda, siendo la excepción la vivienda residencial, donde el encuestado contaba con estudios universitarios. Este fenómeno se presenta distribuido en ambos transectos, siendo la excepción al Este del TLB -en la periferia- donde la población señaló que sus estudios terminados eran de preparatoria.
e) En lo que respecta a la tenencia de la vivienda, principalmente la vivienda era propia o se estaba pagando. Sin embargo, es importante señalar que una tercera parte de la vivienda de interés social se encontraba rentando dicha propiedad, los cuales se encontraban ubicados en la parte sur del TLA y al Este del TLB.
f) En lo que respecta a la temporalidad en la vivienda, se obtuvo que en su mayoría la población encuestada tenía viviendo en dicha propiedad entre 20 y 39 años. Sin embargo, en la vivienda de interés social la población contaba con una temporalidad de entre 1 y 20 años en dicha vivienda; la población que contaba con menos de 1 año en la vivienda se ubicaba al Sur del TLB.
g) En lo que respecta a las dimensiones del predio, y debido a que la gran mayoría de los encuestados desconocía esta información, y para efectos de esta investigación se tuvo que verificar las dimensiones en sitio y con apoyo de imágenes satelitales. Por lo tanto, en función de las dimensiones del ancho y el largo de los predios se obtuvo que: Primero, en el ancho o frente de la propiedad, las dimensiones oscilaban entre un mínimo de 6 m a un máximo de 60 m. Generándose los siguientes rangos en las

dimensiones del frente de la vivienda: residencial 15 m; media de más de 10 m hasta 15 m; interés social de 6 m a 10 m; y popular de más de 10 m. Segundo, en el largo o profundidad de la propiedad, las dimensiones oscilaban entre un mínimo de 11 m a un máximo de 50 m. Con lo que se generaron los siguientes rangos en las dimensiones del largo de la vivienda: residencial de más de 26 m; media de 18 m a 20 m; interés social de menos de 18 m; y popular de más de 26 m.

h) En lo que respecta a la cantidad de carros con los que se cuenta en la vivienda, se obtuvo que en la vivienda residencial y media, las personas cuentan con más de 2 carros; y en la vivienda de interés social y popular cuentan con 1 carro.

i) En lo que respecta a los usos de los patios, se consideró pertinente conocer la zona en la que se encuentra ubicada la cochera, teniendo como resultado que la ubican principalmente en la parte de enfrente del predio y atrás; y únicamente en la vivienda residencial la cochera se encuentra en el costado derecho del predio.

j) En lo que respecta al tipo de recubrimiento con el que cuenta el suelo de los espacios exteriores en la vivienda, se encontró que tanto el cemento como la tierra, es importante señalar que las zonas que abarcan las viviendas de interés social como la popular se encuentran envolviendo a las otros dos tipología de vivienda, generando con esto un cinturón de viviendas con piso de tierra al Norte, Sur, Este y Oeste de los transectos.

k) En lo que respecta al tipo de vegetación con la que cuenta la vivienda se encontró que las viviendas que cuentan con árboles en su predio son la media y la popular; la residencial cuenta principalmente con zacate; y la de interés social plantas en maceta.

l) En lo que respecta a la ubicación de la vegetación, en todos los casos indicaron que la vegetación, sin importar el tipo al que corresponda se encuentra en la parte del frente del predio.

Tabla 9. Categorías de las principales características de la zona de estudio a través del TLA y TLB

Variable/ Tipología de Vivienda	Residencial	Media	Interés Social	Popular
Densidad de vivienda	Baja	Media	Muy Alta	Media
Densidad de población	Baja	Media	Alta	Baja
Edad / Encuestado (años)	50-69	50-69	30-49	50-69
Escolaridad / Encuestado	Universidad	Primaria	Secundaria	Primaria
Tenencia de la vivienda	Propia	Propia	Propia/Rentada	Propia
Temporalidad (años)	20-39	20-39	1-20	20-39
Frente del predio (m)	15	10-14	6-10	> 10
Profundidad del predio (m)	>26	18-20	<18	> 26
Carros en vivienda (cantidad)	> 2	> 2	1	1
Zona libre de construcción	Costado derecho	Atrás	Frente	Frente y Atrás
Cochera / Ubicación	Costado derecho	Frente	Frente	Frente
Recubrimiento piso	Cemento	Cemento	Tierra	Tierra
Tipo de vegetación / Actual	Zacate	Árboles	Macetas	Árboles
Vegetación / Ubicación	Frente	Frente	Frente	Frente

Fuente: Elaboración propia

VI. DISCUSION Y CONCLUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

6.1. MEXICALI Y LAS ÁREAS VERDES

Esta investigación se enfoca en el análisis de las áreas verdes a través de escalas. Donde se pretende resaltar la importancia que tiene la planificación de las AV para la protección y conservación del ambiente en las ciudades. Se hace hincapié que para que esto suceda se deben considerar no solo aquellos espacios que se encuentran planteadas en los documentos oficiales de la planificación de una ciudad como son los espacios públicos, tales como los parques, glorietas, cementerios así como los espacios de equipamiento deportivo; sino que también deben ser considerados aquellos espacios privados que se encuentran dentro de los predios habitacionales, comerciales e industriales, es decir, aquellos espacios considerados como jardines o áreas de esparcimiento o recreación. Aunado a lo anterior, es de suma importancia señalar que se debe implementar en el análisis y planeación de estos espacios, la función ecológica y ambiental para el equilibrio ambiental de una ciudad y las áreas que le circundan, tal sea el caso de áreas naturales o productivas y un análisis ciudad – región de las AV.

Este trabajo de tesis ha tenido como objetivo principal analizar las contribuciones ecológicas y ambientales que las AV proporcionan al ecosistema urbano para el mejoramiento ambiental de la ciudad de Mexicali, B. C. Es por esto que, esta investigación ha abordado la problemática desde el enfoque y el análisis ecológico de las áreas verdes y desde tres escalas, siendo éstas: las áreas verdes en conexión con la región (escala macro); las AVU analizadas desde la ciudad y para la ciudad (escala meso), y finalmente las áreas verdes como jardines en las zonas habitacionales (escala micro o de transecto).

Este apartado pretende hacer una contribución a las áreas disciplinarias de planeación que manejan a las AVU, basándose en la ecología y la planeación ecológica del paisaje para aquellos espacios vivos dentro de una ciudad. Además, pretende llevar a cabo una discusión donde se relacionen los resultados obtenidos con los elementos expuestos en los casos análogos, así como los elementos medulares para esta investigación definidos en el marco teórico, y aquellos elementos expuestos en el marco metodológico.

Lo que se pretende con este apartado es exponer y dar una aportación a la planificación de las AV donde se resalte la importancia de planificar, desarrollar, dotar, conservar y proteger espacios designados para áreas verdes desde tres escalas (regional, urbana y de transecto), ya que son estos espacios uno de los principales elementos que permiten fomentar la sustentabilidad en una ciudad y su región.

6.1.1 Marco teórico conceptual y las áreas verdes

Uno de los puntos más importantes en este trabajo de investigación ha sido el resaltar la importancia de considerar el análisis de las áreas verdes desde un enfoque ecológico, así como llevar a cabo el análisis de planificación de forma integral, el cual aparentemente es difícil de entender, aplicar y sobre todo dar soluciones en lo que se refiere a la planificación de estos espacios en las ciudades y en sus regiones.

Resulta importante resaltar que estos espacios a pesar de que se consideran como parte y elemento fundamental para mejorar la calidad de vida de todos los habitantes de una ciudad (Reyes-Päcke y Figueroa, 2010), y que además se reconocen los beneficios ambientales así como sus funciones y características desde un enfoque ecológico, tal y como lo señala Odum y Barrett (2006), que un ecosistema (cualquiera que este sea) depende de las comunidades que lo conforman y su entorno, que a su vez interactúan con otras comunidades y organismos, los cuales al no verse impactados continúan su curso sin modificaciones. Sin embargo, debido a que estos interactúan entre sí o son interdependientes, cualquier modificación que se realice en dicho entorno, afecta directamente el buen funcionamiento del ecosistema en cuestión. Para el caso de Mexicali, debido a la falta de visión y al limitarse únicamente a la planificación de las áreas verdes como espacios sociales de recreación y deporte, visualizando a dichos espacios como pequeños o medianos elementos dentro de una ciudad, no se ha podido lograr que estos espacios tengan una relación con el medio ambiente y actúen como elementos fundamentales para el mejoramiento o conservación de este ecosistema urbano, denominado ciudad de Mexicali.

En lo que se refiere a la biodiversidad, Sarmiento (2000) y, Newman y Jennings (2008) señalan que parte de la vida de una comunidad es determinada debido a su riqueza y diversidad biológica, y que además define un lugar debido a su abundancia, rareza y situación de

conservación; a lo que, para el caso de Mexicali, debido a que no se plantean estos escenarios en la planificación de las áreas verdes, las especies que se localizan en la zona urbana no son necesariamente comunidades de especies adaptadas o nativas de la región, lo cual provoca que se propaguen plagas o insectos que debilitan aquellas especies nativas o que se encuentran en proceso de adaptación. Otro de los elementos poco tratados en este respecto es el análisis de la biodiversidad a través de escalas, tal y como lo menciona Rana (2007), ya que el aprovechamiento, cuidado, protección y conservación de la vegetación debe plantearse a través de escalas desde un enfoque integral.

Otro punto relevante que se debe considerar en la planificación de las áreas verdes es el conocimiento y entendimiento de que la ciudad de Mexicali, la cual se localiza en una zona ecológica multidiversa, ya que está rodeada por diferentes ecosistemas. Principalmente inmerso en un ecosistema domesticado o también conocido como ecosistema urbano (Sánchez, 2007). Segundo, rodeado por desierto, valle con cultivos agrícolas, ríos, canales, drenes, dunas, cerros y montañas. Y es por esta sencilla razón, que la vegetación juega un papel tan importante en esta multidiversa región. La diversidad de la vegetación existente es extensa y variada. Forma parte de un todo que permite que las funciones de estos espacios sigan con vida, adaptándose a sus similitudes y diferencias naturales. Es por esto, que al momento de llevar a cabo la planificación de las áreas verdes en Mexicali, deben plantearse todos los escenarios posibles en dicha comunidad, ya que no puede ni debe ponerse en riesgo ningún ecosistemas (seguramente mucho más frágiles que el domesticado) por satisfacer un pequeño espacio dentro de la ciudad, tal y como lo señala Herce (2010). Es importante entender las limitantes que se tienen en una localidad desértica con altos niveles de captación de sol y temperaturas extremosas, así como el tipo de suelo con el que cuenta esta localidad.

En esta investigación se tomó la decisión de orientar el trabajo desde la perspectiva del paisaje, ya que según algunos autores (Forman y Godron, 1986; Odum y Barrett, 2006) denotan al paisaje como aquel espacio heterogéneo compuesto por un grupo de ecosistemas que interaccionan y se repiten de manera similar, pudiendo aplicar este concepto a la localidad de Mexicali y su región por la diversidad de ecosistemas con la que cuenta. Así mismo, Makhzoumi

(1999) menciona que el paisaje es el resultado de la interacción entre los factores naturales y los factores humanos a través del tiempo y el espacio.

Es importante señalar que cuando se habla de paisaje, no se puede estar pensando en un espacio o elemento totalmente natural, el paisaje es un espacio complejo como puede es el caso de Mexicali y su región. Cuando al paisaje se le integra el enfoque ecológico, es entonces cuando se puede entender de mejor manera la postura de la vegetación en las zonas urbanas como elementos fundamentales de la región para las zonas urbanas, ya que el paisaje está compuesto por elementos básicos e importantes que permiten el fácil entendimiento y análisis de ciertos espacios por su determinada conexión; dichos elementos son la matriz, corredores y parches en el paisaje. Así mismo, se deben considerar la estructura (es decir, la composición de dicho espacio), los procesos o dinámica de cambio, y la ubicación de dicho paisaje. Estos elementos se pueden identificar y claramente analizar en un espacio determinado: lo urbanizado y las AV.

Selman (2012) hace énfasis que los elementos del paisaje así como sus funciones deben ser siempre analizados desde un enfoque integral, donde se analicen los elementos naturales así como los procesos y factores de cambio realizados debido a la presencia del hombre, a través de la visión multidisciplinaria de expertos, obteniendo con esto, la aplicación de la ecología del paisaje, siendo aquella que conjunta la teoría ecológica con las aplicaciones prácticas, y que además considera el intercambio que se presenta entre materiales bióticos y abióticos en los ecosistemas e investiga y analiza las acciones humanas como respuesta a influencias recíprocas en los procesos ecológicos a través de escalas (Odum y Barrett, 2006).

Sin embargo, conociendo los beneficios que aportan el paisaje como la ecología del paisaje para los elementos naturales y humanos, la planificación de los espacios verdes, en la ciudad de Mexicali y su región, sigue siendo con un enfoque limitado y parcial. Enfocándose únicamente en el espacio inmediato y con finalidad social y recreativa, dejando fuera toda lógica ambiental y ecológica en la planificación, dotación y cuidado de estos espacios.

En lo que se refiere a la planeación de las áreas verdes, es de suma importancia hacer hincapié en la utilización de aquella que se encuentre estrechamente relacionada y enfocada al cuidado y protección del medio ambiente, donde tal como lo menciona Selman (2000) sea ésta la que permita dar la transición hacia un lugar donde la comunidad logre un equilibrio entre su

entorno natural y el construido, siempre en aras de la sustentabilidad de dicha localidad. Uno de los principales problemas de la actualidad es la degradación de una comunidad debido al rápido y desmedido crecimiento urbano y poblacional, y si a esto se le suma que no se lleve a cabo una planificación urbano o regional pensando en el cuidado ambiental, se puede entonces presumir que dicha localidad va directo a un desequilibrio ambiental y con lo cual la tendencia es la de incrementar los problemas ambientales con los que se cuente en la actualidad. Para el caso de Mexicali, uno de sus principales problemas es el reducido número de hectáreas con cobertura vegetal, así como el número de mini parches de vegetación y/o árboles que se encuentran en la ciudad.

Otra problemática que se presenta en la ciudad de Mexicali en este sentido, es el desconocimiento y la mala aplicación del conocimiento que se tiene sobre el tipo de vegetación que debe ser introducida a la localidad debido a las condiciones climáticas, tipo de suelo, así como al reducido consumo de agua que éstas deben de tener. Las autoridades siguen una planeación tradicional de las áreas verdes, basada en las necesidades de la comunidad desde el enfoque social, recreativo y deportivo.

Sin embargo, se ha mostrado que a través de la historia este paradigma debe cambiar hacia una planeación enfocada hacia el medio ambiente. Ya que al hacerlo de esta manera se podrán obtener repercusiones positivas en las personas y por ende se apoyará y fomentará la sustentabilidad ambiental y social de la localidad.

Esta investigación basó sus argumentos principalmente en la Planeación Ecológica, ya que es ésta, a diferencia de la planeación ambiental y planeación verde, la que plantea el análisis de los espacios naturales tomando como consideración los cambios que el hombre ha hecho sobre su entorno así como las repercusiones que estas generan a través de escalas. Así mismo, plantea la preocupación por integrar los elementos del paisaje para un análisis con mayor claridad y eficacia debido a la pauta multidisciplinaria con la que se maneja. Por otra parte, a diferencia de la planificación verde que únicamente se enfoca en las problemáticas que se derivan de la ciudad y de la planificación ambiental que su escala de análisis es principalmente regional, la planeación ecológica y la ecológica del paisaje, plantea análisis y estrategias en diferentes escalas bajo diferentes perspectivas, haciendo hincapié en la estructura, función y el

cambio en los espacios analizados (Salvador, 2004; Selman, 2000; Steiner, 2008; Steiner et al, 2014; y Ndubisi, 2002).

6.1.2. Antecedentes y casos análogos

La limitante que presentó esta investigación fue la de abordar a las áreas verdes como un elemento con funciones ecológicas y no como parte del equipamiento recreativo o deportivo de una comunidad. La mayoría de los estudios realizados, tenían como base de análisis la importancia como equipamiento de una ciudad. Se pudo observar que estos espacios se analizan y se planifican desde enfoques aislados y no como un todo que tiene o genera repercusiones a diferentes escalas. Es por esto que cuando se planifican las áreas verdes, únicamente se consideran como parte del equipamiento y enfoque social, porque no se han visualizado como elemento integrador entre diversos espacios, diversos elementos naturales y diversas escalas. Son aislados y limitados los casos de investigaciones que manejan este tema desde diversas escalas para el análisis de las AVU.

Aunado a lo anterior, en aquellos estudios que se pudieron encontrar con un enfoque ecológico o ambiental para la planificación de las áreas verdes desde la escala macro o regional, se pudo observar que se manejaban principalmente para las áreas productivas o áreas naturales sin considerar las áreas urbanas que se encuentran aledañas a estos espacios, y que además no se mencionaban las repercusiones o beneficios que generaban estos espacios entre sí.

En lo que respecta a la escala meso o urbana, se pudo encontrar que a pesar de que a esta escala se trata de planificar el verde urbano, vagamente en la planificación se lleva a cabo bajo un análisis con visión ambiental. El principal objetivo que se maneja a esta escala es el de cumplir con la necesidad social (equipamiento) de estos espacios. Sin embargo, resultaba difícil localizar algún trabajo que mencionara la relación que existía para las AVU y aquellas que se encontraban en las zonas periféricas de la ciudad, sin considerarlas como áreas productivas o naturales, ya que no se podían categorizar dentro de ninguna de estos fenómenos.

La parte más difícil de analizar fue la escala micro o de transecto, donde el reto era el análisis de las áreas verdes como parte de un uso de suelo específico: uso de suelo habitacional, y

no como parte comunitaria de dicho barrio o comunidad (parque de barrio o jardín vecinal), sino como espacio privado de la vivienda, conocido también como jardín de la casa o vivienda.

Aunado a lo anterior, no se encontraron trabajos que realizaran análisis de las áreas verdes como un elemento de planeación integral o inter-escalas, hasta el momento el análisis de las áreas verdes se ha abordado como elemento aislado entre los diferentes elementos que le rodean y competen, convirtiéndose así, en un espacio difícil de planificar en la ciudad y muchas de las veces sin resultados positivos a largo plazo ni contundentes que permitan el mejoramiento, conservación e incremento de estos espacios en la ciudad.

Por lo tanto, este trabajo de investigación, permite dar un paso adelante en lo que respecta a la planeación y planificación de las AVU, donde se pretende generar una pauta en la investigación y análisis de las áreas verdes desde un enfoque integral a través de escalas. Y que además abre la brecha para el continuo enriquecimiento en este tipo de investigaciones para el mejoramiento ambiental en las ciudades y las áreas que le circundan tanto naturales como productivas o en proceso de incorporación a las manchas urbanas.

6.1.3. Marco metodológico y las áreas verdes

En lo que respecta a la aplicación de la metodología de esta investigación se puede resaltar que no se encontraron trabajos que analizaran las áreas verdes a través de una línea escalonada desde lo regional hasta alguna zona en específico en un área urbana, como sería el transecto. Los antecedentes mostraron como se este tipo de trabajos se realizaban únicamente desde un solo enfoque, ya sea únicamente con las áreas naturales, las zonas productivas, las zonas urbanas, o bien, en un sitio en particular. Por lo tanto, una de las grandes riquezas de esta investigación es analizar a las áreas verdes en un parámetro amplio con una finalidad de poder planificar estos espacios de forma integral, aportando a la función recreativa y deportiva de estos espacios la función ecológica y ambiental.

En la escala regional, se pudo abordar la problemática haciendo algunas adaptaciones y aportaciones a la metodología de La-Greca, La-Rosa, Martinico, y Privitera (2011) en lo que respecta al cambio de uso de suelo y cobertura vegetal. La metodología permitió observar los cambios y las zonas derivadas del desuso de áreas productivas, así como las zonas y los periodos

en el tiempo donde la cobertura vegetal era más vigorosa. Una de los resultados de gran importancia fue el poder resaltar las zonas que tienen una tendencia a convertirse en zonas productivas en desuso o que el suelo denominado como “en rastreo” que es aquel que se encuentra en proceso de ser sembrado, se encuentra cada vez más en incremento principalmente en las zonas del sur y al oeste de la mancha urbana. Así mismo, este fenómeno se presenta al sur del valle de Mexicali.

En la escala urbana, se abordó la problemática haciendo énfasis en cómo se presentaba la cobertura de suelo derivado de los cambios de uso de suelo y de cobertura principalmente en las periferias y los parches de vegetación dentro de la mancha urbana. Los autores que sirvieron como base para esta investigación contemplaban también la utilización de los principios de la ecología del paisaje para explicar los fenómenos de fragmentación y disminución de áreas verdes en una ciudad, así como la utilización de estos mismos principios para generar conexiones entre las zonas rurales-productivas y las zonas urbanas (Duc-Uy y Nakagosh, 2008). Debido a limitantes con el tiempo y las herramientas para aplicar de manera completa esta metodología, esta investigación se limitó a identificar las zonas en las que se presentaba el fenómeno de mayor y menor cobertura vegetal en la mancha urbana a través del NDVI (Gilabert, González-Piqueras, y García-Haro, 1997) y los usos de suelo en Mexicali. En lo que respecta a los resultados, es importante hacer hincapié en la ubicación de las zonas de nuevos desarrollos habitacionales y la relación que se presenta con las zonas productivas en desuso del sur y oeste de la mancha urbana, así como una zona al este de la ciudad. Estas zonas tenían la característica de ser zonas habitacionales con escasa presencia de vegetación lo cual generaba un incremento en la reducción del NDVI, con lo que es importante resaltar que la planificación urbana de estos desarrollos debe estar relacionada con la planificación de las zonas productivas y naturales que circundan la mancha urbana. Otro de los puntos importantes por resaltar de esta parte de la investigación son los espacios con vegetación en la parte consolidada de la ciudad, a lo que únicamente se pudieron encontrar cuatro áreas de tamaño considerable en relación al resto de la ciudad; este resultado pone de manifiesto que la ciudad carece de áreas o espacios que cuenten con las características para proporcionar un beneficio ambiental sustentable, ya que las dimensiones son tan pequeñas y se encuentran tan dispersos por la ciudad, que no permiten que

se genere una conexión entre ellos, por lo tanto es importante hacer hincapié en la normatividad para la revisión y regulación de las áreas verdes naturales, productivas, urbanas en espacios públicos así como en los privados; así mismo para la dotación, cuidado y mantenimiento de estos espacios en las zonas consolidadas de la mancha urbana así como en las periferia.

En lo que respecta a la escala de transecto, es importante mencionar que al utilizar el método de Buckland et al. (2007, 2015) se pudieron manejar diversos estratos de la población de Mexicali, a través de las tipologías de la vivienda, siendo ésta la variable más importante en esta escala. Aunado a lo anterior, el análisis de las áreas verdes a esta escala y a través de este método, permitió recorrer e identificar los extremos más lejanos de la ciudad donde fuera posible aplicar la encuesta, tomando en consideración 14 variables: densidad de vivienda y de población, edad y escolaridad del encuestado, tenencia de la propiedad, temporalidad en la vivienda, dimensiones del predio (ancho y largo), cantidad de carros en la vivienda, zonas libres de construcción en la vivienda, ubicación de la cochera, recubrimientos en los pisos exteriores, tipo y ubicación de la vegetación actual.

Es importante señalar que al realizar este tipo de acercamiento con la población y su conocimiento con los usos y funciones de los espacios exteriores de la vivienda y los beneficios o perjuicios que generan las plantas o vegetación en una vivienda, permitió generar cuatro categorías que ponían de manifiesto las necesidades de la población en función del espacio para la dotación de áreas verdes o vegetación a escala de vivienda.

Uno de los puntos importantes que hay que resaltar, es que la vivienda de interés social resultó ser la más afectada debido a los altos índices de densidad de población y de vivienda que se presenta en esa tipología de vivienda, así como a los bajos niveles de calidad de vida derivados de las pequeñas dimensiones del predio, menor cantidad de vegetación, altos niveles de suelos sin recubrimientos que deriva en zonas con altas cantidades de polvo en el ambiente. Al contrastar esta escala con la escala urbana y la regional, se pudo observar que es en la escala de transecto, principalmente en las zonas del sur y oeste de la ciudad, donde se presentan las áreas más frágiles o débiles en función de la cobertura de suelo y vegetación. Por lo que es importante resaltar la necesidad de hacer una revisión de la reglamentación urbana en lo que respecta a dimensiones de los predios y la capacidad de disponer de un espacio permanente para

la dotación de vegetación, principalmente de árboles, teniendo como mínimo 1 árbol por vivienda. Así mismo es importante proponer programas donde se maximice la conciencia sobre el cuidado y protección de los espacios públicos para áreas verdes así como aquel que se encuentra dentro de la vivienda. Y también, el generar programas de cooperación colectiva vecinal para el rescate y cuidado de espacios urbanos en desuso, tales como lotes baldíos.

En lo que respecta a la hipótesis planteada al inicio de esta investigación se comprueba que al realizar una evaluación y análisis a través de escalas y tiempo de las áreas verdes con un enfoque ecológico y ambiental en una ciudad y su región, se podrá lograr que las condiciones de dichos ecosistemas (naturales, productivos, domesticados) mejoren y con esto se incremente la calidad de vida no solo de los ciudadanos sino de todas las especies vivas que se encuentren interactuando en dichos ecosistemas (biodiversidad). Además, este tipo de análisis y evaluación fomenta y promueve los procesos de planeación para las áreas verdes con enfoque integral (estructura, función, dinámica) tal y como lo plantea la ecología del paisaje con la finalidad de alcanzar la sustentabilidad en la ciudad de Mexicali, B. C.

VII. ESTRATEGIAS Y RECOMENDACIONES

Este apartado, corresponde a las aportaciones o recomendaciones que se proporcionan para el mejoramiento de los espacios verdes, principalmente aquellos que se encuentran dentro de la mancha urbana de la ciudad de Mexicali, B.C. Es importante señalar que estas recomendaciones, se plantean desde un enfoque integral teniendo como base los resultados obtenidos y la discusión que se llevó a cabo en las conclusiones. Además, es importante resaltar que las zonas que abarca este razonamiento comprenden desde la región del valle con implicaciones hacia la ciudad de Mexicali.

Aunado a lo anterior, es importante mencionar que la finalidad de estas recomendaciones es enfocarlas con los parámetros y lineamientos que marca el desarrollo sustentable. Plantearlas de tal forma que los diversos actores encargados de la planificación de las AVU en la ciudad de Mexicali, B. C., puedan instrumentarlas y principalmente aplicarlas de forma efectiva desde diferentes escalas.

Las siguientes recomendaciones estarán planteadas desde 3 enfoques principalmente: Conservación y protección ambiental; dotación de áreas verdes y educación ambiental.

CONSERVACIÓN Y PROTECCIÓN DE ÁREAS VERDES

- Promover la investigación y generación de conocimiento en función del análisis multiescala y multitemporal de las áreas verdes con un enfoque sustentable apoyándose en los principios de la planeación ecológica y la planeación ecología del paisaje.
- Revisar y actualizar la normatividad en lo que se refiere a la conservación de las áreas verdes naturales, productivas y urbanas (públicas y privadas), planteando la relación que existe entre ellas para su mejor control, protección y enriquecimiento a nivel ecológico y ambiental en función de los distintos ecosistemas adyacentes que se ven afectados por el incremento y acelerados procesos de crecimiento urbano y de su región.
- Promover la diversificación de los cultivos sobre todo en las zonas periféricas de la mancha urbana siendo que estas áreas cuentan con espacios de áreas productivas en

desuso y que pueden ser utilizadas para el cultivo de especies arbóreas para el incremento de viveros urbanos.

- Revisar y actualizar la normativa en lo que respecta a la definición de áreas verdes y en función de la dotación (qué, cuánto y cómo), permanencia y cuidados que se deben tener con los espacios designados para área verde en los diferentes usos de suelo, tanto en las zonas productivas como urbanas.

DOTACIÓN DE ÁREAS VERDES

- Establecer un programa de forestación de las zonas más afectadas a nivel región-ciudad, ya que se encuentran grandes zonas en la periferia de la mancha urbana con parcelas o terrenos abandonados al cultivo, lo cual promueve la desconexión y la falta de transición entre las áreas verdes productivas y las urbanas.
- Establecer un programa de forestación urbano, donde se establezcan parámetros para la recuperación de lotes baldíos que pueden ser una oportunidad para generación de agricultura urbana, así como la promoción de espacios libres de contaminantes y generadores de oxígeno.
- Establecer un programa de restauración y recuperación de espacios públicos designados a parques y jardines que se encuentren en condiciones por debajo de los parámetros establecidos por la normativa de SEDESOL para los espacios de recreación urbana. Que permita mantener la calidad tanto de las áreas verdes en la ciudad como de la calidad de vida de los habitantes de la misma.
- Establecer una norma que, con carácter de obligatoria para el desarrollador de zonas habitacionales así como para el futuro dueño de la vivienda, indique las dimensiones y la ubicación de un espacio en la vivienda para la dotación, cuidado y mantenimiento de por lo menos un árbol vivo adecuado para esta región con lo que se pretende promover la planeación urbana de las áreas verdes desde un enfoque sustentable.

EDUCACIÓN AMBIENTAL

- Promover programas de concientización ciudadana sobre la protección, cuidado y mantenimiento de las áreas verdes tanto naturales como urbanas.

- Fomentar e implementar programas en las escuelas de educación básica, media y superior sobre el cuidado de la vegetación tanto natural, productiva y urbana; y las aportaciones que estas brindan al ser humano y su comunidad.
- Promover y fomentar actividades en colonias marginadas de limpieza, forestación y mantenimiento de espacios de recreación y deporte apoyados por el municipio para concientizar el cuidado y protección de los espacios verdes.
- Fomentar y promover programas de cooperación vecinal para la limpieza, mantenimiento y forestación de espacios abandonados dentro de una colonia, tales como lotes baldíos y parques abandonados.
- Fomentar e implementar programas de cooperación vecinal donde se impartan cursos gratuitos para adultos, jóvenes y niños de jardinería, horticultura, muros verdes y elaboración de composta, y que a su vez lo aprendido pueda ser replicados en la vivienda.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Conceptos rectores para la planificación de las áreas verdes 9
Figura 2. Espectro ecológico básico 12
Figura 3. Gama ecológica que constituye a los ecosistemas 13
Figura 4. Jerarquía ecológica extendida 14
Figura 5. Biomas terrestres en el mundo 25
Figura 6. El paisaje desde diversas perspectivas 32
Figura 7. Enfoques para el estudio o análisis de un espacio o entorno 34
Figura 8. Elementos que comprenden el mosaico de paisaje 35
Figura 9. Multidisciplinariedad de la Ecología del Paisaje 39
Figura 10. Principios en los que se basa la Ecología del Paisaje 40
Figura 11. Localización de Subcuenca hidrológica 83
Figura 12. Mapa del acuífero Valle de Mexicali 84
Figura 13. Mapa de delimitación del área de estudio 85
Figura 14. Tratamiento preliminar de imágenes satelitales 88
Figura 15. Mapa de identificación de usos de suelo en la zona de estudio 89
Figura 16. Mapa con máscara de uso de suelo agrícola 90
Figura 17. Imagen en falso color o infrarrojo 92
Figura 18. Imagen con sitios de entrenamiento y firmas espectrales 93
Figura 19. Mapa de Clasificación Supervisada: Valle de Mexicali 1990 94
Figura 20. Mapa de Clasificación Supervisada: Valle de Mexicali 2000 94
Figura 21. Mapa de Clasificación Supervisada: Valle de Mexicali 2010 95
Figura 22. Mapa de Clasificación Supervisada: Valle de Mexicali 2013 95
Figura 23. Mapa de delimitación de área de estudio: Escala urbana o meso 98
Figura 24. Tratamiento preliminar de imagen satelital para escala meso o urbana 102
Figura 25. Recorte de imagen regional para delimitar zona de buffer en escala urbana 103
Figura 26. Imagen satelital SPOT 6 de la zona de estudio 104
Figura 27. Imagen en falso color o infrarrojo escala urbana 105

Figura 28. Imagen con sitios de entrenamiento: Mexicali 2013 106
Figura 29. Mapa de Clasificación Supervisada 107
Figura 30. Mapa de cobertura vegetal a escala urbana 107
Figura 31. Mapa de localización del transecto lineal TLA y TLB: Escala micro 109
Figura 32. Cambio Neto en la cobertura vegetal por periodos de 10 años 119
Figura 33. Cambio Neto en la cobertura vegetal en un periodo de 23 años 119
Figura 34. Pérdidas y ganancias por de suelo en rastreo en periodos de 10 años 121
Figura 35. Comparación de pérdidas y ganancias en suelo en rastreo y con vegetación 122
Figura 36. Mapa de suelo en rastreo en el periodo de 1990 a 2000 122
Figura 37. Mapa de suelo en rastreo en el periodo de 2000 a 2010 123
Figura 38. Mapa de suelo en rastreo en el periodo de 2010 a 2013 124
Figura 39. Mapa de suelo en rastreo en un periodo de 20 años (1990 a 2013) 125
Figura 40. Mapa de usos de suelo en la ciudad de Mexicali 126
Figura 41. Mapa de cobertura vegetal a escala urbana 129
Figura 42. Mapa del Índice de la Diferencia de la Vegetación Normalizado (NDVI) 130
Figura 43. Mapa de principales parches de vegetación 131
Figura 44. Porcentaje de los elementos de la muestra a través del TLA y TLB 133
Figura 45. Porcentaje de tipología de vivienda a través del TLA y TLB 134
Figura 46. Porcentaje de la densidad de vivienda 135
Figura 47. Porcentaje de la densidad de población 136
Figura 48. Porcentaje: Sexo del encuestado 136
Figura 49. Porcentaje de los rangos de la edad del encuestado 137
Figura 50. Porcentaje de los rangos en estudios terminados del encuestado 138
Figura 51. Porcentaje de la ocupación del encuestado 138
Figura 52. Porcentaje de la tenencia de la propiedad 139
Figura 53. Porcentaje del encuestado que ha vivido siempre en el mismo lugar 139
Figura 54. Porcentaje en base a la temporalidad en la vivienda 140
Figura 55. Porcentaje basado en conocimiento de las dimensiones del predio 141
Figura 56a. Rangos de las dimensiones del largo o profundidad del predio 141

Figura 56b. Rangos de las dimensiones del ancho o frente del predio 142
Figura 57. Zona del predio libre de construcción 142
Figura 58. Porcentaje de la posibilidad de ampliar la vivienda 143
Figura 59. Porcentaje de las razones por las que no haría una ampliación en el predio 143
Figura 60. Razones por las que si se haría una ampliación en el predio 144
Figura 61a. Porcentaje de las zonas en el predio donde se haría la ampliación 145
Figura 61b. Porcentaje del tiempo en el que se haría la ampliación 145
Figura 62. Consideraciones sobre vegetación existente y ampliaciones futuras 146
Figura 63a. Porcentaje de las viviendas con espacio para el carro 146
Figura 63b. Porcentaje del número de carros por vivienda 147
Figura 64. Características del espacio exterior en la vivienda 148
Figura 65. Porcentaje basado en los usos del espacio exterior de la vivienda 149
Figura 66. Porcentaje basado en los materiales con que delimita su predio 150
Figura 67. Porcentaje basado en los materiales como recubrimiento de suelos 151
Figura 68. Porcentaje basado en la presencia de vegetación en el predio 152
Figura 69. Porcentaje basado en el tipo de vegetación presente en el predio 152
Figura 70. Porcentaje basado en la forma de obtención de la vegetación en el predio 153
Figura 71. Porcentaje basado en el lugar de procedencia de la vegetación presente en el predio 153
Figura 72. Porcentaje basado en la ubicación de la vegetación en el predio 154
Figura 73. Porcentaje basado en la preferencia del encuestado por el tipo de árbol 155
Figura 74. Porcentaje basado en el conocimiento de los beneficios derivados de la vegetación 155
Figura 75. Porcentaje basado en las categorías derivadas de los beneficios de la vegetación 156
Figura 76. Conocimiento sobre la vegetación más apta para la región de Mexicali 157
Figura 77. Porcentaje basado en el tipo de vegetación más apta para la región de Mexicali 158

Figura 78. Opinión sobre la aplicación de un reglamento en la vivienda para la dotación y mantenimiento de la vegetación en la vivienda 159

Figura 79. Porcentaje basado en las razones por las que si se debería tener un reglamento para la dotación de espacios designados para las áreas verdes en la vivienda 160

Figura 80. Razones por las que no se debería tener un reglamento que obligue la permanencia de espacios designados para las áreas verdes en la vivienda 160

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Principales tipos de ecosistemas en la biosfera 21

Tabla 2. Diferencias en la planeación urbana con enfoque ambiental 52

Tabla 3. Tipologías de las áreas verdes urbanas 55

Tabla 4. Información de imágenes Landsat utilizadas en escala macro o regional 87

Tabla 5. Información de imágenes satelitales Landsat y SPOT utilizadas en escala meso o urbana 101

Tabla 6. Características de los elementos en estratos a través de los transectos en la muestra 113

Tabla 7. Tabla de usos de suelo en Mexicali, B. C. 127

Tabla 8. Tabla de uso de suelo habitacional y áreas verdes en Mexicali, B.C. 2013 128

Tabla 9. Categorías de las principales características de la zona de estudio a través del TLA y TLB 164

REFERENCIAS

Abreu, J. L., Parra, C., y Molina, E. H. (2012). El rol de las preguntas de investigación en el método científico. *Daena: International Journal of Good Conscience, 7*(1), 169-187.

Ahern, J. (2013, 21 de noviembre de 2013). [Urban green infrastructure to deliver ecosystem services for Tijuana].

Al-Kofahi, S., Steele, C., VanLeeuwen, D., y St. Hilaire, R. (2012). Mapping land cover in urban residential landscapes using very high spatial resolution aerial photographs. *Urban forestry y urban greening, 11*(3), 291-301. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.ufug.2012.05.001

Allaby, M. (2000). *Basics of Environmental Science*. New York, NY: Routledge.

Amati, M., y Taylor, L. (2010). From green belts to green infrastructure. *Planning, practice & research, 25*(2), 143-155.

Apollo Mapping. (2014). SPOT 6 Imagery. scene SPOT 6 201304131809526_SEN_816018101 *Apollo Mapping. The image hunter*.

Aronson, S. (2008). *Aridscapes : proyectar en tierras ásperas y frágiles = designing in harsh and fragile lands*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.

Arriaza, M. (2006). *Guía práctica de análisis de datos*: Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa.

Ashihara, Y. (1982). *El diseño de espacios exteriores*: Editorial Gustavo Gili.

ASTRIUM. (2013). SPOT 6 & SPOT 7 Imagery. User guide. Recuperado de https://es.scribd.com/document/254544169/User-Guide-SPOT6-V1-0

Ayres, P. G. (2012). *Shaping Ecology: The life of Arthur Tansley*: John Wiley & Sons.

Badii, M. H., Guillén, A., y Abreu, J. L. (2007). Perspectivas de valores con énfasis en valores ecológicos. *Daena: International Journal of Good Conscience, 2*(1), 89-97.

Bailey, R. G. (1983). Delineation of ecosystem regions. *Environmental Management, 7*(4), 365-373. doi:10.1007/BF01866919

Balslev, H., Navarrete, H., Paniagua-Zambrana, N., Pedersen, D., Eiserhardt, W., y Kristiansen, T. (2010). El uso de transectos para el estudio de comunidades de palmas. *Ecología en Bolivia, 45*(3), 8-23.

Bark-Hodgins, R., Osgood, D., y Colby, B. (2007). *Valuing Private and Public Greenspace Using Remotely Sensed Vegetation Indices* (173774). Recuperado de Portland, Oregon: http://purl.umn.edu/975

Barnes, T. G. (s/f). Landscape ecology and Ecosystems management(FOR-76). Recuperado de http://forestry.ca.uky.edu/sites/forestry.ca.uky.edu/files/for76.pdf

Barrett, G. W., Peles, J. D., y Odum, E. P. (1997). Transcending processes and the levels-of-organization concept. *Bioscience, 47*(8), 531-535. doi:10.2307/1313121

Benedict, M. A., y McMahon, E. T. (2006). *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. Washington, D.C.: Island Press.

Bennett, A. (2004). *Enlazando el paisaje: el papel de los corredores y la conectividad en la conservación de la vida silvestre.* Costa Rica: UICN.

Berkowitz, A. R., Nilon, C. H., y Hollweg, K. S. (2003). *Understanding Urban Ecosystems: A New Frontier for Science and Education*: Springer-Verlag New York Inc.

Booth, N. K., y Hiss, J. E. (2001). *Arquitectura del paisaje residencial. Diseño y proceso* (2a. ed.). México, D.F.: Pearson Educación.

Brennan, C., O'Connor, D., University College Dublin. Urban Institute, I., Natura Environmental, C., y University College Dublin, U. I. I. S. (2008). *Green City Guidelines: Advice for the Protection and Enhancement of Biodiversity in Medium to High-Density Urban Developments*: University College Dublin.

Buckland, S. T., Borchers, D. L., Johnston, A., Henrys, P. A., y Marques, T. A. (2007). Line Transect Methods for Plant Surveys. *Biometrics, 63*, 989-998.

Buckland, S. T., Rexstad, E. A., Marques, T. A., y Oedekoven, C. S. (2015). *Distance Sampling: Methods and Applications*: Springer International Publishing.

Camacho, M. (2007). *Diccionario de arquitectura y urbanismo*: Editorial Trillas, S.A. de C.V.

Casal, J., y Mateu, E. (2003). Tipos de Muestreo. *Rev. Epidem. Med. Prev* (1), 3-7.

Chuvieco, E. (2010). *Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio*: Editorial Ariel.

Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2009). *Determinación de la disponibilidad de agua en el acuífero Valle de Mexicali, Estado de Baja California*. México, D.F.: Diario Oficial de la Federación Recuperado de http://www.conagua.gob.mx/Conagua07/Aguasubterranea/pdf/DR_0210.pdf.

Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, CONABIO. (2012). Portal de Geoinformación. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Recuperado de http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

Dajoz, R. (2002). *Tratado de ecología*: Mundi-Prensa.

Daros, W. (2002). ¿Qué es un marco teórico? *Enfoques, XIV*(1), 73-112.

de Gante, V. H., y Rodríguez, M. (2009). Parques y jardines del municipio de Puebla. *Elementos: Ciencia y cultura, 16*(76), 51-55.

de Torres, D. (s/f). Medio ambiente. Aproximación y conceptos. Medio natural. Visión antropocéntrica. Enfoque utilitarista; protector; místico y ético. El proceso de cambio y evolución. El artificio humano y el medio natural. Preservación de la biodiversidad. Recuperado de http://ddtorres.webs.ull.es/Docencia/Impacto/Temario/tema_4.htm

Duc-Uy, P., y Nakagoshi, N. (2008). Application of land suitability analysis and landscape ecology to urban greenspace planning in Hanoi, Vietnam. *Urban Forestry & Urban Greening 7*(1), 25-40. doi:10.1016/j.ufug.2007.09.002

Eastman, R. (2012). *IDRISI Selva Manual. Manual version 17.* Recuperado de http://uhulag.mendelu.cz/files/pagesdata/eng/gis/idrisi_selva_tutorial.pdf

Enkerlin, E. C. A., y Hoeflich, E. C. E. (1997). *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible*: International Thomson.

Enríquez, E., y Zepeda, M. I. (2003). Preparación de un proyecto de investigación. *Ciencia y enfermería, 9*(2), 23-28.

Environmental Systems Research Institute, ESRI. (2014). Función NDVI *Administrar datos. Funciones de Raster*. ArcGis for Desktop: ESRI.

European Environment Agency. (1995). CORINE Land cover. Recuperado de http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover

Fadigas, L. (2009). La estructura verde en el proceso de planificación urbana. *CIUDADES, 12*, 33-47.

Fernández, P. (1996). Determinación del tamaño muestral. Recuperado de https://www.insbaixcamp.cat/moodle/pluginfile.php/23193/mod_resource/content/1/Tamany%20de%20la%20mostra.pdf

Forman, R. T. T., y Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*: John Wiley & Sons, Inc.

Fuentelsaz, C. (2004). Tamaño de la muestra. *Matronas Profesión, 5*(18), 5-13.

García, S., y Guerrero, M. (2006). Indicadores de sustentabilidad ambiental en la gestión de espacios verdes: Parque urbano Monte Calvario, Tandil, Argentina. *Revista de Geografía Norte Grande*(35), 45-57.

Girling, C., y Kellett, R. (2005). *Skinny Streets and Green Neighborhood. Design for Environment and Community* (2nd ed.): Island Press.

González-García, A., y Gómez, A. (2008). Private urban greenspaces or "patios" as a key element in the urban ecology of tropical Central America. *Human Ecology, 36*(2), 291-300. doi:10.1007/s10745-007-9155-0

Google Earth, V7.1.7.2606. (10 de octubre de 2014). Mexicali, Baja California, México. 32° 37' 46"N, 115° 29' 13"O, Eye alt 2.5 km. Recuperado de www.earth.google.com

Google Earth, V7.1.7.2606. (7 de febrero de 2015a). Mexicali, Baja California, México. 32° 38' 20"N, 115° 50' 15"O, Eye alt 260 km. Recuperado de www.earth.google.com

Google Earth, V7.1.7.2606. (15 de diciembre de 2015b). Mexicali, Baja California, México. 32° 39' 35"N, 115° 35' 35"O, Eye alt 21.5 km. Recuperado de www.earth.google.com

Green, D. G., Klomp, N., Rimmington, G., y Sadedin, S. (2006). *Complexity in Landscape Ecology*: Springer.

HE Junyan, J. (2007). *A framework for sustainable residential landscaping and its application in the high density urban context of Hong Kong.* (Doctor of Philosophy), University of Hong Kong, Pokfulam, Hong Kong.

Herce, M. (2010). *Infraestructuras y medio ambiente I: Urbanismo, territorio y redes de servicios.*: UOC.

Hernández, H. (2006). *La vida en los desiertos mexicanos* (1a ed.). México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.

Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación* (S. A. d. C. V. McGraw-Hill/Interamericana Editores, , Ed. 5ta. ed.).

Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana de Mexicali, IMIP. (2007). *Programa de desarrollo urbano de centro de población de Mexicali 2025*. Mexicali, B.C.: Periódico Oficial del Estado de Baja California Recuperado de http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/gobierno/legislacion/periodico/seccI_020307.pdf.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. Principales resultados por localidad (ITER). Recuperado de http://www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.aspx?c=27329&s=est

Iñiguez, Y. P. (2016). *Evaluación ecológica y visual, Ecosistema Fluvial Urbano del río Tamazula, Culiacán, Sinaloa.* (Doctorado en Planeación y Desarrollo Sustentable), Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, México.

La-Greca, P., La-Rosa, D., Martinico, F., y Privitera, R. (2011). Agricultural and green infraestructures: The role of non-urbanized areas for eco-sustainable planning in a metropolitan region. *Environmental Pollution, 159*, 2193-2202. doi:10.1016/j.envpol.2010.11.017 ·

Landeros, J. G. (2014). Base de datos catastrales de la ciudad de Mexicali, B.C., del año 2013. Mexicali, B.C.: Servicios y Análisis Integrados de Mexicali, S.C.

Laurie, M. (1983). *Introduccion a la arquitectura del paisaje*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.

Levin, R. I., y Rubin, D. S. (2004). *Estadistica para Administración y Economía* (7a. ed.). México: Pearson Educación.

López, J. (2013). *El ecologismo político en España: de la crisis ecológica a la acción política.* (Doctorado), Universitat de Valencia. Recuperado de

http://mobiroderic.uv.es/bitstream/handle/10550/32081/11.%20TESIS%20DOCTORAL.%20ECOLOGISMO.%20JULIO%20LOPEZ%20RUIZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

López, V. H., y Plata, W. (2009). Análisis de los cambios de cobertura de suelo derivados de la expansión urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2000. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. UNAM*,,(68), 85-101.

Makhzoumi, J. (1999). *Ecological landscape design and planning: the Mediterranean context*. London: E. & F. N. Spon.

Margalef, R. (2002). *Teoría de los sistemas ecológicos* (2a ed.). México, D.F.: Alfaomega.

Marietta College (Cartographer). (s/f). Biomes of the World. Recuperado de http://w3.marietta.edu/~biol/biomes/biomemap.htm

Marsh, W. (2005). *Landscape planning. Environmental applications*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons, Inc.

Mather, P. (2004). *Computer processing of remotely-sensed images: an introduction* (3a. ed.). England: John Wiley and Sons, Ltd.

Matteucci, S. (1998). El análisis regional desde la ecología. En S. Matteucci y G. Buzai (Eds.), *Sistemas ambientales complejos: herramientas de análisis espacial* (pp. 117-150). Buenos Aires, Argentina: EUDEBA.

Meadows, D., Meadows, D., Randers, J., y Behrens, W. (1972). *The limits to growth. A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. New York, N.Y.: Universe Books.

Merriam-Webster. (2014). buffer zone. Recuperado el 20 de noviembre de 2014 http://www.merriam-webster.com/dictionary/buffer%20zone

Ndubisi, F. (1997). Landscape planning and ecological networks. *Landscape and Urban Planning, 37*(3), 271-273. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046(97)80010-2

Ndubisi, F. (2002). *Ecological Planning. A Historical and Comparative Synthesis*. Baltimore, Maryland: The Hohns Hopkins University Press.

Newman, P., y Jennings, I. (2008). *Cities as sustainable ecosystems: principles and practices*. Washington, D.C.: Island Press.

Odum, E. P. (1995). *Ecología. Peligra la vida* (2a. ed.). México, D.F.: Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V.

Odum, E. P., y Barrett, G. W. (2006). *Fundamentos de Ecología* (5a. ed.): International Thomson Editores S.A. de C.V.

Ondarza, R. (1993). *Ecología: el hombre y su ambiente* (1a. ed.). México, D.F.: Editorial Trillas, S. A. de C. V.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (s/f). Biodiversidad. Enfoque Ecosistémico. Recuperado de http://www.fao.org/biodiversity/asuntos-intersectoriales/enfoque-ecosistemico/es/

Organización de las Naciones Unidas, ONU. (1992). Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Recuperado de http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm

Peña, C. A. (2011). *Metodología para la planificación de áreas verdes urbanas: el caso de Mexicali, Baja California* (D. d. E. Universitaria Ed. 1a. ed.): Universidad Autónoma de Baja California.

Pickett, S. T. A., Cadenasso, M., Grove, M., Nilon, C., Pouyat, R. V., Zipperer, W., y Costanza, R. (2003). Urban Ecological Systems: Linking Terrestrial Ecological, Physical, and Socioeconomic Components of Metropolitan Areas. *Annual Review of Ecology and Systematics, 32*(1), 127-157.

Rana, S. V. S. (2007). *Environmental Studies*: Rastogi Publications.

Reyes-Päcke, S., y Figueroa, I. (2010). Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. *EURE. Revista latinoamericana de estudios urbano regionales, 36*(109), 89-110. doi:10.4067/S0250-71612010000300004

Rivas, D. (2005). *Planeación, espacios verdes y sustentabilidad en el Distrito Federal.* (Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño), Universidad Autónoma Metropolitana: Azcapotzalco, Universidad Autónoma Metropolitana: Azcapotzalco. Recuperado de http://www.rivasdaniel.com/Espaciosverdes.pdf

Rodgers, J., y Smith, H. (1997). Buffer zone distances to protect foraging and loafing waterbirds from human disturbance in Florida. *Wildlife Society Bulletin, 25*(1), 139-145.

Rodriguez-Avial, L. (1982). *Zonas verdes y espacios libres en la ciudad*: Istituto de Estudios de Administración Local.

Salvador, P. P. (2004). *La planificación verde en las ciudades*: Editorial Gustavo Gili, S.A.

Salvati, L., y Zitti, M. (2012). Monitoring vegetation and land use quality along the rural–urban gradient in a Mediterranean region. *Applied Geography, 32*(2), 896-903. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.09.002

Sánchez, A. (2007). *Ciudades, medioambiente y sostenibilidad*. Sevilla, España: ArCiBel Editores, S.L.

Santana, G., y Pineda, N. B. (2011). Descripción del cambio de uso y cobertura del suelo en los Bosques Primarios del Estado de México, durante 1976-2000. Recuperado de http://www.inegi.org.mx/eventos/2011/conf_ibero/doc/ET6_16_SANTANA.pdf

Sarmiento, F. O. (2000). *Diccionario de Ecología: Paisajes, Conservación y Desarrollo Sustentable para Latinoamérica*: Editorial Abya Yala.

Secretaria de Desarrollo Social, SEDESOL. (s/f). *Sistema Normativo de Equipamiento Urbano. Tomo V: Recreación y Deporte*. SEDESOL Recuperado de http://www.inapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/recreacion_y_deporte.pdf.

Selman, P. (2000). *Environmental planning: The conservation and development of biophysical resources* (2a. ed.). London: SAGE Publications Ltd.

Selman, P. (2002). Three decades of environmental planning: what have we really learned? In M. Kenny & J. Meadowcroft (Eds.), *Planning sustainability: Implications of sustainability for public policy* (pp. 148-174). New York, N.Y.: Routledge.

Selman, P. (2012). *Sustainable Landscape Planning: The Reconnection Agenda*. New York, N.Y.: Routledge.

Smith, R. L., y Smith, T. (2001). *Ecología* (1a. ed.): Pearson Publications Company.

Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K., y Williams, J. (1998). *Manejo de las áreas verdes urbanas*. Banco Interamericano de Desarrollo Recuperado de http://services.iadb.org/wmsfiles/products/Publications/1441394.pdf.

Steiner, F. R. (2008). *The living landscape: an ecological approach to landscape planning* (2a ed.). Washington, DC: Island Press.

Steiner, F. R., Young, G., y Zube, E. (2014). Ecological Planning: Retrospect and Prospect. In F. O. Ndubisi (Ed.), *The Ecological Design and Planning Reader* (pp. 72-90). Washington, DC: Island Press/Center for Resource Economics.

Stevenson, W. J. (1981). Estadística para Administración y Economía. México, D.F.: Oxford University Press México, S.A. de C.V.

Swift, M. J., Heal, O. W., y Anderson, J. M. (1979). *Decomposition in Terrestrial Ecosystems* (Vol. 5). Los Angeles, USA: University of California Press.

Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica*. México, D. F.: Editorial Limusa S. A. de C. V.

United States Geological Survey, USGS. (2013a). Imagery Landsat LT5 TM, scene LT50380381990177AAA03, escene LT50380382000157XXX02, escene LT50380382010168EDC00. En Earthexplorer. United States Department of the Interior (Ed.).

United States Geological Survey, USGS. (2013b). Landsat band combination. Landsat Multispectral Scanner (MSS). En United States Department of the Interior (Ed.).

United States Geological Survey, USGS. (2014). Imagery Landsat L8 OLIS/TIRS. escene LC80390372013167LGN00. En Earthexplorer. United States Department of the Interior (Ed.).

Valdés, A. (2011). Modelos de paisaje y análisis de fragmentación: de la biogeografía de islas a la aproximación de paisaje continuo. *ecosistemas. Revista científica y técnica de ecoló gía y medio ambiente, 20*(2), 11-20.

Vargas, G. (2008). Fragmentación y conectividad de ecosistemas en el sector del proyecto geotérmico Miravalles y sus alrededores. 1975-2007. *Revista Reflexiones, 87*(2), 9-38.

Vélez, L. A. (2007). La conservación de la naturaleza urbana. *Revista Bitácora Urbano Territorial, 11*(1), 20-27.

Vicéns, J., y Medina, E. (2005). Análisis de datos cualitativos. Recuperado de https://www.uam.es/personal_pdi/economicas/eva/pdf/tab_conting.pdf

Walker, T. (1990). *Residential Landscaping I: Planning/Design/Construction* (2a ed.). New York, NY: Van Nostrand Reinhold.

Wiesenfeld, E. (2001). La problemática ambiental desde la perspectiva psicosocial comunitaria: hacia una Psicología Ambiental del cambio. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano, 2*(1), 1-19.

Wimberley, E. T. (2009). *Nested ecology: the place of humans in the ecological hierarchy*. Baltimore, USA: Johns Hopkins University Press.

XVIII Ayuntamiento de Mexicali. (2005). *Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali, Baja California*. Mexicali, B.C.: Periódico Oficial del Estado de Baja California Recuperado de http://www.mexicali.gob.mx/transparencia/normatividad/reglamentos/pdf/areasVerdes.pdf http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/gobierno/legislacion/periodico/060505-I.pdf.

Zhou, X., y Wang, Y.-C. (2011). Spatial–temporal dynamics of urban green space in response to rapid urbanization and greening policies. *Landscape & Urban Planning, 100*(3), 268-277. doi:10.1016/j.landurbplan.2010.12.013

Zube, E. H., Simcox, D., y Friedman, S. (1998). Desert riparian landscapes: Values and change, 1981-96. *Landscape and Urban Planning, 42*(2–4), 81-89. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046(98)00079-6

ANEXO 1

Cuestionario: Formato inicial

Universidad Autónoma de Baja California
Facultad de Arquitectura e Instituto de Investigaciones Sociales
Maestría y Doctorado en Planeación y Desarrollo Sustentable
ÁREAS VERDES PRIVADAS DE LA CIUDAD DE MEXICALI
USO HABITACIONAL

OBJETIVO:
La presente encuesta se realiza con el fin de conocer los usos y funciones de los espacios exteriores de una vivienda, así como el tipo de vegetación de preferencia de los habitantes de la misma.
LAS RESPUESTAS SERÁN CONFIDENCIALES Y USADAS CON FINES ESTRICTAMENTE ACADEMICOS

Folio_____
Foto:_____

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN GENERAL

1. Encuestador: _____ 2. Fecha: _____
3. Colonia: _____ 4. Tipología de Vivienda: _____ ( )
5. Calle: _____ 6. Núm. Exterior: _____ 7. Núm. Interior: _____

II. DATOS GENERALES DEL ENCUESTADO Y LA VIVIENDA

8. Sexo: 1) Hombre 2) Mujer ( )
9. Edad: _____años
10. Escolaridad (estudios completos): ( )
1) Sin Estudios 2) Primaria 3) Secundaria 4) Técnica/comercial 5) Preparatoria 6) Universidad
11. Ocupación: ( )
1) Estudiante 2) Ama de Casa 3) Empleado 4) Negocio Propio 5) Jubilado 6) Desempleado
12. La vivienda que habita es: ( )
1) Propia (pagada/pagándose) 2) Rentada 3) Prestada 4) Otra _____
13. ¿Durante cuánto tiempo ha habitado esta vivienda?: 1) _____años 2) menos de 1 año _____
14. ¿Qué parte de su predio se encuentran libre de construcción? ( )
1) Frente 2) Atrás 3) Un costado 4) Ambos costados 5) Frente + Atrás 6) Frente + 1 costado
7) Frente + 2 costados 8) Atrás + 1 costado 9) Atrás + 2 costados 10) Frente + Atrás + 1 costado 11) Ninguno
15. ¿Conoce las dimensiones de su terreno? 1) Si 2) No *(si la respuesta es NO, pase a la pregunta 16)* ( )
15.1) Ancho _____m 15.2) Largo _____m 15.3) Superficie _____m²
16. ¿Tiene pensado ampliar su vivienda? ( )
(si la respuesta es NO, pase a la pregunta 18)
1) Si, ¿por qué? _____
2) No, por qué? _____
17. Si piensa ampliar su vivienda ¿Hacia dónde lo haría? 1) Al frente 2) Atrás 3) A un costado 4) Otro ( )

III. CONSIDERACIONES GENERALES DEL ESPACIO Y LA VIVIENDA

18. ¿Cómo considera el patio **frontal** de su vivienda?: 1) Grande 2)Mediano 3) Pequeño ( )
19. ¿Cómo considera el patio **posterior** de su vivienda?: 1) Grande 2)Mediano 3) Pequeño ( )
20. De acuerdo a sus **necesidades** el patio **frontal** de su vivienda es: ( )
1) Suficiente, por qué? _____
2) Insuficiente, por qué? _____
21. De acuerdo a sus **necesidades** el patio **posterior** de su vivienda es: ( )
1) Suficiente, por qué? _____
2) Insuficiente, por qué? _____
22. ¿Con cuántos carros cuenta su familia (que vivan en esa vivienda)? _____carro(s)
(si la respuesta es NINGUNO, pase a la pregunta 25)
23. ¿Cuenta con espacio para estacionar su(s) carro(s) dentro de su predio? 1) Si 2) No ( )

24. ¿Tiene problemas para estacionar su carro en la calle?.....( )

1) Si, ¿por qué?_____

2) No, por qué?_____

V. USOS, ACTIVIDADES Y FUNCIONES QUE SE REALIZAN EN EL ESPACIO EXTERIOR DE LA VIVIENDA

25. ¿Qué usos o funciones tienen los patios de su vivienda? (*ponga el No. del **patio** que le corresponda al uso o función)

1. Patio Frontal 2. Patio Posterior 3. Patio Lateral 4. Frontal y Posterior
5. Frontal y Lateral 6. Posterior y Lateral 7. Todos 8. Ninguno

Usos y Funciones	Patio*	Características
25.1 Area para el jardín		1) Con vegetación 2) Sin vegetación.....( )
25.2 Area para Lavar		1) Lavadero/Lavadora/Secadora 2) Tendedero.....( )
25.3 Area para la cochera		1) Cerrada 2) Techada 3) Sin cubierta.....( )
25.4 Area con juegos o deporte		1) Fija 2) Movible.....( )
25.5 Area del Asador		1) Fijo 2) Movible.....( )
25.6 Area para mascotas		
25.7 Area para la basura (botes)		
25.8 Bodega / Almacén		
25.9 Taller / Negocio		
25.10 Otro, ¿Cuál?		

26. ¿Qué actividades se realizan en los patios de su vivienda? (*ponga el No. del **patio** que le corresponda al uso o función)

1. Patio Frontal 2. Patio Posterior 3. Patio Lateral 4. Frontal y Posterior
5. Frontal y Lateral 6. Posterior y Lateral 7. Todos 8. Ninguno

Actividades	Patio* Todos los que apliquen	Observaciones
26.1 Jardinería (regar, podar, etc.)		
26.2 Relajación (leer, contemplar, música)		
26.3 Recreación (Jugar-niños, jóvenes, adultos)		
26.4 Convivencia (familiar, vecinos)		
26.5 Festejos (familiar, amigos, etc.)		
26.6 Trabajar		
26.7 Ninguna		
26.8 Otro, ¿Cuál?		

27. ¿Con qué material delimita su predio de la calle y de los predios vecinos? (Señale únicamente aquel que cubra la **mayor parte** del espacio) (*ponga el No. del **patio** que le corresponda al uso o función)

1. Frente 2. Atrás 3. Un costado 4. Ambos costados 5. Frente y Atrás 6. Frente y un costado
7. Frente y ambos costado 8. Atrás y un costado 9. Atrás y ambos costado 10. Todos

Material	Lindero todos los que apliquen	Observaciones (Mencione por qué prefiere este material)
27.1 Malla Ciclónica		
27.2 Malla de Pollo		
27.3 Herrería		
27.4 Block/Ladrillo (pared/bardas)		
27.5 Madera		
27.6 Vegetación		
27.7 Ninguna		
27.8 Otro, ¿Cuál?		

V. LA VEGETACIÓN EN EL ESPACIO EXTERIOR DE LA VIVIENDA

28. Actualmente, ¿Cuenta con plantas, árboles o vegetación dentro de su predio? *(si la respuesta es NO pase a pregunta 33)*
1) Si 2) No, ¿por qué?_____ ( )

29. ¿Con qué tipo de vegetación cuenta actualmente en su predio? *Mencione las 2 principales opciones*
1) Arboles 2) Arbustos 3) Cactáceas 4) Pasto/Césped 5) Cubre pisos (wedelia, deditos)
6) Plantas para macetas 7) Plantas comestibles/aromáticas (yerbabuena, menta, manzanilla)
29.1 Opción 1..... ( )
29.2 Opción 2..... ( )

30. ¿Conoce el nombre de la vegetación con la que cuenta actualmente? 1) Si 2) No..... ( )
(si la respuesta es NO pase a pregunta 31)
30.1 ¿Cuáles son?_____
30.2 ¿Por qué prefiere la vegetación antes mencionadas?_____
_____

31. ¿Cuánto **tiempo** le dedica al mantenimiento de la vegetación en sus patios? (regar, podar, etc.)
1) _____ horas por semana, por qué?_____ ( )

32. ¿Cuánto **dinero** gasta en el mantenimiento de la vegetación en sus patios? (comprar plantas, agua, abono, etc.)
1) $_____pesos por mes, por qué?_____ ( )

33. ¿Cuál es su ingreso mensual familiar? $_____pesos por mes

34. Si le regalaran una planta, ¿en qué parte de su predio la plantaría? 1) Frente 2) Un costado 3) Atrás 4) Ninguno... ( )
34.1 ¿Por qué?_____

35. Principalmente ¿Cuál es la característica de los árboles que usted prefiere?
1) No tiran hojas (Perenne) 2) Si tiran hojas (Caducifolios) 3) Frutales 4) Florales..... ( )

36. Principalmente ¿Qué tipo de cubierta tiene el suelo de sus patios?
1) tierra 2) cemento 3) pasto 4)otro _____..... ( )
36.1 ¿Por qué prefiere esa cubierta?_____

VI. LA VEGETACIÓN EN LA VIVIENDA Y LA NORMATIVIDAD DE MEXICALI

37. ¿Cree usted que las plantas, árboles o vegetación en las viviendas lo benefician de alguna manera?..... ( )
1) Si, ¿por qué?_____
2) No, por qué?_____

38. ¿Conoce usted cuáles son las plantas, árboles o vegetación más adecuada para Mexicali de acuerdo con su clima?
1) Si, cuáles?_____ 2) No ..... ( )

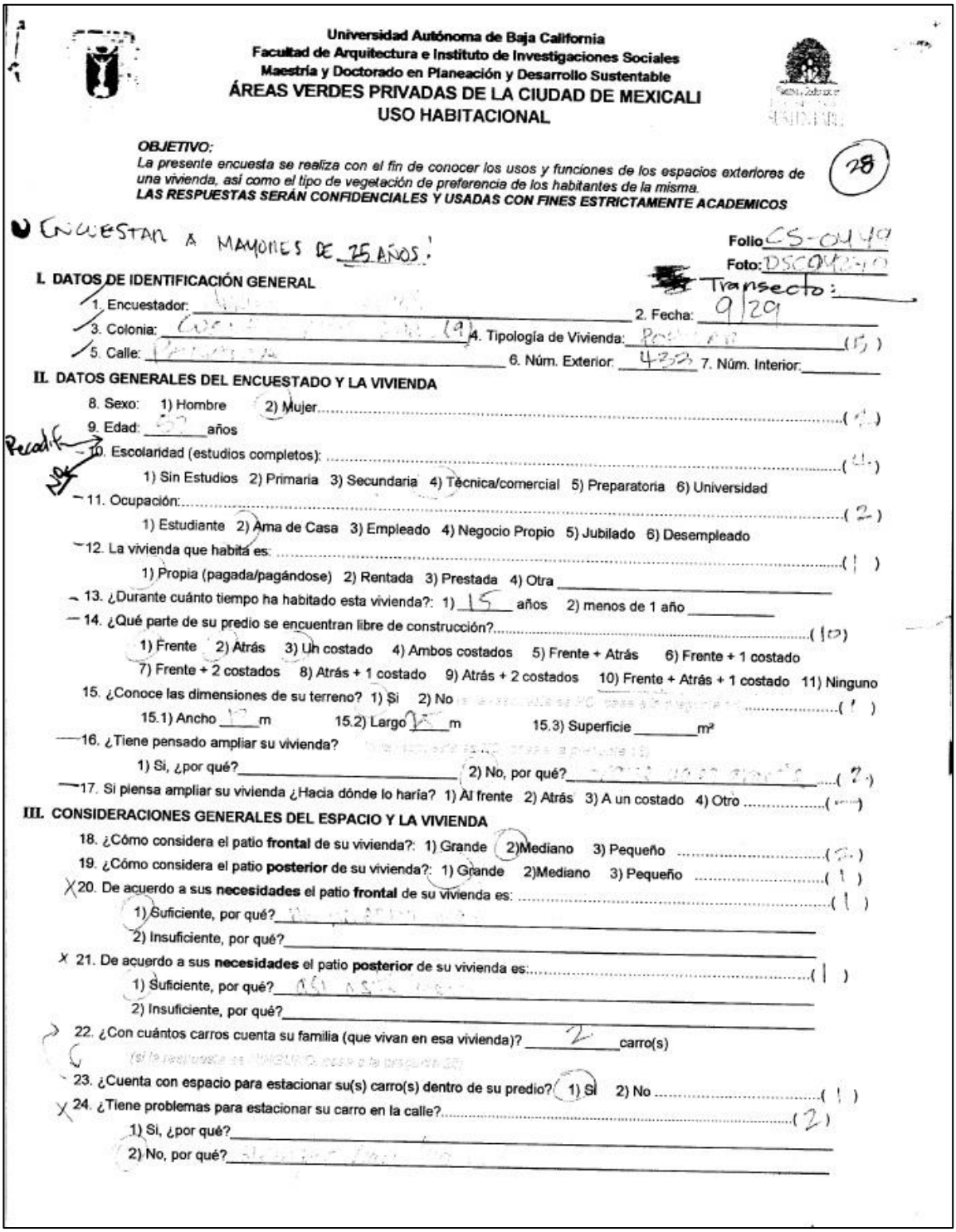
39. ¿Sabe usted si existe en Mexicali algún reglamento que establezca cuáles deben ser los espacios destinados para plantas, árboles o vegetación dentro de los predios?
1) Si 2) No..... ( )

40. ¿Cree usted que es recomendable que la ley fomente y proponga cuáles deben ser los espacios destinados para plantas, árboles o vegetación dentro de los predios?..... ( )
1) Si, ¿por qué?_____
2) No, por qué?_____

OBSERVACIONES:
_____
_____
_____
_____
_____

ANEXO 2

Cuestionario: Muestra piloto



Universidad Autónoma de Baja California
Facultad de Arquitectura e Instituto de Investigaciones Sociales
Maestría y Doctorado en Planeación y Desarrollo Sustentable
ÁREAS VERDES PRIVADAS DE LA CIUDAD DE MEXICALI
USO HABITACIONAL

OBJETIVO:
La presente encuesta se realiza con el fin de conocer los usos y funciones de los espacios exteriores de una vivienda, así como el tipo de vegetación de preferencia de los habitantes de la misma.
LAS RESPUESTAS SERÁN CONFIDENCIALES Y USADAS CON FINES ESTRICTAMENTE ACADEMICOS

28

ENCUESTAR A MAYORES DE 25 AÑOS!

Folio CS-0149
Foto: DSC04320
Transecto:

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN GENERAL

1. Encuestador: _____ 2. Fecha: 9/29
3. Colonia: [illegible] (9) 4. Tipología de Vivienda: [illegible] (5)
5. Calle: [illegible] 6. Núm. Exterior: 432 7. Núm. Interior: _____

II. DATOS GENERALES DEL ENCUESTADO Y LA VIVIENDA

8. Sexo: 1) Hombre 2) Mujer ..... (2)
9. Edad: 52 años
Recodificar
10. Escolaridad (estudios completos): ..... (4)
1) Sin Estudios 2) Primaria 3) Secundaria 4) Técnica/comercial 5) Preparatoria 6) Universidad
11. Ocupación: ..... (2)
1) Estudiante 2) Ama de Casa 3) Empleado 4) Negocio Propio 5) Jubilado 6) Desempleado
12. La vivienda que habita es: ..... (1)
1) Propia (pagada/pagándose) 2) Rentada 3) Prestada 4) Otra _____
13. ¿Durante cuánto tiempo ha habitado esta vivienda?: 1) 15 años 2) menos de 1 año _____
14. ¿Qué parte de su predio se encuentran libre de construcción? ..... (10)
1) Frente 2) Atrás 3) Un costado 4) Ambos costados 5) Frente + Atrás 6) Frente + 1 costado
7) Frente + 2 costados 8) Atrás + 1 costado 9) Atrás + 2 costados 10) Frente + Atrás + 1 costado 11) Ninguno
15. ¿Conoce las dimensiones de su terreno? 1) Si 2) No ..... (1)
15.1) Ancho 12 m 15.2) Largo 25 m 15.3) Superficie _____ m²
16. ¿Tiene pensado ampliar su vivienda?
1) Si, ¿por qué? _____ 2) No, por qué? [illegible] ..... (2)
17. Si piensa ampliar su vivienda ¿Hacia dónde lo haría? 1) Al frente 2) Atrás 3) A un costado 4) Otro ..... (-)

III. CONSIDERACIONES GENERALES DEL ESPACIO Y LA VIVIENDA

18. ¿Cómo considera el patio **frontal** de su vivienda?: 1) Grande 2) Mediano 3) Pequeño ..... (2)
19. ¿Cómo considera el patio **posterior** de su vivienda?: 1) Grande 2) Mediano 3) Pequeño ..... (1)
20. De acuerdo a sus **necesidades** el patio **frontal** de su vivienda es: ..... (1)
1) Suficiente, por qué? [illegible]
2) Insuficiente, por qué? _____
21. De acuerdo a sus **necesidades** el patio **posterior** de su vivienda es: ..... (1)
1) Suficiente, por qué? [illegible]
2) Insuficiente, por qué? _____
22. ¿Con cuántos carros cuenta su familia (que vivan en esa vivienda)? 2 carro(s)
23. ¿Cuenta con espacio para estacionar su(s) carro(s) dentro de su predio? 1) Si 2) No ..... (1)
24. ¿Tiene problemas para estacionar su carro en la calle? ..... (2)
1) Si, ¿por qué? _____
2) No, por qué? [illegible]

IV. USOS, ACTIVIDADES Y FUNCIONES QUE SE REALIZAN EN EL ESPACIO EXTERIOR DE LA VIVIENDA

25. ¿Qué usos o funciones tienen los patios de su vivienda?

1. Patio Frontal 2. Patio Posterior 3. Patio Lateral 4. Frontal y Posterior
5. Frontal y Lateral 6. Posterior y Lateral 7. Todos 8. Ninguno

Usos y Funciones	Patio	Características
25.1 Área para el jardín	1	1) Con vegetación 2) Sin vegetación ..... (1)
25.2 Área para Lavar	3	1) Lavadero/Lavadora/Secadora 2) Tendedero ..... (—)
25.3 Área para la cochera	3	1) Cerrada 2) Techada 3) Sin cubierta ..... (3)
25.4 Área con juegos o deporte		1) Fija 2) Movible ..... ( )
25.5 Área del Asador	3	1) Fijo 2) Movible ..... ( )
25.6 Área para mascotas		
25.7 Área para la basura		
25.8 Bodega / Almacén	3	en una habitación
25.9 Taller / Negocio		
25.10 Otro, ¿Cuál?		

26. ¿Qué actividades se realizan en los patios de su vivienda?

1. Patio Frontal 2. Patio Posterior 3. Patio Lateral 4. Frontal y Posterior
5. Frontal y Lateral 6. Posterior y Lateral 7. Todos 8. Ninguno

Actividades	Patio	Observaciones
26.1 Jardinería (regar, podar, etc.)	3	
26.2 Relajación (leer, contemplar, música)	3	
26.3 Recreación (Jugar -niños, jóvenes, adultos)	3	hay columpios
26.4 Convivencia (familiar, vecinos)	3	
26.5 Festejos (familiar, amigos, etc.)	3	
26.6 Trabajar		
26.7 Ninguna		
26.8 Otro, ¿Cuál?		

27. ¿Con qué material delimita su predio de la calle y de los predios vecinos? (Señale únicamente aquel que cubra la **mayor parte** del espacio)

1. Frente 2. Atrás 3. Un costado 4. Ambos costados 5. Frente y Atrás 6. Frente y un costado
7. Frente y ambos costado 8. Atrás y un costado 9. Atrás y ambos costado 10. Todos

Material	Patio	Observaciones (Mencione por qué prefiere este material)
27.1 Malla Ciclónica	3	
27.2 Malla de Pollo		
27.3 Herrería	1	
27.4 Block/Ladrillo (pared/bardas)	3	
27.5 Madera		
27.6 Vegetación		
27.7 Ninguna		
27.8 Otro, ¿Cuál?		

V. LA VEGETACIÓN EN EL ESPACIO EXTERIOR DE LA VIVIENDA

28. Actualmente, ¿Cuenta con plantas, árboles o vegetación dentro de su predio? *(si la respuesta es NO pase a pregunta 39)*
1) Si 2) No, ¿por qué?_____.....(1)

29. ¿Con qué tipo de vegetación cuenta actualmente en su predio? *Mencione las 2 principales opciones*
1) Árboles 2) Arbustos 3) Cactáceas 4) Pasto/Césped 5) Cubre pisos (wedelia, deditos)
6) Plantas para macetas 7) Plantas comestibles/aromáticas (yerbabuena, menta, manzanilla)
29.1 Opción 1.....(1)
29.2 Opción 2.....(—)

30. ¿Conoce el nombre de la vegetación con la que cuenta actualmente? 1) Si 2) No.....(1)
30.1 ¿Cuáles son?_____
30.2 ¿Por qué prefiere la vegetación antes mencionadas?_____

31. ¿Cuánto **tiempo** le dedica al mantenimiento de la vegetación en sus patios? (regar, podar, etc.)
1) 2 horas por semana, por qué?_____.....( )

32. ¿Cuánto **dinero** gasta en el mantenimiento de la vegetación en sus patios? (comprar plantas, agua, abono, etc.)
1) $ 250 pesos por mes, por qué?_____.....( )

33. ¿Cuál es su ingreso mensual familiar? $_____pesos por mes NO SE

34. Si le regalaran una planta, ¿en qué parte de su predio la plantaría? 1) Frente 2) Un costado 3) Atrás 4) Ninguno.....(1)
34.1 ¿Por qué?_____

35. Principalmente ¿Cuál es la característica de los árboles que usted prefiere?
1) No tiran hojas 2) Si tiran hojas 3) Frutales 4) Florales.....(1)

36. Principalmente ¿Qué tipo de cubierta tiene el suelo de sus patios?
1) tierra 2) cemento 3) pasto 4)otro _____.....(1)
36.1 ¿Por qué prefiere esa cubierta?_____

VI. LA VEGETACIÓN EN LA VIVIENDA Y LA NORMATIVIDAD DE MEXICALI

37. ¿Cree usted que las plantas, árboles o vegetación en las viviendas lo benefician de alguna manera?.....(1)
1) Si, ¿por qué?_____
2) No, por qué?_____

38. ¿Conoce usted cuáles son las plantas, árboles o vegetación más adecuada para Mexicali de acuerdo con su clima?
1) Si, cuáles?_____ 2) No .....(1)

39. ¿Sabe usted si existe en Mexicali algún reglamento que establezca cuáles deben ser los espacios destinados para plantas, árboles o vegetación dentro de los predios?
1) Si 2) No.....(2)

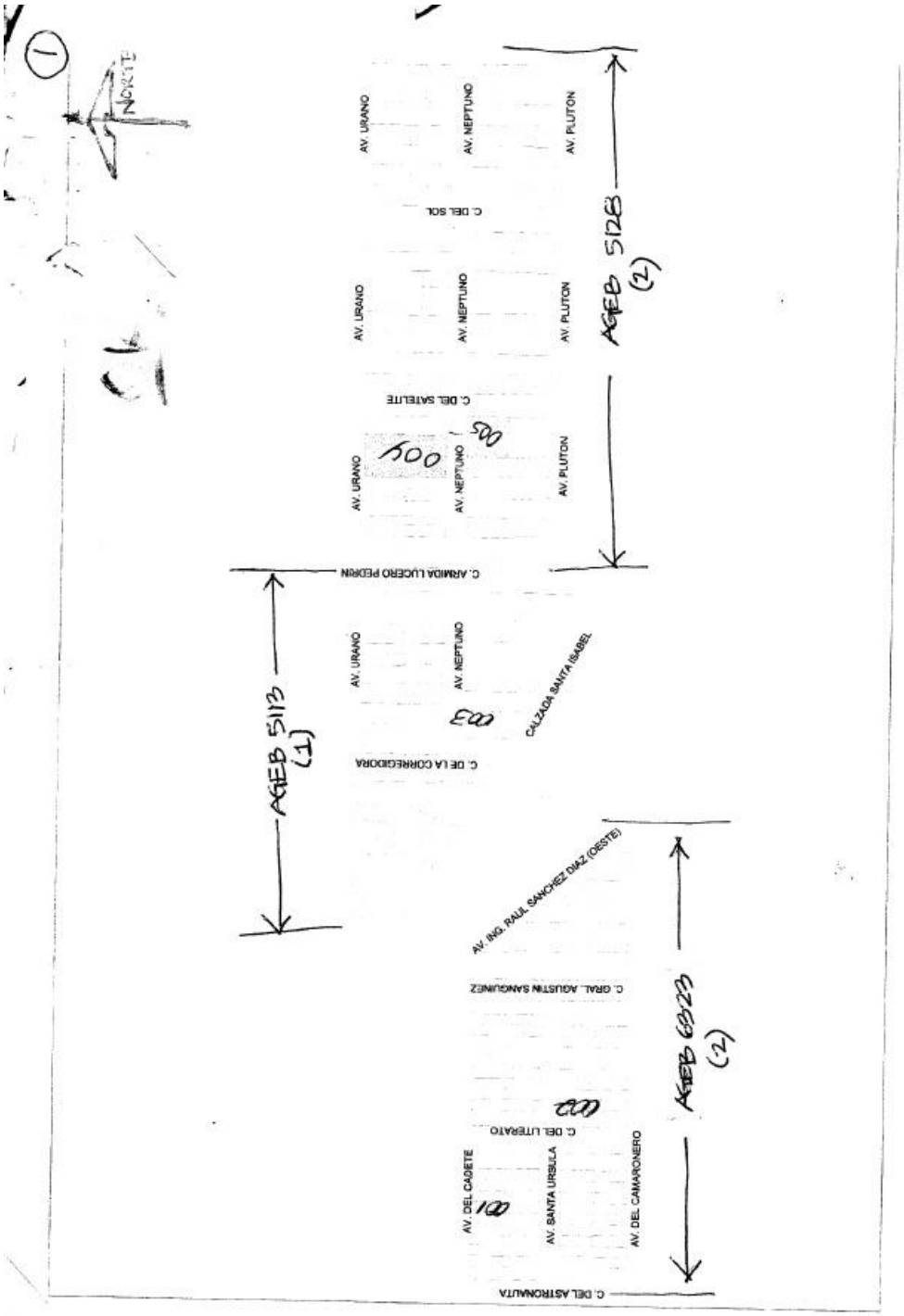
40. ¿Cree usted que es recomendable que la ley fomente y proponga cuáles deben ser los espacios destinados para plantas, árboles o vegetación dentro de los predios?.....(1)
1) Si, ¿por qué?_____
2) No, por qué?_____

OBSERVACIONES:

_____
_____
_____
_____
_____

ANEXO 3

Cuestionario: Formato final



estrella

Universidad Autónoma de Baja California
Facultad de Arquitectura e Instituto de Investigaciones Sociales
Doctorado en Planeación y Desarrollo Sustentable

"IMPORTANCIA ECOLÓGICA Y AMBIENTAL DE LAS ÁREAS VERDES URBANAS: EL CASO DE LAS ÁREAS VERDES PRIVADAS EN LA VIVIENDA DE LA CIUDAD DE MEXICALI, B.C."

OBJETIVO:
La presente encuesta se realiza con el fin de conocer la cobertura y los patrones de la vegetación en las viviendas de la ciudad de Mexicali, B.C., así como el conocimiento que los habitantes tienen sobre las plantas y su normatividad.

-- LAS RESPUESTAS SERÁN CONFIDENCIALES Y USADAS CON FINES ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS --

Folio: [redacted]
Foto: _____
Fecha: 27/04
Encuestador: Adrian

NOTA: *En caso de que la casa seleccionada **NO** pueda ser encuestada ir a la siguiente casa de la izquierda hasta obtener respuesta y anexar Nombre de Calle o Avenida y el Número exterior de la vivienda en la sección de "Observaciones" al final de la encuesta.*

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN GENERAL (*NO llenar por el encuestador*)

1.1 ID / iter: 020070896323 1.2 AgebU.: 6323 1.3 Clave Catastro: SK017005
1.4 Nombre de la Colonia o Fraccionamiento: (C.P. 21139) SAN CARLOS
1.5 Nombre de Calle o Avenida: AV. DEL CONCRETE 1.6 Núm. Exterior_____ 1.7 Núm. Interior_____
1.8 Transecto: 1) Norte-Sur 2) Este-Oeste.....(2)
1.9 Densidad de Vivienda: 1) Muy Baja 2) Baja 3) Media 4) Alta.....(2)
1.10 Densidad de Población: 1) Muy Baja 2) Baja 3) Media 4) Alta.....(2)
1.11 Tipología de Vivienda: 1) Residencial 2) Media 3) Interés Social 4) Popular 5) Progresiva 6) Granjas.....(4)

II. DATOS GENERALES DEL ENCUESTADO Y LA VIVIENDA

2.1 Sexo: 1) Hombre 2) Mujer.....(2)
2.2 Edad: 56 años
2.3 Escolaridad (estudios completos): .....(2)
1) Sin Estudios 2) Primaria 3) Secundaria 4) Técnica/comercial 5) Preparatoria 6) Universidad
2.4 Ocupación:.....(2)
1) Estudiante 2) Ama de Casa 3) Empleado 4) Negocio Propio 5) Jubilado 6) Desempleado
2.5 ¿Ha vivido siempre en esta casa? *(si la respuesta es **SI**, pase a la pregunta 2.6)*.....(2)
1) Si 2) No, ¿dónde vivía anteriormente?
a) colonia_____ b) Valle de Mexicali ✓ c) ciudad_____ d) Otro_____
2.6 La vivienda que habita actualmente es:.....(1)
1) Propia (pagada/pagándose) 2) Rentada 3) Prestada 4) Otra _____
2.7 ¿Durante cuánto tiempo ha habitado esta vivienda?: 1) _____ meses 2) 10 año(s)
2.8 ¿Conoce las dimensiones o la superficie de su terreno? 1) Si 2) No .....(2)
1a) Frente _____m 1b) Largo _____m 1c) Superficie _____m²
2.9 ¿Qué parte de su predio se encuentran libre de construcción?.....(6)
1) Frente 2) Atrás 3) Costado derecho 4) Costado izquierdo 5) Ambos costados 6) Ninguno
2.10 ¿Tiene pensado ampliar su vivienda? *(si la respuesta es **NO**, pase a la pregunta 2.14)*.....(2)
1) Si, ¿por qué?_____
2) No, por qué? no necesito
2.11 Si piensa ampliar su vivienda ¿En cuánto tiempo lo haría? 1) _____meses 2) _____año(s).....( )
2.12 Si piensa ampliar su vivienda ¿Hacia dónde lo haría? .....( )
1) Al frente 2) Atrás 3) Costado derecho 4) Costado Izquierdo 5) Otro _____
2.13 ¿Qué haría con la vegetación, en caso de tener en el área hacia donde se quiere hacer la ampliación ?.....( )
1) sacarla sin plantar otro 2) sacarla y replantar 3) construir alrededor de la vegetación 4) otro_____

2.14 ¿Cuenta con espacio para estacionar uno o más carros dentro de su predio? 1) Si 2) No ..... (2)

2.15 ¿Con cuántos carros cuenta su familia (que vivan en esa vivienda)?: Anotar número 0

III. USOS, FUNCIONES Y CARACTERISTICAS DEL ESPACIO EXTERIOR DE LA VIVIENDA

3.1 ¿Qué parte de su predio:

Lado(s) del predio	¿Lo considera como patio? 1. Si 2.No	¿Cuenta con vegetación? 1.Si 2.No
3.1.1 Frente	(1)	(1)
3.1.2 Atrás	(2)	(2)
3.1.3 Costado derecho	(2)	(2)
3.1.4 Costado izquierdo	(2)	(1)

3.2 ¿Qué usos o funciones tienen los patios de su vivienda?

** En la columna de patio se puede tener más de una respuesta, utilizar los paréntesis conforme sea necesario*

1. Frente 2. Atrás 3. Costado Derecho 4. Costado Izquierdo 5) Todos 6. Ninguno

Usos y Funciones	Patio *	Características
3.2.1 Área con juegos o para deporte	(6)( )( )( )	1) Fijo 2) Móvil ..... 3) N A ..... (2)
3.2.2 Área para el Asador	(1)( )( )( )	1) Fijo 2) Móvil ..... (2)
3.2.3 Área para la cochera (estaciona carro)	(6)( )( )( )	1) Cerrada 2) Techada 3) Sin techo ..... (3)
3.2.4 Área para Lavar (lavadora/lavadero)	(1)( )( )( )	1) Secadora 2) Tendedero 3) Ambos ..... (2)
3.2.5 Área para la basura (botes)	(1)( )( )( )	
3.2.6 Área para mascotas	(5)( )( )( )	
3.2.7 Bodega / Almacén	(6)( )( )( )	
3.2.8 Taller / Negocio	(6)( )( )( )	
3.2.9 Otro, ¿Cuál?	(6)	[redacted]

3.3 ¿Con qué material delimita su predio? (de la calle y de los predios vecinos)

* Señale únicamente aquel material que cubra la MAYOR parte del espacio

1) Vegetación (árboles, arbustos, enredaderas, etc.) 2) Malla Ciclónica 3) Malla de Pollo
4) Herrería 5) Block/Ladrillo (pared/barda) 6) Madera 7) Ninguno 8) Otro, ¿Cuál?

Lado(s) del predio	Material	Observaciones
3.3.1 Frente	(2)	
3.3.2 Atrás	(2)	
3.3.3 Costado derecho	(2)	
3.3.4 Costado izquierdo	(2)	

3.4 ¿Qué tipo de cubierta o material tiene el suelo de sus patios?

* Señale únicamente aquel material que cubra la MAYOR parte del espacio

1) Zacate/Pasto/Césped 2) Tierra 3) Madera 4) Grava / Rocas decorativas 5) Cemento 6) Otro, ¿Cuál?

Lado(s) del predio	Material	Observaciones
3.4.1 Frente	(1)	
3.4.2 Atrás	(2)	
3.4.3 Costado derecho	(1)	
3.4.4 Costado izquierdo	(1)	

2.14 ¿Cuenta con espacio para estacionar uno o más carros dentro de su predio? 1) Si 2) No ..... (2)

2.15 ¿Con cuántos carros cuenta su familia (que vivan en esa vivienda)?: Anotar número 0

III. USOS, FUNCIONES Y CARACTERISTICAS DEL ESPACIO EXTERIOR DE LA VIVIENDA

3.1 ¿Qué parte de su predio:

Lado(s) del predio	¿Lo considera como patio? 1. Si 2.No	¿Cuenta con vegetación? 1.Si 2.No
3.1.1 Frente	(1)	(1)
3.1.2 Atrás	(2)	(2)
3.1.3 Costado derecho	(2)	(2)
3.1.4 Costado izquierdo	(2)	(1)

3.2 ¿Qué usos o funciones tienen los patios de su vivienda?

** En la columna de patio se puede tener más de una respuesta, utilizar los paréntesis conforme sea necesario*

1. Frente 2. Atrás 3. Costado Derecho 4. Costado Izquierdo 5) Todos 6. Ninguno

Usos y Funciones	Patio *	Características
3.2.1 Área con juegos o para deporte	(6)( )( )( )	1) Fijo 2) Móvil ..... 3) N.A. ..... (2)
3.2.2 Área para el Asador	(1)( )( )( )	1) Fijo 2) Móvil ..... (2)
3.2.3 Área para la cochera (estaciona carro)	(6)( )( )( )	1) Cerrada 2) Techada 3) Sin techo ..... (1)
3.2.4 Área para Lavar (lavadora/lavadero)	(1)( )( )( )	1) Secadora 2) Tendedero 3) Ambos ..... (2)
3.2.5 Área para la basura (botes)	(1)( )( )( )	
3.2.6 Área para mascotas	(5)( )( )( )	
3.2.7 Bodega / Almacén	(6)( )( )( )	
3.2.8 Taller / Negocio	(6)( )( )( )	
3.2.9 Otro, ¿Cuál?	(6)	[redacted]

3.3 ¿Con qué material delimita su predio? (de la calle y de los predios vecinos)

* Señale únicamente aquel material que cubra la MAYOR parte del espacio

1) Vegetación (árboles, arbustos, enredaderas, etc.) 2) Malla Ciclónica 3) Malla de Pollo
4) Herrería 5) Block/Ladrillo (pared/barda) 6) Madera 7) Ninguno 8) Otro, ¿Cuál?

Lado(s) del predio	Material	Observaciones
3.3.1 Frente	(2)	
3.3.2 Atrás	(2)	
3.3.3 Costado derecho	(2)	
3.3.4 Costado izquierdo	(2)	

3.4 ¿Qué tipo de cubierta o material tiene el suelo de sus patios?

* Señale únicamente aquel material que cubra la MAYOR parte del espacio

1) Zacate/Pasto/Césped 2) Tierra 3) Madera 4) Grava / Rocas decorativas 5) Cemento 6) Otro, ¿Cuál?

Lado(s) del predio	Material	Observaciones
3.4.1 Frente	(1)	
3.4.2 Atrás	(2)	
3.4.3 Costado derecho	(1)	
3.4.4 Costado izquierdo	(1)	

IV. TIPO DE VEGETACIÓN EN EL ESPACIO EXTERIOR DE LA VIVIENDA

4.1 ¿Con qué tipo de vegetación cuenta actualmente en el exterior de su vivienda? *Mencione las 2 principales opciones:*

Si la respuesta es NINGUNA pase a la pregunta 4.4

1) Árboles 2) Arbustos 3) Cactáceas (nopales, sábila, yucas, etc.) 4) Zacate/Pasto/Césped
5) Plantas en maceta 6) Cubre pisos (wedelia, deditos) 7) Enredaderas
8) Plantas comestibles/aromáticas (yerbabuena, menta, manzanilla) 9) Ninguna

4.1.1 Opción 1.....(1)

4.1.2 Opción 2.....(2)

4.2 ¿Cómo ha obtenido las plantas (árboles, arbustos, etc.) que tiene en el exterior de su vivienda? .....(2)

1) Compra 2) Regalo 3) Donación (gobierno/educativa/ONG) 4) otro, ¿Cuál?_____

Si su respuesta fue 2, 3 o 4 pase a la pregunta 4.4

4.3 Si su respuesta anterior fue comprar, ¿dónde las adquirió principalmente? *Señale aquella de MAYOR frecuencia*....( )

1. Vivero 2. Tienda departamental (walmart, home depot, etc.) 3. Calle 4. Otro, ¿Cuál?_____

4.4 Actualmente, si le regalan una planta, ¿en qué parte de su predio la plantaría? .....(1)

1) Al frente 2) Atrás 3) Costado derecho 4) Costado Izquierdo 5) Ninguno

3.7.1 ¿Por qué? para que se vea mas bonita mi casa

4.5 Principalmente ¿Cuál es la característica de los ***árboles*** que usted prefiere?.....(1)

1) *siempre* tienen hojas 2) *tiran* hojas en invierno 3) Otros, ¿Cuál?_____

V. LA VEGETACIÓN EN LA VIVIENDA Y LA NORMATIVIDAD PARA ÁREAS VERDES EN MEXICALI

5.1 ¿Cree usted que la vegetación en las viviendas proporcionan algún beneficio para la ciudad y sus habitantes?.....(1)

1) Si, ¿por qué? da sombra

2) No, por qué?_____

5.2. ¿Conoce usted cuáles son las plantas, árboles o vegetación que mejor se dan en el clima de Mexicali?.....(1)

1) Si, cuáles? guamuchil 2) No

5.3. ¿Cree usted que debería existir un reglamento en Mexicali que obligue a que en las nuevas construcciones de viviendas exista un espacio permanente destinado para la vegetación (árbol, arbusto, flores, césped) ?.....(1)

1) Si, ¿por qué? Para tener mexicali mas bonito

2) No, por qué?_____

--- G R A C I A S ---

OBSERVACIONES:

ANEXO 4

Oficio de identificación para el encuestador

Universidad Autónoma de Baja California

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

CONSTANCIA

A QUIEN CORRESPONDA.

Por medio de la presente hago constar que la **ARQ. ADRIANA MARGARITA ARIAS VALLEJO**; actualmente es alumna del quinto semestre del DOCTORADO EN PLANEACIÓN Y DESARROLLO SUSTENTABLE, en la Facultad de Arquitectura y Diseño, de la Universidad Autónoma de Baja California; en el cual está desarrollando un proyecto de investigación de tesis doctoral denominado: "**Importancia ecológica y ambiental de las áreas verdes urbanas: el caso de las áreas verdes privadas en la vivienda de la ciudad de Mexicali, B.C.**", siendo necesaria la aplicación de una encuesta de opinión, cuyo propósito es conocer la cobertura y los patrones de la vegetación en las viviendas de la ciudad de Mexicali, B.C.

Por ello, le agradecemos su disposición y valiosa cooperación en la realización de dicha encuesta y de igual manera comunicarle que la información proporcionada y los resultados, tienen un carácter estrictamente académico y de investigación.

ATENTAMENTE
Mexicali, Baja California a 24 de abril de 2014
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE"

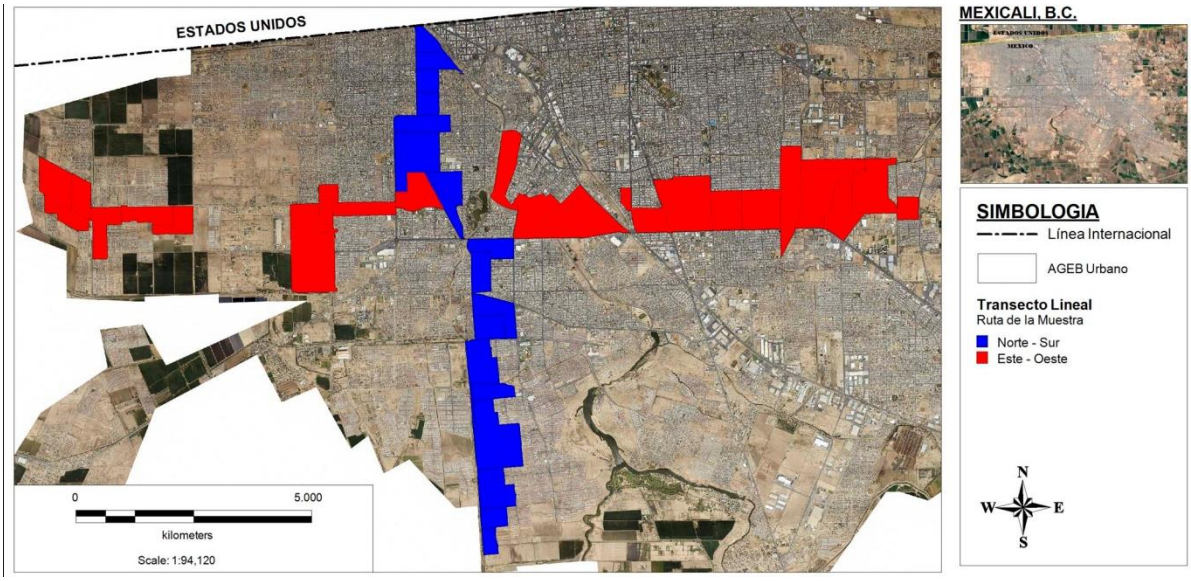
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
FAC. DE ARQUITECTURA Y DISEÑO MEXICALI, B.C.

DRA. ROSA IMELDA ROJAS CALDELAS
Coordinadora del Programa
Doctorado en Planeación y Desarrollo Sustentable
Facultad de Arquitectura y Diseño

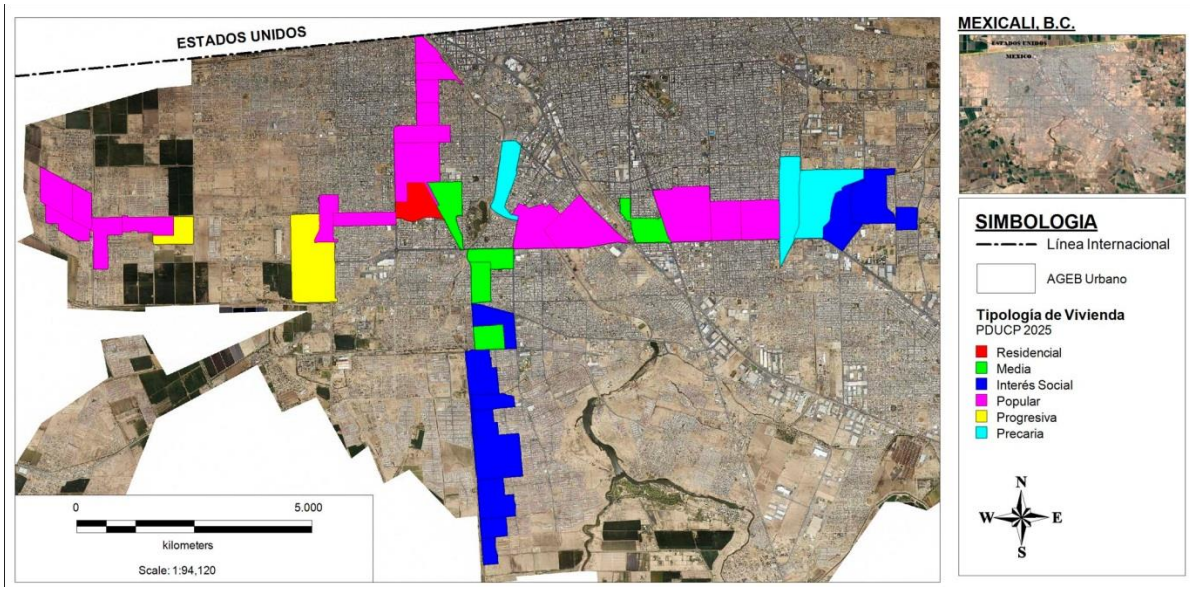
C.c.p. Expediente
RIRC/lcs*

ANEXO 5

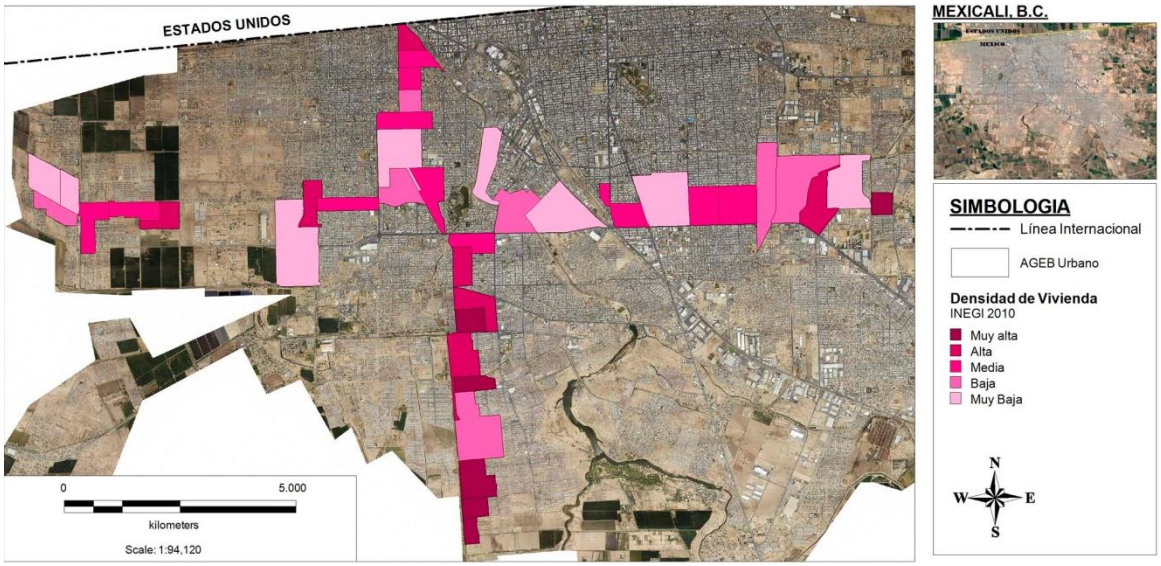
Mapas de los resultados de la escala de transecto o microescala



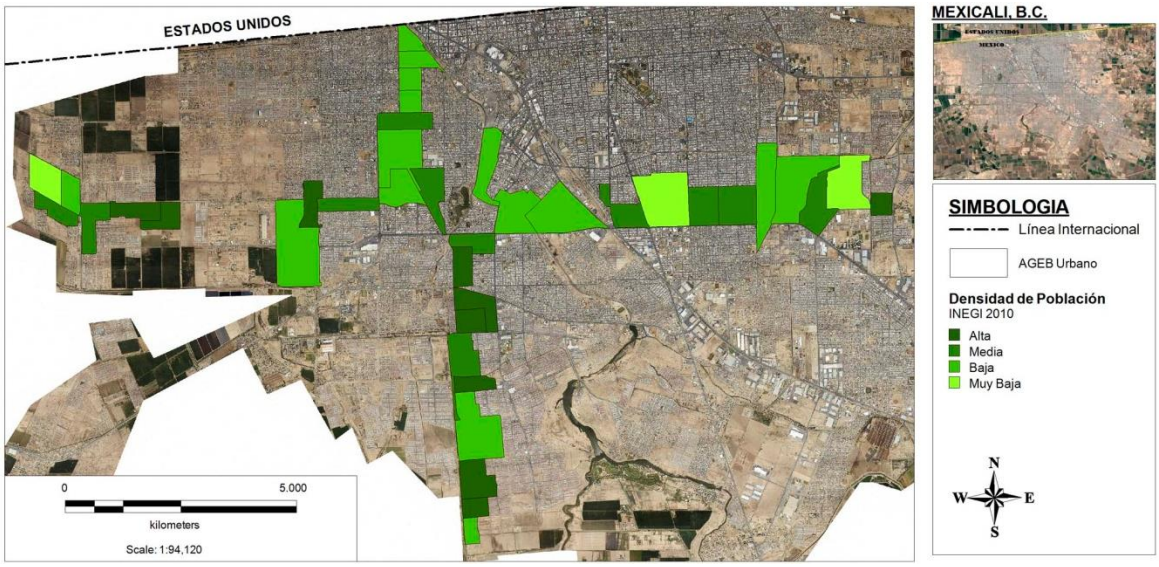
Mapa 1. Localización de los transectos TLA y TLB.
Fuente: Elaboración propia



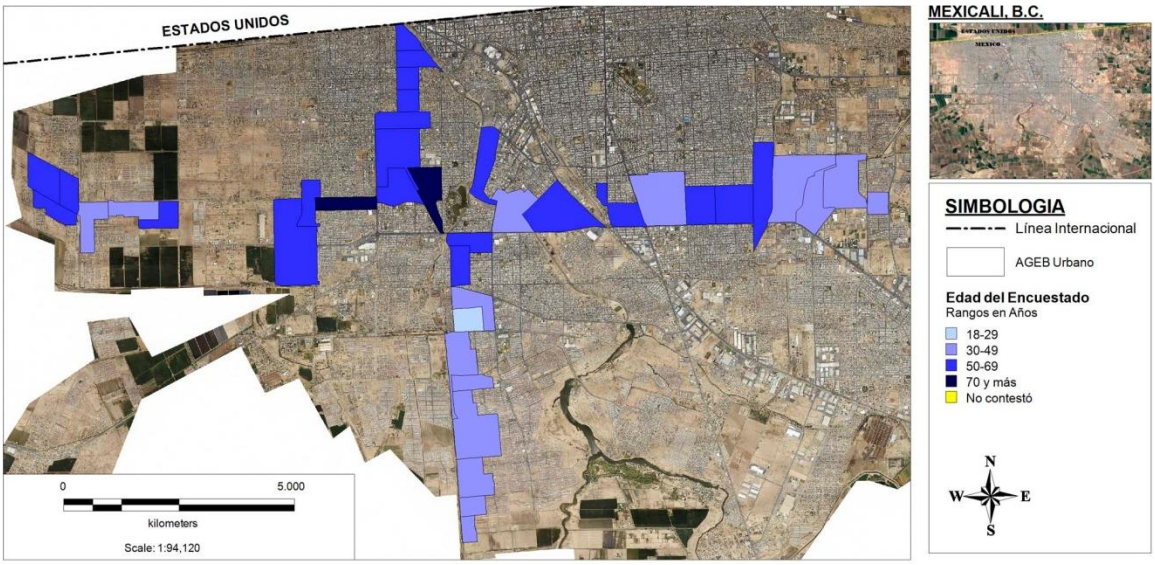
Mapa 2. Tipología de Vivienda por AGEB en el TLA y TLB.
Fuente: Elaboración propia.



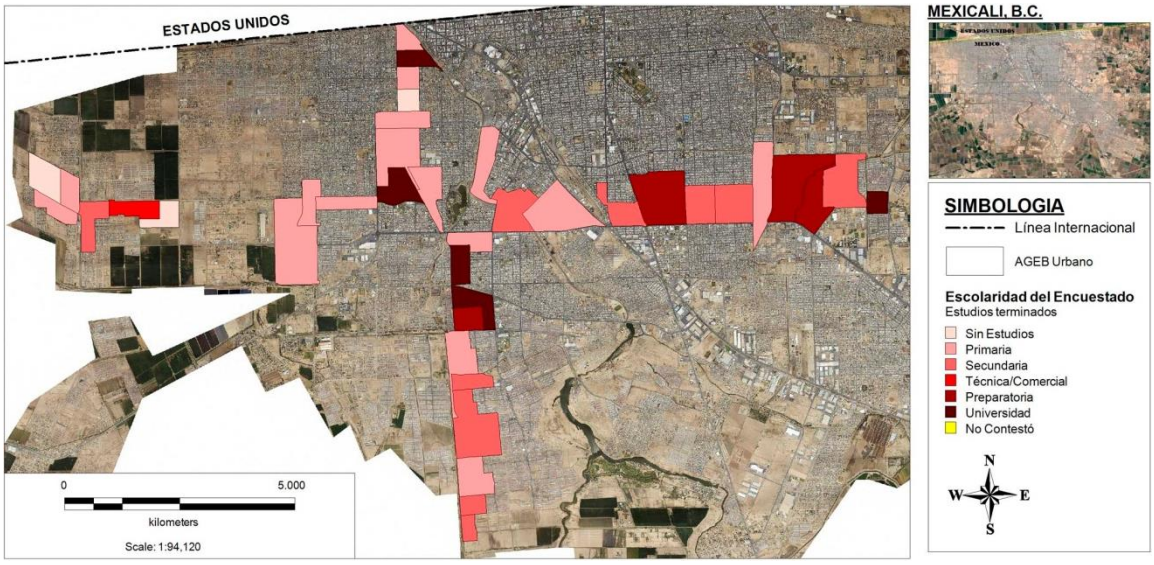
Mapa 3. Distribución de la densidad de vivienda (DV) por AGEB en TLA y TLB
Fuente: Elaboración propia.



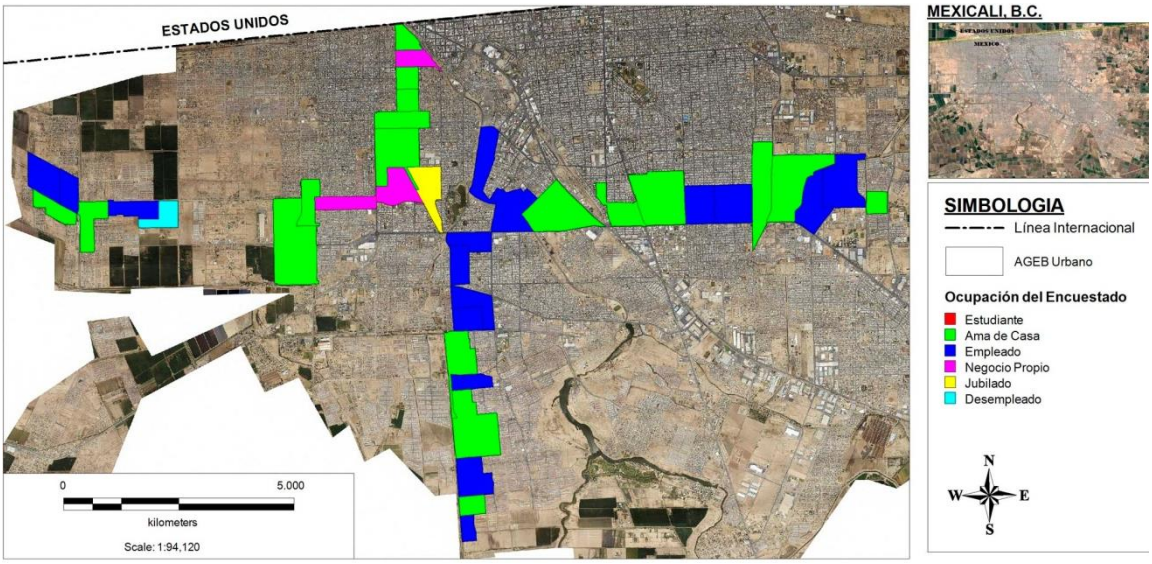
Mapa 4. Distribución de la densidad de población (DP) por AGEB en TLA y TLB.
Fuente: Elaboración propia.



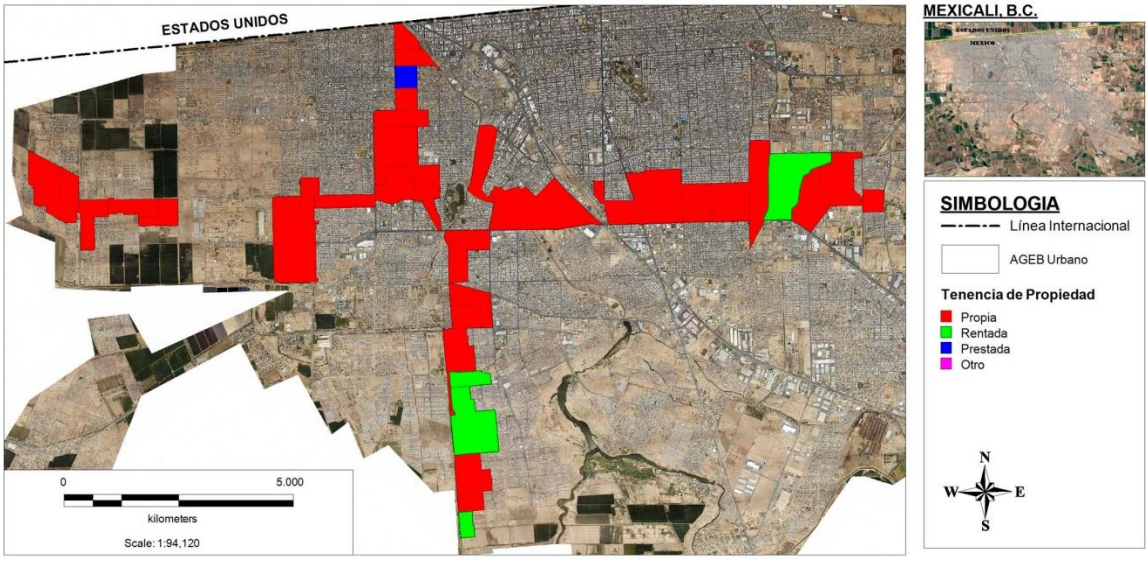
Mapa 5. Rango de edades del encuestado por AGEB en el TLA y TLB.
Fuente: Elaboración propia.



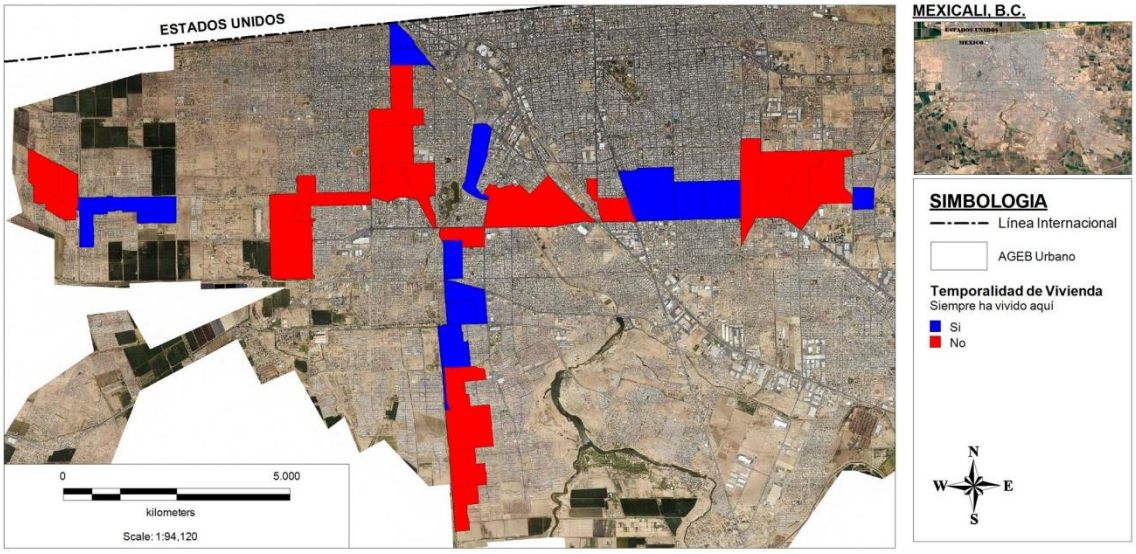
Mapa 6. Escolaridad del encuestado (estudios terminados) por AGEB en el TLA y TLB
Fuente: Elaboración propia.



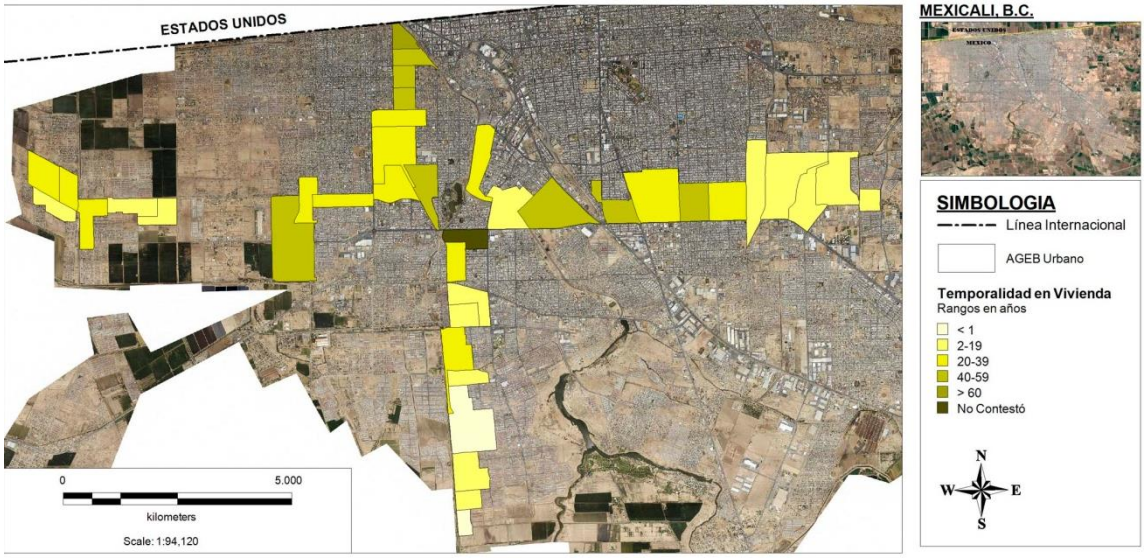
Mapa 7. Ocupación del encuestado por AGEB en el TLA y TLB
Fuente: Elaboración propia.



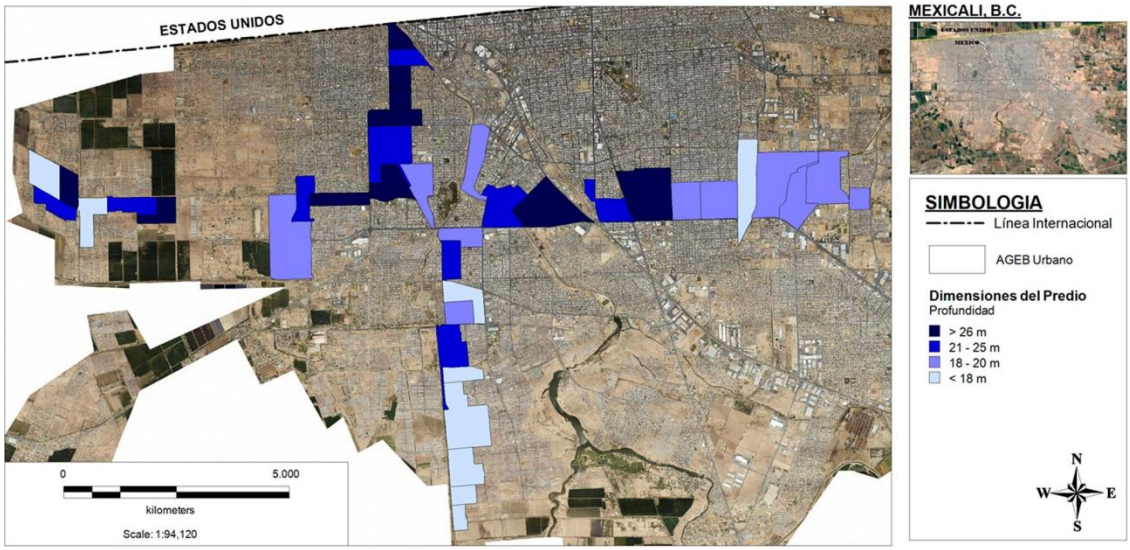
Mapa 8. Tenencia de la vivienda por AGEB en el TLA y TLB
Fuente: Elaboración propia.



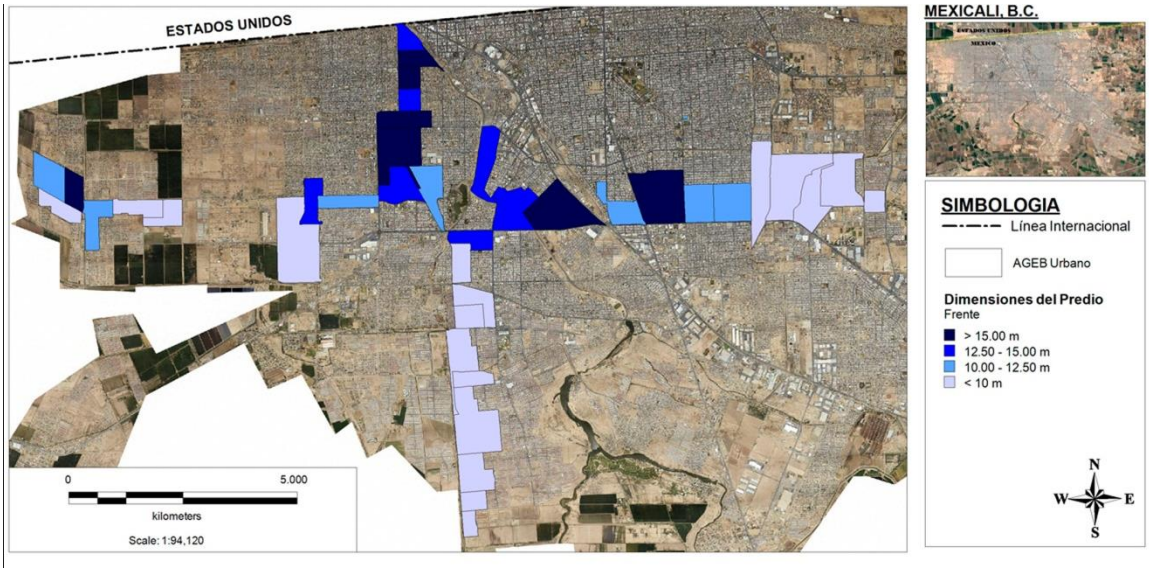
Mapa 9. Siempre ha vivido en esta vivienda el encuestado por AGEB en el TLA y TLB
Fuente: Elaboración propia.



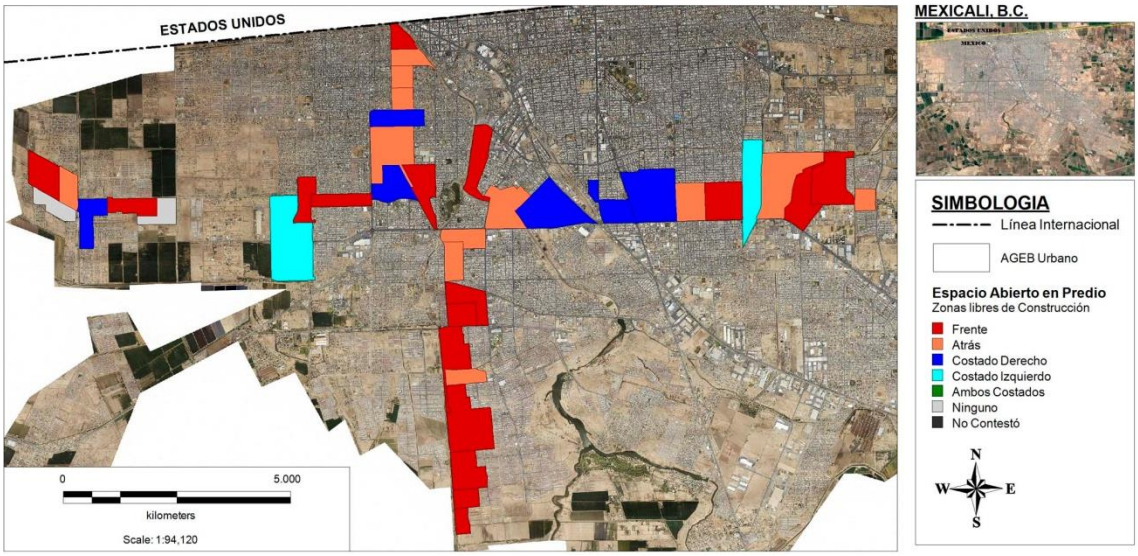
Mapa 10. Rango por años de la temporalidad del encuestado en la vivienda por AGEB en el TLA y TLB
Fuente: Elaboración propia.



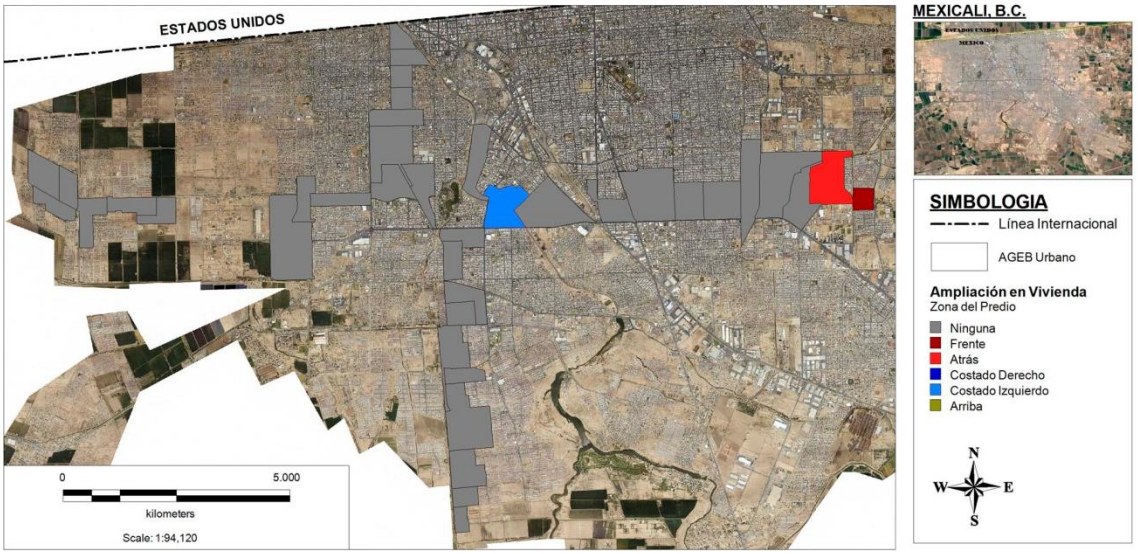
Mapa 11. Dimensiones del predio: Largo
Fuente: Elaboración propia.



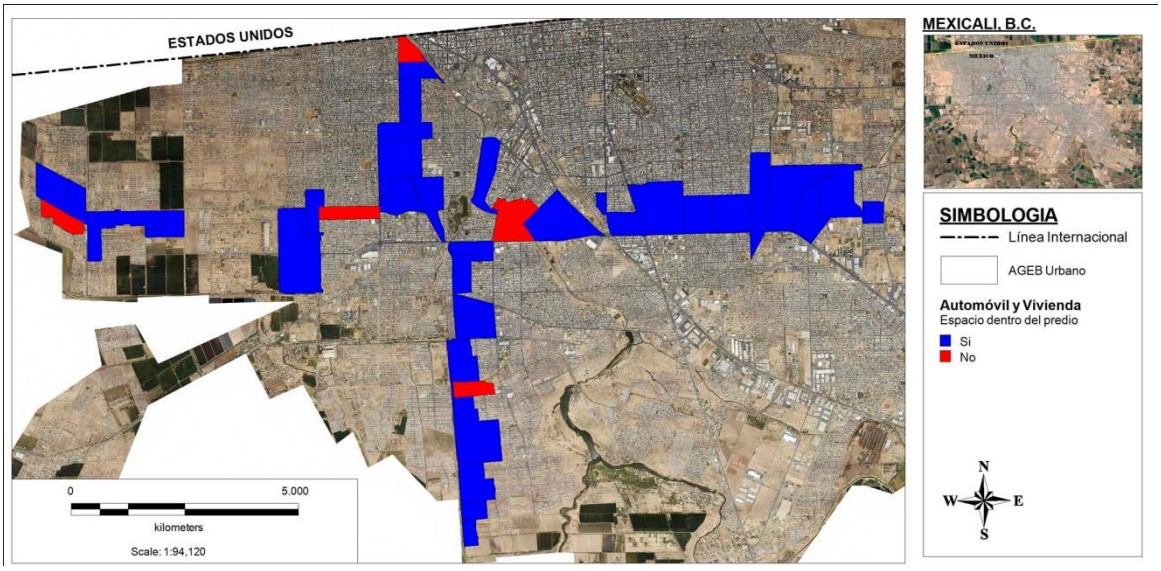
Mapa 12. Dimensiones del predio: Ancho
Fuente: Elaboración propia.



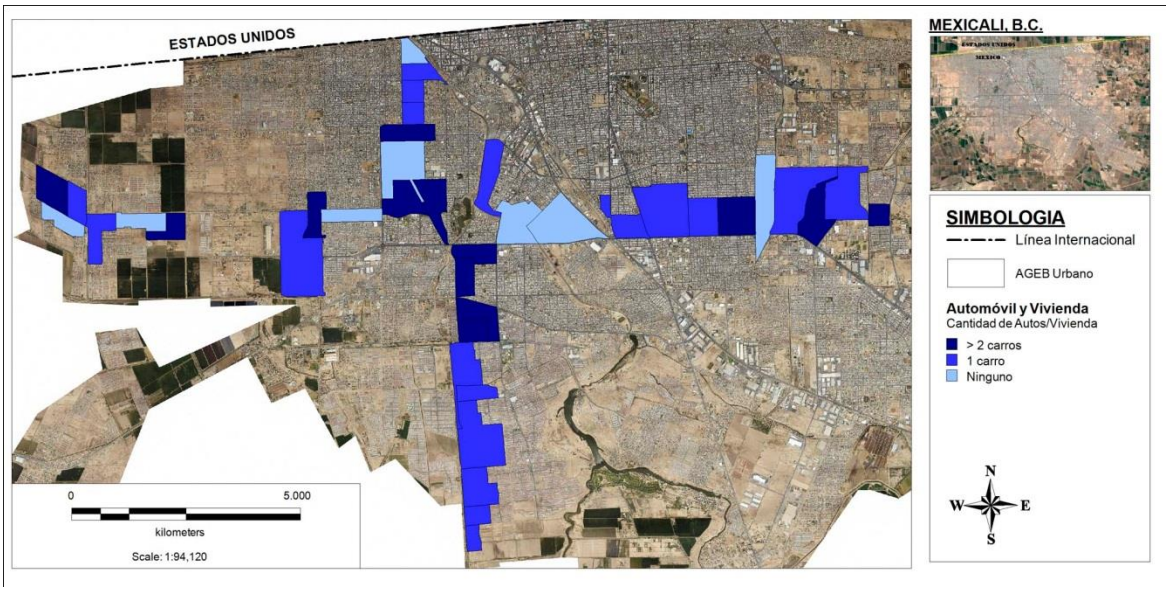
Mapa 13. Ubicación de las zonas libres de construcción en el predio
Fuente: Elaboración propia.



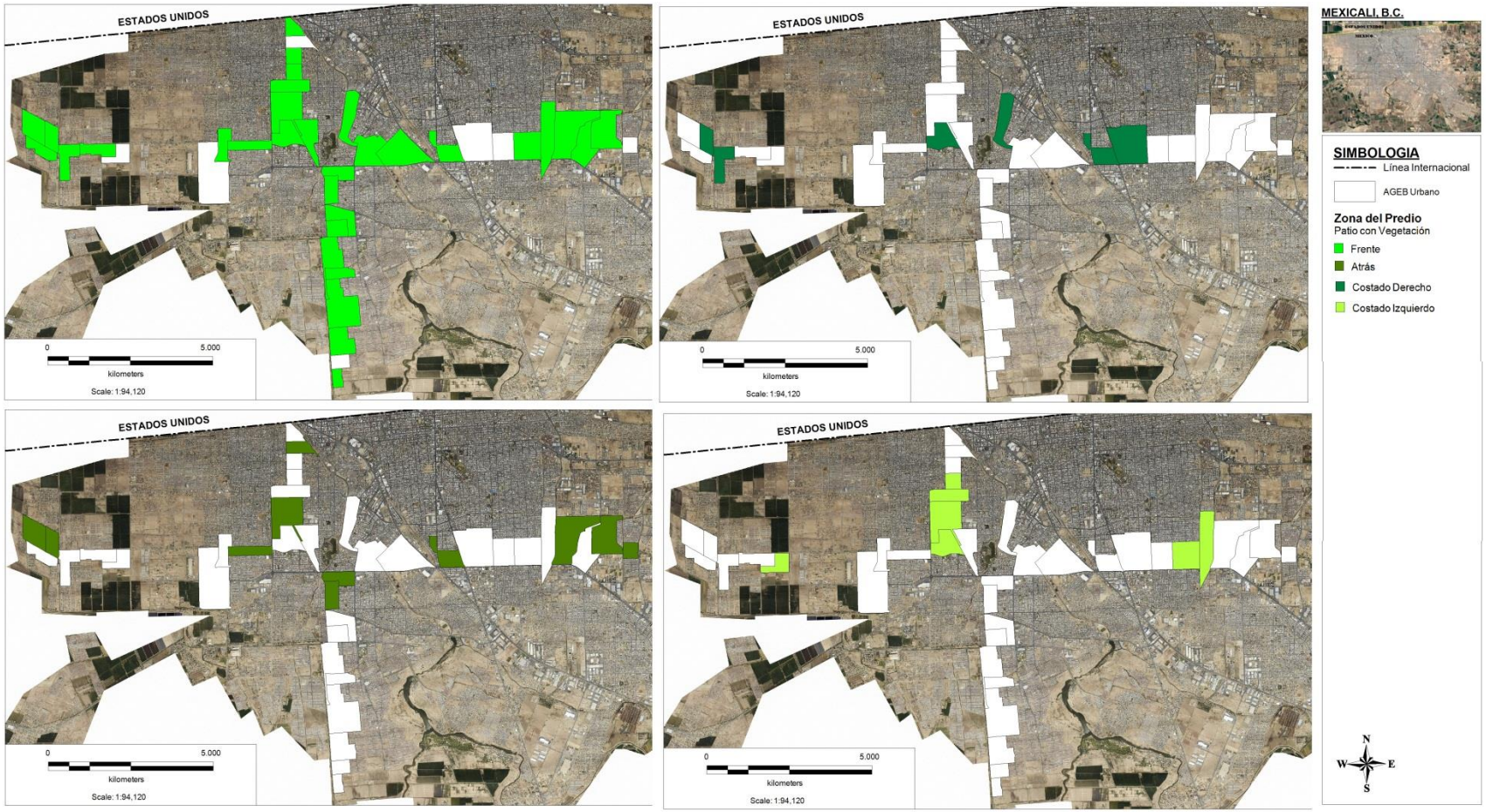
Mapa 14. Ubicación de las zonas para una posible ampliación en la vivienda.
Fuente: Elaboración propia.



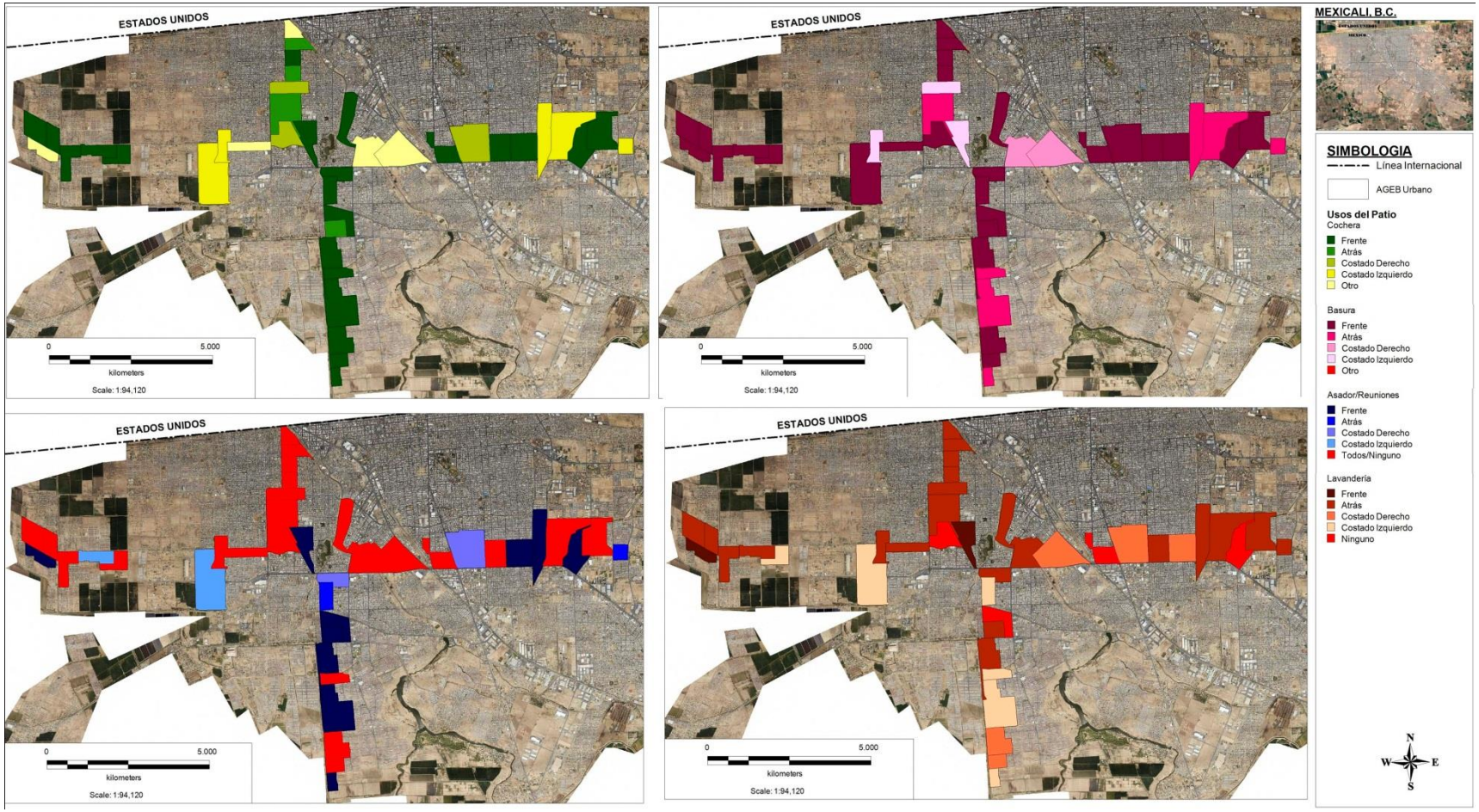
Mapa 15. Cuenta con espacio para el carro dentro de la vivienda
Fuente: Elaboración propia.



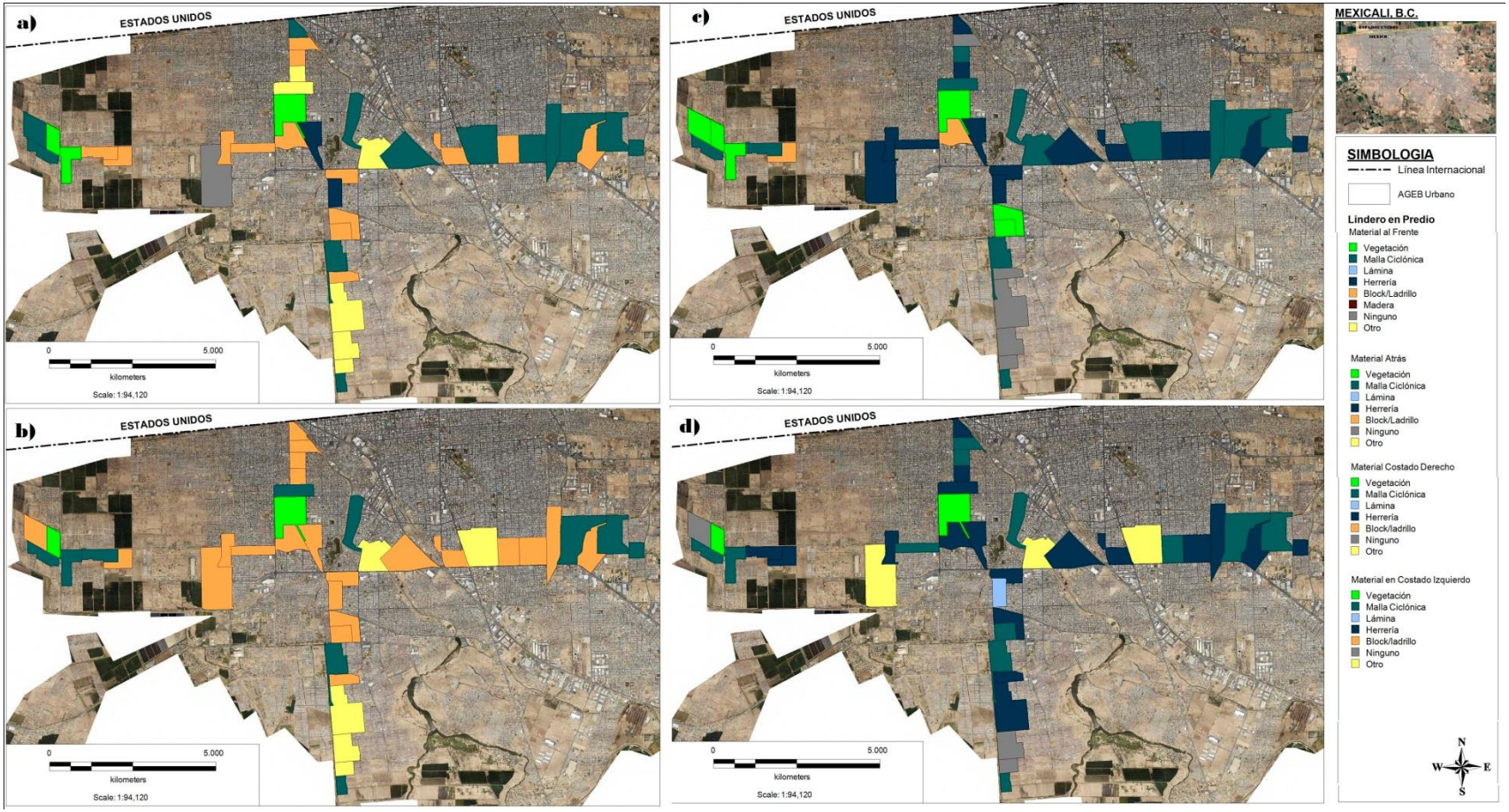
Mapa 16. Cantidad de carros por familia
Fuente: Elaboración propia.



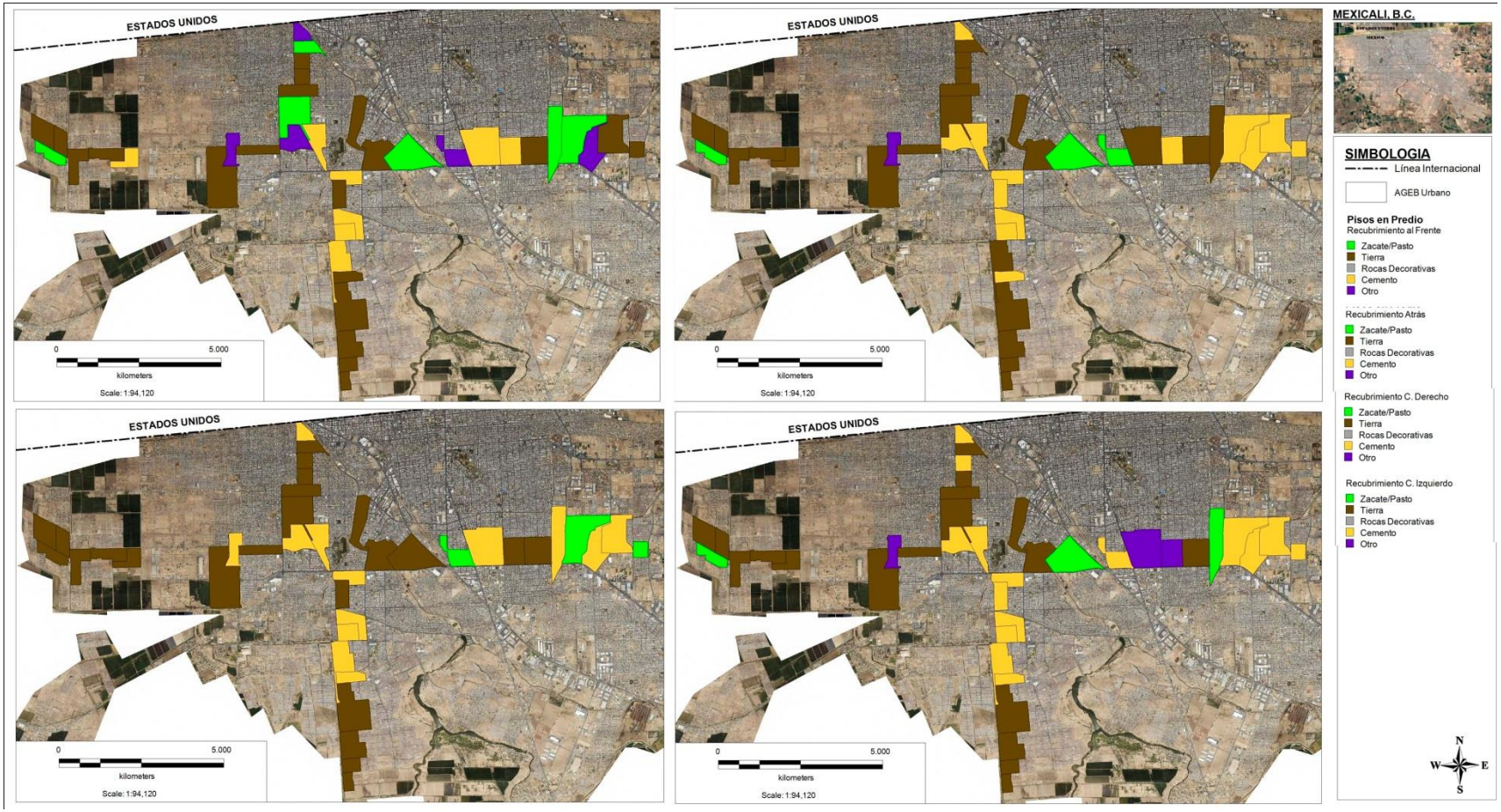
Mapa 17. Zonas del predio considerados como patio y que cuenta con vegetación
Fuente: Elaboración propia.



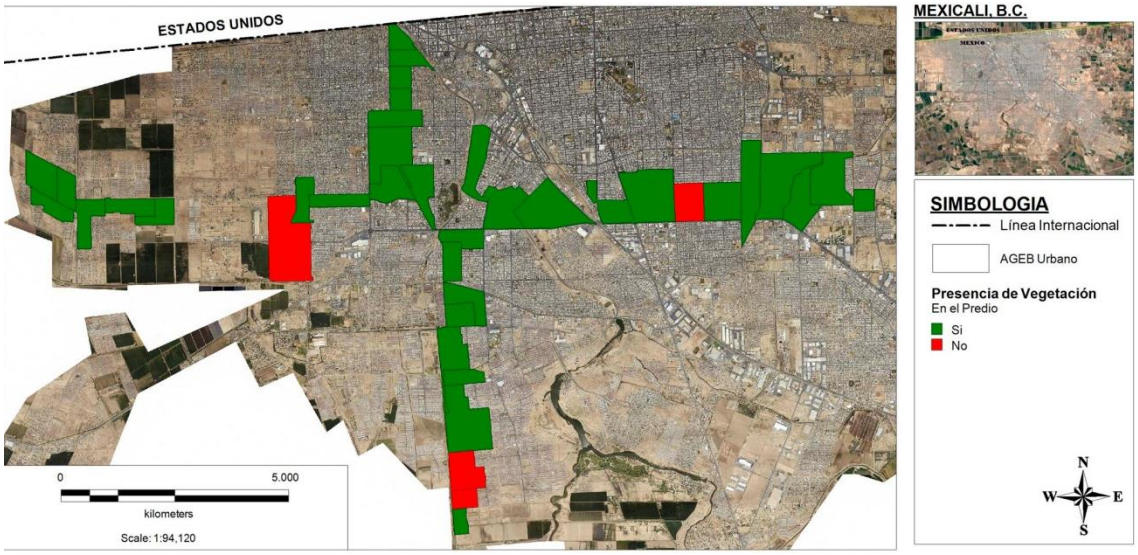
Mapa 18. Usos y funciones del espacio exterior de la vivienda
Fuente: Elaboración propia.



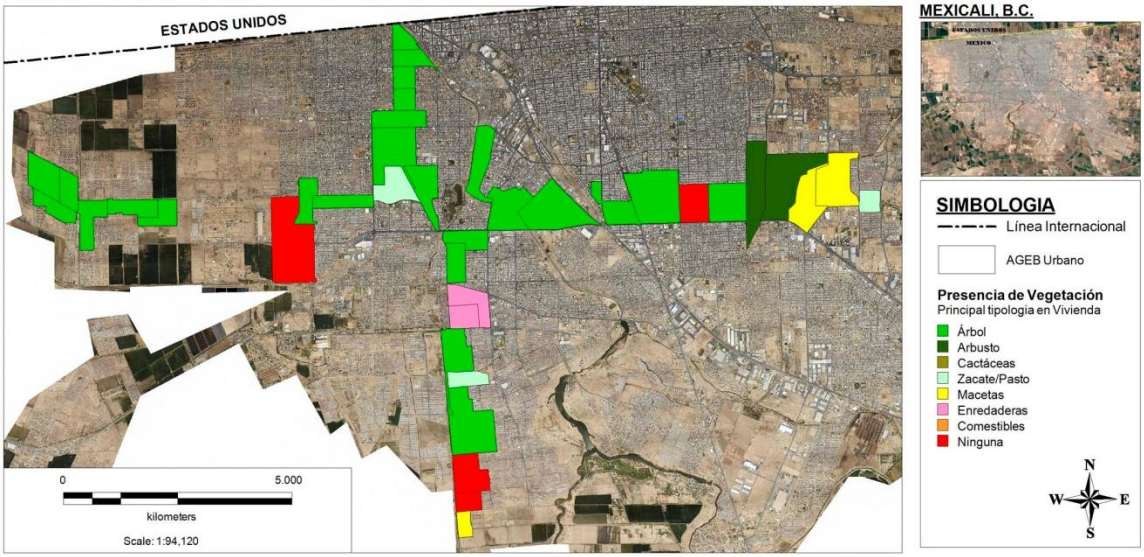
Mapa 19. Tipo de materiales utilizados para delimitar el predio
Fuente: Elaboración propia.



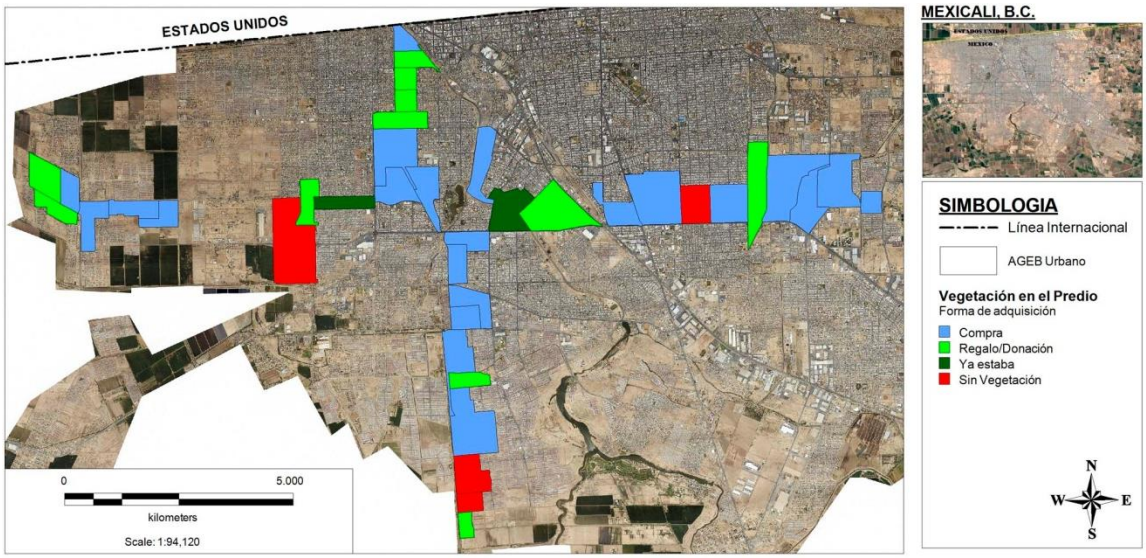
Mapa 20. Tipo de materiales utilizados como recubrimiento de suelos en los patios exteriores de la vivienda
Fuente: Elaboración propia.



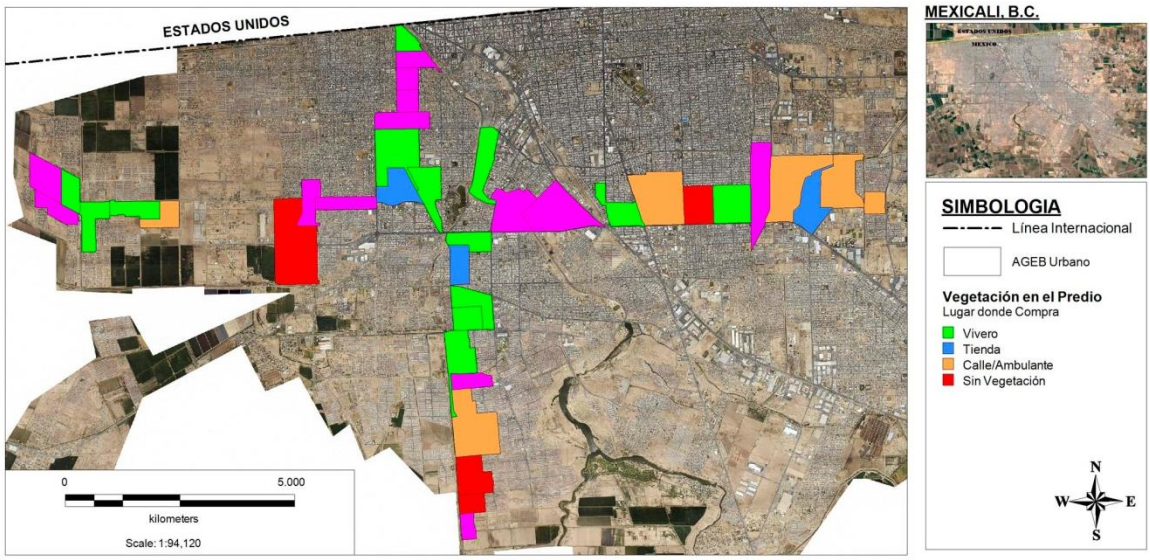
Mapa 21. Predios que cuentan con vegetación en el predio
Fuente: Elaboración propia.



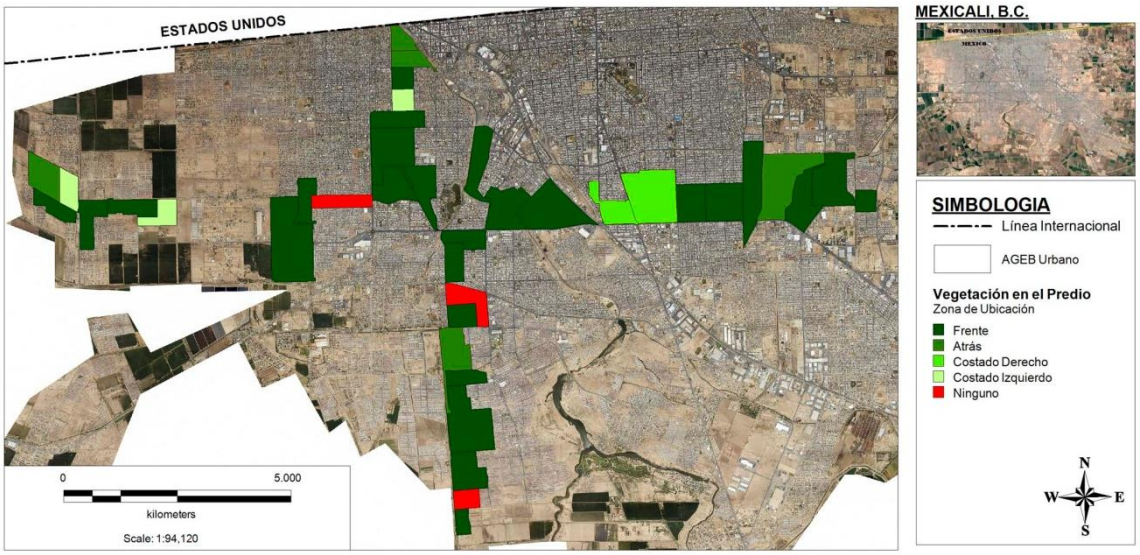
Mapa 22. Principal tipo de vegetación en el predio
Fuente: Elaboración propia.



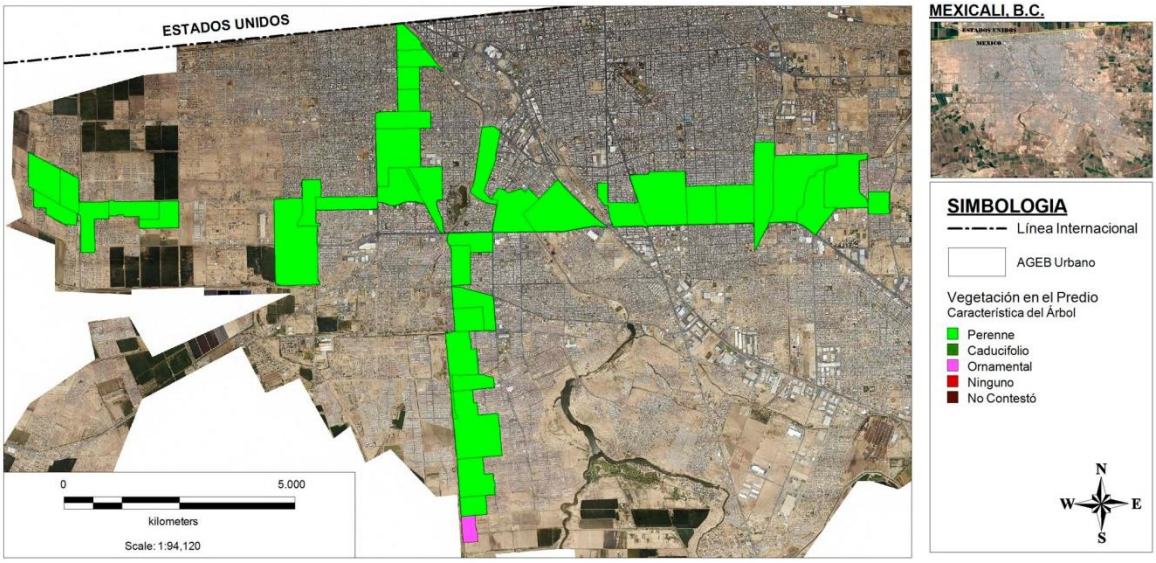
Mapa 23. Forma de obtención de la vegetación presente en el predio
Fuente: Elaboración propia.



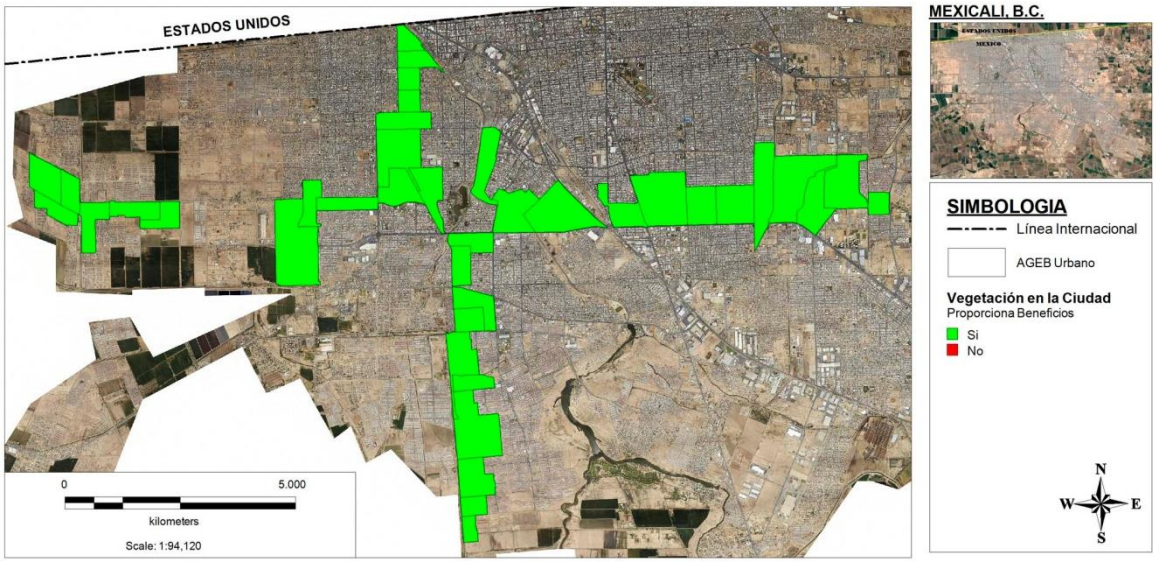
Mapa 24. Lugar de procedencia de la vegetación presente en el predio.
Fuente: Elaboración propia.



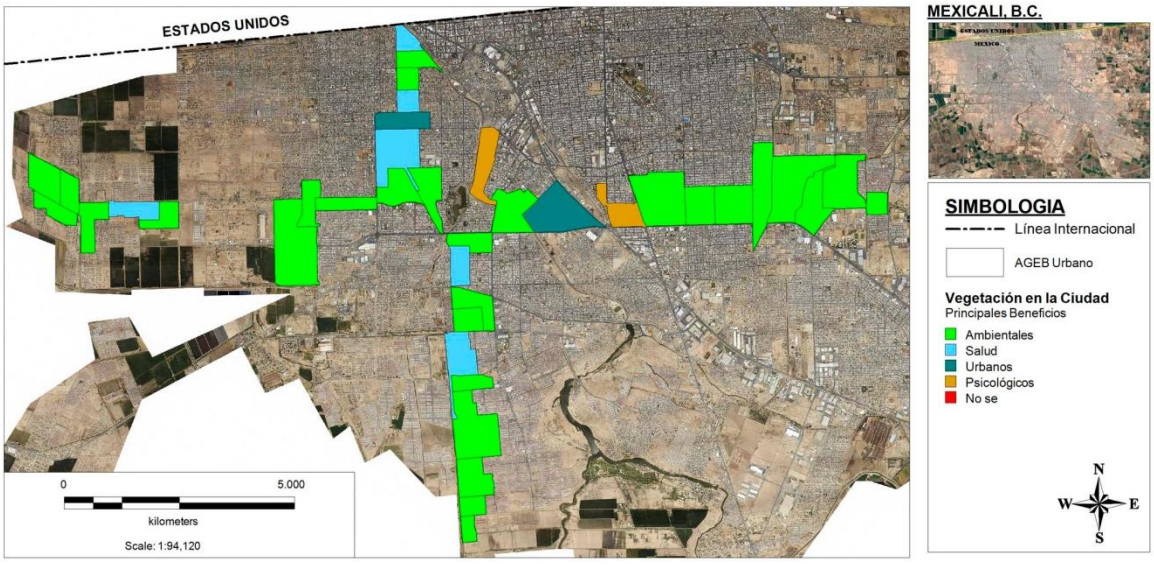
Mapa 25. Ubicación de la vegetación en el predio.
Fuente: Elaboración propia.



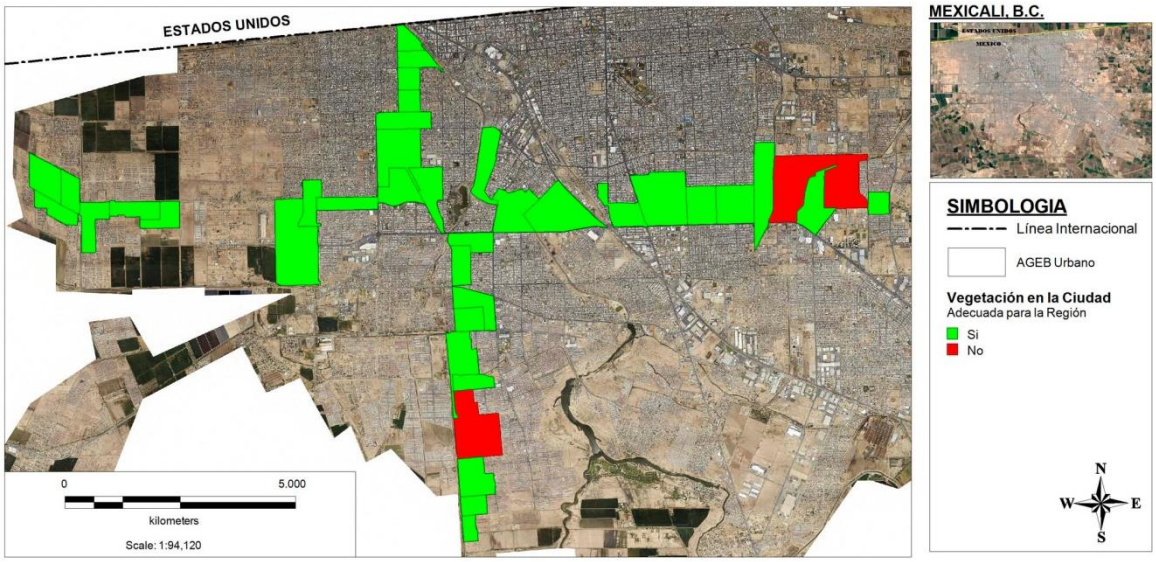
Mapa 26. Tipo de árbol basado en la preferencia del encuestado
Fuente: Elaboración propia.



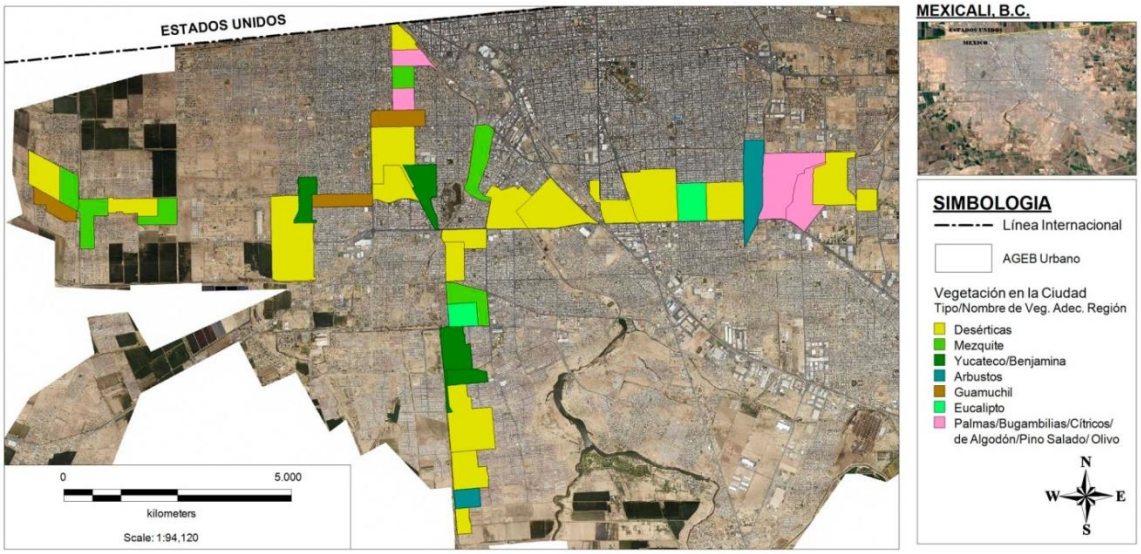
Mapa 27. Basado en el conocimiento del encuestado, ¿tiene beneficios la vegetación?
Fuente: Elaboración propia.



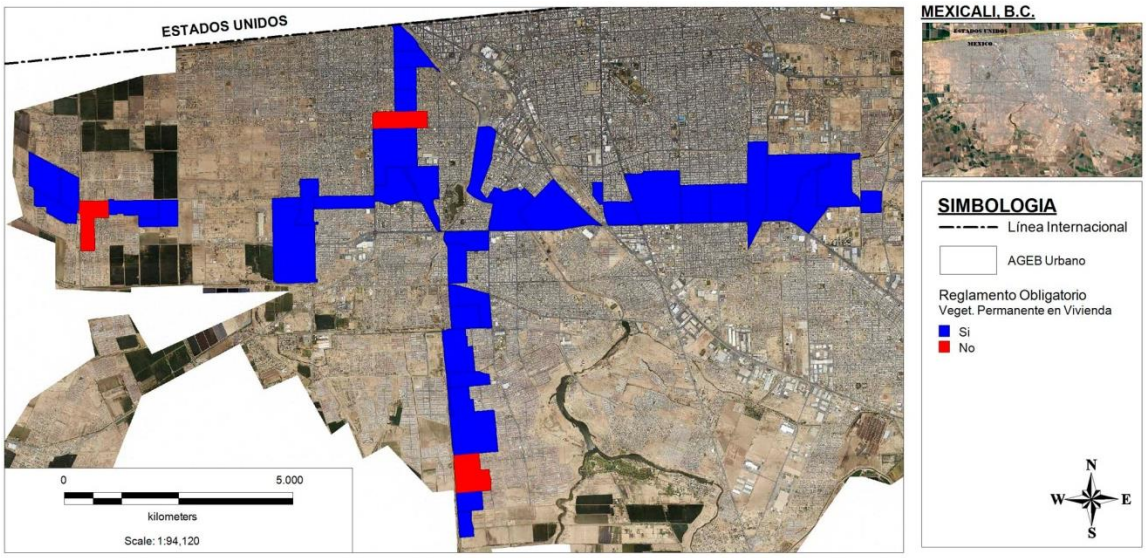
Mapa 28. Basado en el conocimiento del encuestado, son los beneficios de la vegetación
Fuente: Elaboración propia.



Mapa 29. Basado en el conocimiento del encuestado, ¿existe vegetación apta para la región de Mexicali, B.C.?
Fuente: Elaboración propia.



Mapa 30. Tipos de vegetación apta para la región de Mexicali, B.C.
Fuente: Elaboración propia.



Mapa 31. Basado en el conocimiento del encuestado, ¿debería existir un reglamento con carácter obligatorio para la dotación de un espacio permanente para la vegetación Mexicali, B.C?
Fuente: Elaboración propia.