

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES

MAESTRÍA EN PLANEACIÓN Y DESARROLLO SUSTENTABLE



Criterios de sustentabilidad aplicables a la selección de vegetación nativa y adaptada para el cuidado del medio ambiente y mejoramiento del paisaje urbano en ciudades desérticas.

El caso de la Calzada de los Presidentes, Mexicali B.C.

TESIS

Para obtener el grado de

MAESTRO EN PLANEACIÓN Y DESARROLLO SUSTENTABLE

Presenta

ARQ. DENISSE ZAMUDIO NAVIDAD

Directora de Tesis:

DRA. LUZ MARÍA ORTEGA VILLA

MEXICALI, BAJA CALIFORNIA

DICIEMBRE DEL 2011

DEDICATORIA

A mi FAMILIA por su cariño y amor incondicional, agradezco su paciencia y comprensión a lo largo de esta experiencia.

Mi MADRE es un ser hermoso que con su inmenso corazón me brinda el consuelo y ternura que tanto necesito en los momentos difíciles.

Mi PADRE es un ser único que me brinda apoyo y fuerzas para enfrentar los problemas y salir victoriosa, su dedicación hacia el trabajo bien hecho es una inspiración a seguir.

Mi HERMANO es mi compañero de vida, su carisma y su alegría se contagian al estar a su lado, juntos hemos compartido el amor y la buena educación que nuestros padres han esmerado en darnos.

Mis AMIGOS, los hermanos y hermanas que el destino eligió para mí, gracias por los buenos momentos que hemos pasado juntos y las enseñanzas que nos dejaron los tiempos difíciles.

Mis MAESTROS, por su paciencia y dedicación en el aula y fuera de ella, en especial a mis tutoras la Dra. Luz, Dra. Elva y Dra. Rosa Imelda.

A ti AMOR, gracias por apoyo, cariño, paciencia, dedicación, ejemplo, sonrisa...

Amor, gracias por todo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente la oportunidad que me brindaron la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA, mi *alma mater*, la FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO así como al INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIALES para poder estudiar esta maestría en sus instalaciones, gracias por su apoyo y medios otorgados.

A CONACYT por el apoyo económico brindado.

Agradezco el apoyo de cada uno de los académicos que conforman la planta docente del programa de la MAESTRÍA EN PLANEACIÓN Y DESARROLLO SUSTENTABLE por su dedicación para con sus alumnos y profesión.

Un especial agradecimiento a mi tutora la DRA. LUZ MARÍA ORTEGA VILLA, por su dedicación, consejos y guía a lo largo de este trabajo.

A mis tutoras la DRA. ROSA IMELDA ROJAS CALDELAS y DRA. ELVA ALICIA CORONA ZAMBRANO, por sus observaciones y comentarios que sirvieron de guía para mejorar este trabajo.

Gracias a todo el personal administrativo de la FAD y del IIS.

“Es injusto que una generación sea comprometida por la precedente. Hay que encontrar un modo de preservar a las venideras de la avaricia o inhabilidad de las presentes.”

Napoleón I

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
Índice de contenido.....	iv
Índice de tablas y figuras.....	vi
Abstract.....	ix
Resumen.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
Planteamiento del problema.....	1
Objetivos.....	7
Justificación.....	8
Limitaciones del estudio.....	10
MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL.....	11
Ideas y conceptos en torno a la sustentabilidad.....	11
El medio ambiente, base de la sustentabilidad.....	14
La sustentabilidad dentro del medio ambiente urbano.....	17
El medio ambiente en las ciudades desérticas.....	20
El paisaje desértico, resultado de un medio ambiente único.....	24
El paisaje urbano desértico.....	31
APROXIMACIÓN METODOLÓGICA.....	36
Criterios de sustentabilidad aplicados a la selección de vegetación nativa y adaptada para el cuidado del medio ambiente y mejoramiento del paisaje urbano de ciudades desérticas.....	38
Características de la vegetación.....	40
Funciones ambientales de la vegetación.....	43
Funciones paisajísticas de la vegetación.....	51
Limitaciones establecidas por la normatividad local.....	54
CAPÍTULO I. MARCO DE REFERENCIA.....	56
Marco legal en el municipio de Mexicali.....	56
Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali.....	56
Guía de forestación para el municipio de Mexicali.....	57
Casos análogos.....	60
Arizona.....	60

Nuevo México.....	62
California.....	64
CAPÍTULO II. CONSTRUCCIÓN DE CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD	
APLICABLES A LA SELECCIÓN DE VEGETACIÓN NATIVA Y ADAPTADA.....	68
Valoración de las características, funciones ambientales y funciones paisajísticas y de la vegetación nativa y adaptada aplicables al área de estudio, con limitaciones del <i>Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali</i>	68
Guía de uso.....	70
Tabla 2 “Valoración las características, funciones ambientales, funciones paisajísticas y normatividad, de la vegetación nativa y adaptada aplicables al área de estudio”.....	72
CAPÍTULO III. ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	77
Presentación del área de estudio.....	77
Importancia del área de estudio.....	78
Descripción fotográfica del área de estudio.....	78
División del área de estudio.....	78
Unidades de paisaje.....	97
Adaptación de la metodología de McHarg.....	97
Unidades de paisaje del área de estudio.....	100
CAPÍTULO IV. PROPUESTA DE SOLUCIONES Y/O USO DE LOS CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD APLICABLES A LA SELECCIÓN DE VEGETACIÓN NATIVA Y ADAPTADA EN EL ÁREA DE ESTUDIO.....	120
Propuesta para unidades de paisaje con valores altos.....	120
Propuesta para unidades de paisaje con valores medios.....	121
Propuesta para unidades de paisaje con valores bajos.....	121
Diseño.....	124
CONCLUSIONES.....	141
RECOMENDACIONES.....	143
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	145
ANEXOS.....	153
Anexo 1. Casos análogos (figuras y tablas).....	154

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas

Tabla 1. Simbología.....	69
Tabla 2. Valoración de las características, funciones ambientales, funciones paisajísticas y normatividad, de la vegetación nativa y adaptada aplicables al área de estudio.....	72
Tabla 3. Matriz de clasificación de unidades de paisaje del área de estudio.....	100
Tabla 4. Valoración de las características, funciones ambientales, funciones paisajísticas y normatividad, de la vegetación nativa y adaptada seleccionada para la propuesta del caso de estudio.....	123
Tabla 5. Resumen Arizona.....	154
Tabla 6. Resumen Nuevo México.....	158

Figuras

Figura 1. Área de estudio.....	3
Figura 2. Tipos de paisajes desérticos.....	29
Figura 3. División del área de estudio.....	79
Figura 4. Límites de la comunidad y área urbanizada (2000) en Arizona.....	154
Figura 5. Porcentaje del área de los condados clasificados como suelo urbano (2000).....	155
Figura 6. Porcentaje del espacio arbolado en la subdivisión de los condados.....	155
Figura 7. Porcentaje de superficie cubierta impermeable con subdivisión de condados.....	156
Figura 8. Clasificación de la cobertura del suelo.....	156
Figura 9. Índice de prioridad de siembra para las subdivisiones de condados.....	157
Figura 10. Límites de la comunidad y área urbanizada (2000) en Nuevo México.....	158
Figura 11. Porcentaje del área de los condados clasificados como suelo urbano (2000)....	159
Figura 12. Porcentaje del espacio arbolado en la subdivisión de los condados.....	159
Figura 13. Porcentaje de superficie cubierta impermeable con subdivisión de condados....	160
Figura 14. Clasificación de la cobertura del suelo.....	160
Figura 15. Índice de prioridad de siembra para las subdivisiones de condados.....	161
Figura 16. Consideraciones más importantes en la selección de árboles en calles.....	162
Figura 17. Los 11 árboles comúnmente plantados en las calles, 1997.....	162

Figura 18. Frecuencia de plantación en 1988 y 1992 para los 10 árboles más plantados en 1997	163
Figura 19. Beneficios más expresados en los programas de Forestación Urbana y Comunitaria.....	163
Figura 20. Puerta de entrada a Mexicali.....	81
Figura 21. Camellón principal sin vegetación.....	81
Figura 22. Nueva comandancia.....	82
Figura 23. Estacionamiento.....	82
Figura 24. Camellón frente a Mercado Braulio Maldonado.....	83
Figura 25. Inicio sección 2.....	84
Figura 26. Estacionamiento de equipo pesado y Centro de Convenciones.....	85
Figura 27. CEART.....	85
Figura 28. Entrada a FEX.....	87
Figura 29. Estacionamiento del FEX.....	86
Figura 30. Cruce Independencia y de los Presidentes.....	88
Figura 31. Unidad deportiva Francisco Villa.....	89
Figura 32. Ladera del río.....	90
Figura 33. Laderas del puente sin cobertura vegetal.....	91
Figura 34. Área de escombros.....	91
Figura 35. Descuido en la Plaza Centenario.....	92
Figura 36. Bosque y Zoológico de la Ciudad y Plaza Centenario.....	93
Figura 37. FCA y puente peatonal.....	94
Figura 38. Camellón frente a FCA.....	94
Figura 39. Cruce de las calles Anáhuac y de los Presidentes.....	95
Figura 40. Camellón principal, última sección.....	96
Figura 41. Cruce de las calles Lázaro Cárdenas y de los Presidentes.....	96
Figura 42. Unidades de paisaje del área de estudio.....	102
Figura 43. Valores del paisaje del área de estudio.....	104
Figura 44. Valores de la vegetación del área de estudio.....	106
Figura 45. Valores del paisaje y vegetación del área de estudio.....	107
Figura 46. Valores de los usos del suelo del área de estudio.....	109

Figura 47. Valores del paisaje y de los usos del suelo del área de estudio.....	110
Figura 48. Valores de las vialidades del área de estudio.....	112
Figura 49. Valores del paisaje y de las vialidades del área de estudio.....	113
Figura 50. Valores de las pendientes del área de estudio.....	114
Figura 51. Valores del paisaje y pendientes del área de estudio.....	117
Figura 52. Valores del comportamiento del suelo del área de estudio.....	118
Figura 53. Valores del paisaje y del comportamiento del suelo del área de estudio.....	119
Figura 54. Vegetación propuesta sección 1, entrada a Mexicali.....	126
Figura 55. Vegetación propuesta sección 1, estacionamiento y camellón central.....	127
Figura 56. Plano de aplicación de propuesta sección 1.....	128
Figura 57. Vegetación propuesta para el inicio de la sección 2.....	130
Figura 58. Vegetación propuesta el estacionamiento de equipo pesado y Centro de Convenciones.....	131
Figura 59. Plano de aplicación de propuesta sección 2.....	132
Figura 60. Vegetación propuesta para la Unidad deportiva Francisco Villa y camellón central.	133
Figura 61. Vegetación propuesta para el área de escombros y camellón central.....	134
Figura 62. Plano de aplicación de propuesta sección 3.....	135
Figura 63. Vegetación propuesta para el camellón frente al Bosque y Zoológico de la Ciudad y Plaza Centenario.....	137
Figura 64. Vegetación propuesta para el Cruce de las calles Lázaro Cárdenas y de los Presidentes.....	138
Figura 65. Plano de aplicación de propuesta sección 4.....	139
Figura 66. Plano de aplicación de propuesta del área de estudio.....	140

ABSTRACT

This document proposes that native and adapted desert vegetation is recommended to help protect the environment and improve the urban landscape of desert cities, and that in order to achieve this goal establishment of sustainability criteria focused on the selection of vegetation is required. The method used was the literature review, that was useful in developing an accessible, handy and quick guide that is based on sustainability criteria for the selection of native and adapted vegetation and suitable to be used in the urban landscape of the Calzada de los Presidentes, in Mexicali, Baja California, Mexico. The guide also aims to be a basis for possible adjustments in other cities with similar climatic characteristics. Additionally, based on a photo description of landscape units a proposal for implementation of the above criteria to the specific area of the Calzada de los Presidentes was made, resulting in a proposal to improve the urban landscape and measures for protecting the environment through the use of native and adapted vegetation.

RESUMEN

En el presente documento se sustenta que la vegetación nativa y adaptada de zonas desérticas es la recomendable para ayudar a cuidar el medio ambiente y mejorar el paisaje urbano de las ciudades desérticas; y que para lograr este objetivo se requiere el establecimiento de criterios de sustentabilidad enfocados en la selección de vegetación. El método que se utilizó fue el análisis bibliográfico, con lo que se elaboró una guía accesible, manejable y rápida con base en criterios de sustentabilidad para la selección de vegetación nativa y adaptada para uso en el paisaje urbano de la Calzada de los Presidentes; la cual también pretende, servir de base para posibles adecuaciones en otras ciudades con características climatológicas similares. Además, con base en una descripción fotográfica y por unidades de paisaje se realizó una propuesta de aplicación de los criterios antes mencionados, para el área específica de la Calzada de los Presidentes, que dio como resultado una propuesta de mejoramiento del paisaje urbano y medidas para el cuidado del medio ambiente a través del uso de vegetación nativa y adaptada.

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La ciudad de Mexicali es relativamente joven ya que se fundó en 1903, pero cuenta con características climatológicas similares a las de otras ciudades desérticas. En el 90.3% del territorio municipal se presenta el clima tipo BWh, el cual es llamado también de desiertos cálidos, porque las precipitaciones son escasas e irregulares con una media anual de 40 mm; además, se presentan extrema aridez y sequedad en el aire, y la humedad relativa es muy baja (XII Ayuntamiento de Mexicali, 1987; XVII Ayuntamiento de Mexicali, 2003; Inzunza, 2005). Para el año 2010 Mexicali ya contaba con una población de 936,826 habitantes, de los cuales 759,537 vivían en la zona urbana (INEGI, 2010; XX Ayuntamiento de Mexicali, s/f).

Una de las vialidades más importantes en la ciudad de Mexicali es la Calzada de los Presidentes, anteriormente conocida como Río Nuevo, cuya forma tiene origen en:

Las inundaciones de principios de siglo. Las derivaciones incontroladas de dicha corriente y fallas técnicas en la construcción de la bocatoma, provocaron que desde los últimos meses de 1905 y durante 1906 y 1907 se recibieran considerables volúmenes de agua que inundaron además del valle de Mexicali, las ciudades de Mexicali y Caléxico, cuyas escasas viviendas de esa época y sus habitantes sufrieron severos daños, y poco faltó para que desaparecieran por completo. A fin de evacuar dichos flujos excedentes se procedió a dinamitar los cauces existentes para dar salida al agua, surgiendo así lo que hoy conocemos como río Nuevo (Lucero, 2002, p.23).

Así fue como el Río Nuevo pasó de sólo ser parte del drenaje de aguas agrícolas, a ser el límite físico más relevante dentro de la mancha urbana de la naciente ciudad fronteriza. El Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana (IMIP) explica que durante varios años el Río Nuevo se utilizó como el vertedero de los desechos de la ciudad, lo que generó, además de mala imagen, puntos de contaminación y mal olor (IMIP, 2007).

Por otra parte, la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali (CESPM, 1997) comenta que en la década de los noventa, gracias al proyecto que llevó a cabo la Comisión Internacional de

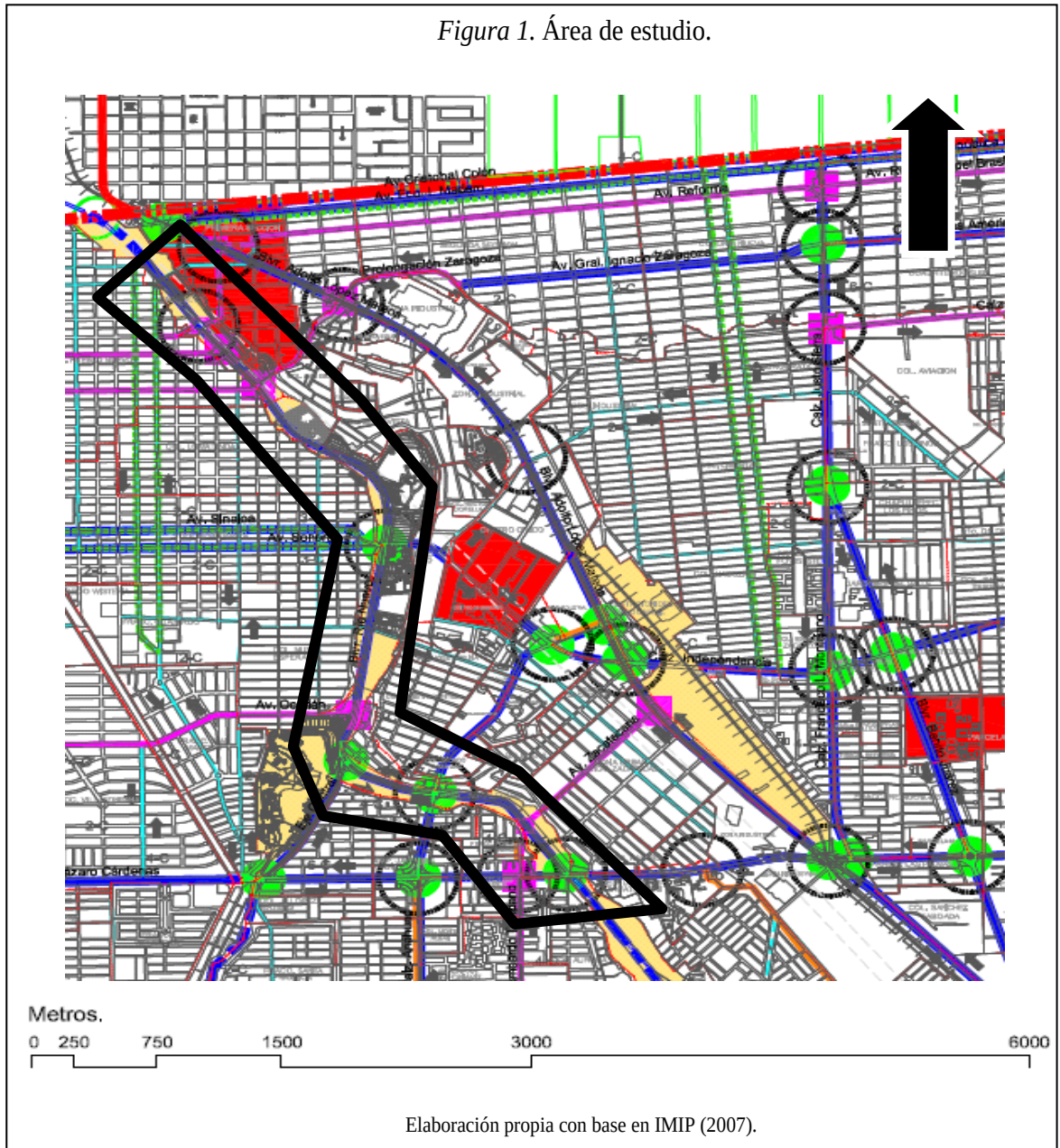
Límites y Aguas (CILA) de México y de Estados Unidos, se pudieron obtener los recursos para realizar el saneamiento del Río Nuevo, con el fin de ayudar a mejorar la calidad de las aguas residuales tratadas que se dirigen hacia los Estados Unidos a través del río, además de disminuir los focos de infección para los habitantes de las colonias que colindan con el Río Nuevo. Asimismo, este proyecto tenía el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas de la ciudad de Mexicali, y mejorar las condiciones ambientales a lo largo del río (CESPM, 1997).

Después de que el Río Nuevo fue saneado y entubado, a cada costado del entubamiento se construyeron vialidades que tienen su origen en el Centro Histórico de la ciudad, con dirección de noroeste-sureste (figura 1). La Calzada de los Presidentes (antes Río Nuevo) cuenta con una longitud de 5,785 km desde su punto de origen hasta el entronque con la Calzada Lázaro Cárdenas (IMIP, 2007).

De acuerdo con IMIP (2007) la zona de la Calzada de Los Presidentes es uno de los distritos más importantes y representativos de imagen urbana de Mexicali, tanto por sus características constructivas como históricas. Anteriormente, el Río Nuevo era considerado como una barrera física, pero con el programa de saneamiento y urbanización que se realizó ahora es un referente de zonas, ya que divide la zona antigua de la zona nueva de Mexicali.

A lo largo de la Calzada de Los Presidentes se realizan las actividades comerciales, de servicios, institucionales y de equipamiento urbano más importantes para un centro urbano como es la ciudad de Mexicali. Esta importante vialidad es un acceso directo al Centro Histórico, al Mercado Braulio Maldonado, al Centro Cívico y al Parque y Zoológico de la ciudad de Mexicali; pero también están directamente sobre ella: el Centro Estatal de las Artes, el Centro de Ferias y Exposiciones (FEX), la Unidad Deportiva Francisco Villa, el Centro de Desarrollo Humano Integral Centenario, el Salón de la Fama del Deporte de Mexicali, la Procuraduría General de Justicia del Estado, el asta bandera monumental de la Plaza Centenario, la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), el Centro de Comando Comunicación y Control de la Policía Municipal (C4); y sobre las laderas del río se localizan diversas colonias en su mayoría populares (IMIP, 2007). Todo esto, sumado a los diversos edificios que se están construyendo y que está planeado ejecutarse en esta zona, como el Centro de Justicia Penal (Gobierno del Estado de Baja California, 2009), hacen de ella un punto de referencia acerca del crecimiento y desarrollo de la ciudad.

Figura 1. Área de estudio.



A pesar de que todas las áreas y edificios mencionados conforman los elementos que generan estructura visual, crean gran parte de la referencia de orientación urbana y otorgan identidad, el área de la Calzada de los Presidentes presenta problemas de imagen urbana; dentro de las áreas construidas predominan las planchas de asfalto para estacionamiento, existe deterioro en colonias aledañas como los Condominios Montealbán, el Mercado Braulio Maldonado, y las colonias El Vidrio y Agualeguas (XIX Ayuntamiento de Mexicali, 2007; IMIP, 2007).

Contar con áreas verdes y mantenerlas es sumamente importante para el mejoramiento del paisaje urbano y del medio ambiente de Mexicali, y según el XIX Ayuntamiento de Mexicali (2008) dicha ciudad se encuentra en los últimos lugares de cobertura de áreas verdes a nivel nacional.

Otro problema que se presenta en la Calzada de Los Presidentes son las islas de calor urbanas (ICU), que la United States Environmental Protection Agency EPA (s/f) describe como una capa de aire generalmente sobre una ciudad o áreas construidas, la cual es más caliente que en los alrededores no construidos. Las ICU se crean habitualmente sobre áreas densamente pobladas, y como se muestra en el trabajo de García-Cueto y cols. (2007), el área donde se encuentra la Calzada de Los Presidentes está en la parte central de la zona urbana, los alrededores de la calzada están poblados, y además se concentran actividades comerciales, industriales e institucionales; esto provoca que en dicha vialidad se formen las ICU.

En el estudio de García-Cueto y cols. (2007) se explica que dentro del área de estudio se pueden presentar altas temperaturas relativas, que van desde los 29 °C a 32 °C, mientras que en áreas normales la temperatura es de 26 °C a 32 °C , y en las que cuentan con vegetación la temperatura es de 14 °C a 26 °C, así que la presencia de ICU implica un problema. La presencia de ICU además de generar un aumento en el consumo de energía eléctrica para el sistema de aire acondicionado, eleva los niveles de contaminación del aire (partículas de smog) y las emisiones de gases efecto invernadero, y también, incrementa la incidencia de enfermedades y muertes relacionadas con el calor (EPA, s/f).

Al respecto de este problema la EPA (s/f) manifiesta que tanto el uso de árboles como la demás vegetación enfría las áreas alrededor de una zona, ya que se incrementa la evapotranspiración; éste es el proceso mediante el cual las hojas de las plantas evaporan su humedad, lo cual dispersa el calor a su alrededor. Los árboles plantados alrededor de las casas y edificios generan sombra, enfrían los interiores de los edificios y disminuyen el consumo de energía eléctrica para el sistema de aire acondicionado. Cuando estos se encuentran en camellones y banquetas disminuyen las emisiones de los autos y pueden disminuir la contaminación del aire. La presencia de estos elementos naturales dentro de las áreas urbanas ayuda a disminuir la presencia de las ICU.

Así, se entiende que la presencia de vegetación no sólo ayuda a disminuir las ICU; también mejora el paisaje urbano, ya que contribuye al embellecimiento, distinción y aumenta la plusvalía de la zona donde se pretende incorporar el ambiente natural al urbano (EPA, s/f).

El mismo XIX Ayuntamiento de Mexicali (2008) expresa que se requiere trabajar en forestar la zona urbana de Mexicali; pero también expone que la forestación debe darse con especies que utilicen bajo consumo de agua y que además ayuden a mejorar la imagen urbana y el medio ambiente.

En el *Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali 2025* o *PDUCPM 2025* (IMIP, 2007) está planteada la forestación del Río Nuevo (hoy Calzada de Los Presidentes), así como restaurar las zonas deterioradas de esta avenida. Dentro de dicho documento se expone la necesidad de forestar el área de estudio, pero no explica con qué vegetación se debe realizar. Al momento de finalizar este trabajo, se habían iniciado los trabajos de forestación de una parte de esa calzada, con especies como olivo negro, palmeras, laurel, buganvilia, botellos, mezquite, acacia y palo verde.

Al respecto de las especies que requieran menos agua, Aronson (2008) y Alcaraz (2009) exponen que la vegetación nativa de zonas desérticas requiere por su proceso evolutivo (adaptación a las extensas sequías y características extremas del suelo) menos volumen de agua; además, dicha vegetación, así como la adaptada a las características climatológicas de la ciudad, son las que mayormente se encuentran en Mexicali.

Dentro del *Plan Municipal de Desarrollo de Mexicali 2008-2010* o *PMDM 2008-2010* (XIX Ayuntamiento de Mexicali, 2008), se menciona el concepto de **sustentabilidad**, que de acuerdo con Morse (2010) involucra tres dimensiones principales: la económica, la social y la del **medio ambiente**; y en el *PDUCPM 2025* (IMIP, 2007) se hace referencia al cuidado de este último. Ambos documentos y las instancias que los publicaron están interesados en que se mejore el paisaje urbano de la zona de la Calzada de Los Presidentes y que con ello cuide el medio ambiente de la ciudad.

A pesar de la relevancia que presenta la Calzada de los Presidentes, también presenta problemas ambientales y de paisaje urbano como: falta de vegetación, presencia de ICU, residuos sólidos de comercios e industrias, grandes lotes baldíos y casas abandonadas, malos olores por una planta de bombeo; así como también, problemas de imagen urbana al encontrarse en proceso de deterioro las colonias aledañas (García-Cueto y cols., 2007; IMIP, 2007).

Dentro de las recomendaciones que presenta IMIP (2007) para el desarrollo de la zona del antes llamado Río Nuevo hoy Calzada de los Presidentes, está el mejoramiento de la imagen y paisaje urbano, con lo cual se aumentaría la identidad de los ciudadanos y se ayudaría a la orientación de los habitantes y de los turistas.

Diferentes instituciones y dependencias locales, así como investigaciones (IMIP, 2007; García-Cueto y cols., 2007; XIX Ayuntamiento de Mexicali, 2008) han explicado los diferentes problemas ambientales y de paisaje urbano que presenta la ciudad de Mexicali, los cuales están mayormente presentes en el área de la Calzada de los Presidentes; también han dado algunas recomendaciones para solucionarlos o mitigarlos, pero estas no se han expuesto de manera específica para la región desértica. De acuerdo con las recomendaciones tanto del IMIP (2007) como del XIX Ayuntamiento de Mexicali (2008), así como de la EPA (s/f), la vegetación nativa y adaptada al clima desértico de Mexicali es la más recomendable para utilizar en el paisaje urbano.

La limitada cantidad de agua que recibe la ciudad de Mexicali, las características climatológicas extremas y el bajo nivel de áreas verdes hacen necesaria la búsqueda de medidas que ayuden a enfrentar los diversos problemas generados por la formación de ICU; a lo anterior se puede hacer frente con la ayuda de vegetación nativa y adaptada, la cual requiere menor cantidad de agua para su desarrollo.

La relevancia histórica, institucional, recreativa y como hito de la Calzada de los Presidentes queda opacada por los diversos problemas de paisaje urbano y falta de cuidado del ambiente; por dichos motivos, se requiere de la adaptación de criterios de sustentabilidad aplicables a la selección de vegetación nativa y adaptada para ciudades desérticas, que en este caso beneficiarían no sólo a los habitantes que colindan con esta vialidad, sino también, a todos los ciudadanos de Mexicali y a su medio ambiente.

OBJETIVOS

Los problemas anteriormente descritos muestran la necesidad de contar con criterios de sustentabilidad aplicables a la selección de vegetación nativa y adaptada de zonas desérticas para el cuidado del medio ambiente y el mejoramiento del paisaje urbano de la Calzada de los Presidentes; también, es importante la identificación de la vegetación recomendada para el cuidado del medio ambiente y mejoramiento del paisaje urbano de una ciudad desértica como Mexicali.

Lo anterior lleva a plantear las preguntas de este trabajo:

General

- ¿Cuáles serían los criterios de sustentabilidad aplicables a la selección de vegetación nativa y adaptada de zonas desérticas para el cuidado del medio ambiente y el mejoramiento del paisaje urbano de la Calzada de los Presidentes, Mexicali, B.C?

Particular

- ¿Cuál es la vegetación nativa y adaptada recomendable para el cuidado del medio ambiente y el mejoramiento del paisaje urbano de una ciudad desértica como Mexicali?

Para responder a las anteriores preguntas el trabajo tiene los siguientes objetivos:

General

- Construir criterios de sustentabilidad aplicables a la selección de vegetación nativa y adaptada de zonas desérticas para el cuidado del medio ambiente y el mejoramiento del paisaje urbano de la Calzada de Los Presidentes, Mexicali, B.C.

Particular

- Identificar la vegetación nativa y adaptada recomendable para el cuidado del medio ambiente y el mejoramiento del paisaje urbano de una ciudad desértica como Mexicali, B.C.

JUSTIFICACIÓN

El interés de esta investigación se sustenta primeramente en los beneficios ambientales que se obtienen de la aplicación de criterios de sustentabilidad para la selección de la vegetación que se usará en los espacios urbanos; sobre todo, en las ciudades desérticas como es el caso de Mexicali, la cual se encuentra limitada por la escasez de agua y las temperaturas extremas. El área de una de las vialidades más importantes de Mexicali, la Calzada de los Presidentes, se mejoraría ambientalmente con el uso de los criterios de sustentabilidad propuestos en este trabajo, debido a que en esta área se presentan problemas de erosión del suelo por efecto del viento, presencia de ICU y contaminación atmosférica.

Por otra parte, los criterios de sustentabilidad propuestos en este trabajo se pueden aplicar a fin de contribuir al mejoramiento del paisaje urbano de Mexicali, debido a que la presencia de vegetación favorece el sentido de pertenencia al lugar donde habitan las personas, crea espacios de convivencia social y embellece el paisaje (Nowak y Greenfield, 2010). Además, la inclusión que se presenta en este trabajo de las limitantes que establece la normatividad local para el uso de vegetación en áreas urbanas, aunada a la identificación de vegetación que se encuentra bajo protección en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, viene a completar los criterios de sustentabilidad para la identificación y adecuación de la vegetación que se propone para la Calzada de los Presidentes.

Las características climáticas y fisiográficas de la ciudad de Mexicali, así como los problemas ambientales, paisajísticos y la relevancia de la Calzada de los Presidentes justifican la elaboración de este estudio para identificar la vegetación nativa y adaptada que ayude a contrarrestar la problemática; pero de acuerdo con criterios de sustentabilidad, los cuales se centran en el manejo sustentable de los recursos tanto ambientales, como sociales y económicos, al orientarse al uso de vegetación nativa y adaptada de zonas desérticas, los cuales consumen menos agua, requieren menos mantenimiento y, por ende, disminuyen los costos de mantenimiento.

Al utilizar los criterios de sustentabilidad, el ayuntamiento de Mexicali se puede beneficiar económicamente al contar con lineamientos para la selección de vegetación nativa y adaptada, cuyas características la hacen más resistente a las altas temperaturas y disminuyen las compras por replantación; incluso, con el uso de los criterios aquí propuestos se facilita la creación de áreas de convivencia social; pero también, se beneficia al medio ambiente al promover la selección de vegetación que ayuda a disminuir la contaminación atmosférica.

Dentro del campo de la arquitectura y el paisajismo, los criterios de sustentabilidad pueden ser utilizados como una guía para los profesionistas de estos ámbitos; a ellos les servirán las recomendaciones y lineamientos para que sus proyectos y propuestas sean más sustentables y encuentren las bases para la selección de especies que utilizarán en sus propuestas; pero también, el listado de vegetación nativa y adaptada que se propone en este trabajo puede ayudar a estos profesionistas a elegir las especies que además de cubrir las necesidades estéticas ayuden a cuidar el medio ambiente, sobre todo, de acuerdo con los lineamientos del reglamento local para el uso de vegetación en áreas urbanas.

Este trabajo también puede ser adecuado a otras ciudades, las cuales se pueden basar en la metodología que se utiliza a fin de construir sus propios criterios de sustentabilidad con un enfoque hacia la identificación de la vegetación nativa y adaptada a las características fisiográficas de cada localidad.

Por último, al realizar este trabajo se hace una contribución hacia la promoción de los objetivos de la sustentabilidad que se pueden obtener de la implementación de los criterios de sustentabilidad aplicados a la selección de vegetación nativa y adaptada en zonas desérticas.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Este trabajo presentó limitaciones, y una de ellas es que si bien el listado de vegetación nativa y adaptada, así como los criterios de sustentabilidad son para zonas desérticas, no todas ellas son iguales, por lo que su aplicación se restringe al caso mexicalense. No obstante, es posible adaptar la valoración y los criterios a las condiciones fisiográficas de otras regiones similares

Otra de las limitaciones es que la aplicación de la propuesta de solución y/o uso de criterios para el área de estudio –la Calzada de los Presidentes– está fuera del alcance de este trabajo y de quien lo realizó, pues en el momento de terminar este documento no es posible comprobar empíricamente que la vegetación sugerida es la que mejor funciona, que se ahorra más agua que con otras especies, o determinar si soporta la cantidad de radiación solar presente en la región, y verificar si con el uso de esas especies se disminuye la temperatura en el área de estudio y se ahorra dinero al ayuntamiento por concepto de mantenimiento, entre otros de los beneficios planteados con la propuesta.

Por otra parte, una limitante metodológica fue que no se tomó en cuenta a los habitantes de Mexicali para conocer sus criterios acerca de la vegetación presente en el listado de la tabla 2 “Valoración de las características, funciones ambientales, funciones paisajísticas y normatividad, de la vegetación nativa y adaptada aplicables al área de estudio”; así como tampoco, en la propuesta de soluciones y/o uso de criterios, y que hacia el final del desarrollo de la propuesta fue considerado como un aspecto que podría mejorar la aceptación de tales criterios y su aplicabilidad.

MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

En este capítulo se abordan los principales conceptos y perspectivas que ayudan en la comprensión del problema, dichos conceptos claves son: sustentabilidad, medio ambiente, sustentabilidad urbana ambiental, vegetación nativa y paisaje. En el desarrollo de este capítulo se encuentran la visión tanto histórica y teórica de los conceptos fundamentales que intervienen en el marco que delimita este trabajo. El objetivo de la aproximación a los conceptos y teorías en torno a la sustentabilidad es conocer los elementos que la integran, así como las vías para lograrla.

IDEAS Y CONCEPTOS EN TORNO A LA SUSTENTABILIDAD

Las tres grandes vertientes que comprende la sustentabilidad, según Morse (2010), son: la economía, la sociedad y el medio ambiente. Este trabajo se enfocará en la última vertiente, debido a que uno de los objetivos principales de la sustentabilidad, según Morse (2010), es mantener el flujo continuo de recursos naturales y estos sólo están presentes en el medio ambiente. Abordar la teoría que se desarrolla en torno a la sustentabilidad y su relación con la preservación del medio ambiente y de los procesos que intervienen en el desarrollo y permanencia de éste, ayudará a la comprensión de la necesidad de incluir criterios de sustentabilidad para la selección de vegetación que se utilice en el paisaje urbano de las ciudades desérticas.

El concepto de sustentabilidad ha sido ampliamente abordado por diferentes autores, los cuales lo separan del de desarrollo con el fin de hacerlo más crítico y dinámico. Faber, Jorna y Van Engelen (2005) comentan que el término de sustentabilidad fue introducido para hacer frente a los problemas que se estaban desarrollando entre la ecología global y el desarrollo económico. Edwards (2005) comenta que los precursores de la sustentabilidad surgieron a inicios del siglo XIX, con autores como Thoreau y Emerson, llamados Los Trascendentalistas. Thompson (2007), por su parte, señala que la sustentabilidad tiene dos principios básicos: sostener y prolongar; es decir, se puede llamar a algo sustentable mientras se mantenga en existencia por un prolongado periodo de tiempo.

Para el siglo XXI, Daly (2008) define a la sustentabilidad como la permanencia de la cantidad de utilidad per cápita de los miembros de una generación y el flujo físico continuo de los recursos naturales; con lo anterior se refiere a que todas las generaciones tienen el mismo derecho de contar con

la misma cantidad de recursos naturales y con ellos construir su felicidad. Como la felicidad no es materia, la sustentabilidad, según Daly (2008), debe enfocarse en el flujo de los recursos naturales.

Según la perspectiva de las ciencias naturales, Iracheta (1997) comenta que la sustentabilidad es la capacidad de producción de los ecosistemas vegetales y animales, a pesar de las distintas fuerzas internas y externas que interfieren. Anteriormente se creía que los recursos con los que se contaba eran ilimitados, por lo que los economistas no le prestaban atención a la disminución de la capacidad de producción que estaba sufriendo el medio ambiente; esto detonó el surgimiento del interés por la sustentabilidad, ya que al disminuir la entrada de recursos no habría la misma cantidad de ganancias. Aunque con la sustentabilidad se busca el beneficio tanto de la sociedad como el cuidado del medio ambiente, los políticos prestan más atención a los beneficios económicos (Morse, 2010), dejando de lado la búsqueda de la calidad de vida de las personas y el equilibrio ecológico.

De acuerdo con Agyeman, Bullard y Evanz (2003), con el discurso de la sustentabilidad surgieron dos tendencias: la sustentabilidad fuerte o difícil, implica que los recursos renovables no deben ser elaborados más rápidamente de lo que pueden reponerse de forma natural; y la sustentabilidad flexible o débil, acepta que ciertos recursos se pueden agotar siempre que puedan ser sustituidos por otros con el tiempo. Los problemas de la sustentabilidad flexible o débil radican en que es difícil otorgar un valor monetario al capital natural y no se toma en cuenta que existen algunos recursos que no pueden ser remplazados; en contraste, la sustentabilidad fuerte o difícil, sostiene que existen ciertas funciones o servicios del ecosistema que el medio ambiente provee que no pueden ser remplazados con el uso de tecnologías (Agyeman, Bullard y Evanz, 2003).

A pesar de las buenas intenciones de mantener en estado continuo o permanente los recursos naturales esto no puede ser posible, ya que según Daly (2008, p. 9) lo factible y primordial sería mantener el “valor de la longevidad y de la justicia entre generaciones, a la vez que se reconoce la mortalidad y los límites de toda cosa”. Lo importante será, entonces, avocarse a los recursos renovables para volverlos a introducir en el flujo de materia y dividir las afectaciones de los no renovables entre las siguientes generaciones (Daly, 2008).

Munier (2006) explica que existen dos principales teorías sobre la utilización de los recursos naturales; la primera, en la que son vistos sólo como un apoyo para cubrir las necesidades de la humanidad y son simplemente sustituibles; y la segunda, en la cual deben ser usados con respeto y protegiendo la biodiversidad existente. La segunda sería la más certera para el enfoque de

sustentabilidad en este trabajo, al promover el uso racional de los recursos; pero la primera acierta al decir que también es necesario el consumo de recursos para la existencia de la sociedad.

Por su parte, Faber, Jorna y Van Engelen (2005) definen a la sustentabilidad como el equilibrio entre el objeto y su medio ambiente, donde interactúan entre sí, sin perjudicarse o causarse daño. Por medio del reconocimiento de la necesidad mutua del equilibrio entre la sustentabilidad medio ambiental, social y económica, Walshe (2008) explica que se logrará la verdadera sustentabilidad.

Dentro del enfoque social de la sustentabilidad ésta se define como un conjunto de valores éticos y principios morales, los cuales deben guiar nuestras acciones para así lograr la visión de futuro que deseamos (Munier, 2006).

Edwards (2005) menciona el núcleo de la sustentabilidad contemporánea: las tres “E”. Primera “E”, ecología y medio ambiente; la preservación de los recursos naturales y su gestión, en cuestión de los planes a corto plazo con visión a largo plazo, la dependencia de la humanidad de los recursos naturales y la construcción de límites para el impacto de las actividades humanas en el ambiente. Segunda “E”, economía y empleo; es importante contar con empleo seguro para las personas, pero a su vez éste no debe poner en riesgo la salud de las mismas ni al medio ambiente, a fin de lograr así un capital natural, formado por los recursos, los sistemas de vida y servicios de los ecosistemas. Y tercera “E”, equidad e igualdad, donde el trabajo individual afecta a la comunidad y ésta a su vez al individuo; esta interdependencia ayuda a formar una cohesión social en la que se busca la cooperación equitativa de los integrantes de la comunidad para lograr la sustentabilidad.

La sustentabilidad representa la convicción de que las sociedades requieren adaptar patrones de vida más sustentables, lo que implica una movilización organizada de intereses tanto políticos como individuales; pero también, el cambio de los objetivos de las políticas de los gobiernos enfocadas en los valores de la sociedad y la democracia (Agyeman, Bullard y Evanz, 2003).

Para lograr las metas de la sustentabilidad, Edwards (2005) señala que se requiere de un catalizador, la educación, que llega a establecer valores que modifican la estructura de la sociedad a largo plazo y resuelve problemas globales. Riddell (2004) señala que a pesar de los principales objetivos de la sustentabilidad –asegurar que todas las necesidades de todas las sociedades y sus miembros se cubran, y que todo el desarrollo y la conservación sea sustentable en tiempo, desde el punto de vista social, económico y ambiental–, las nociones y discursos en torno a ella no son comprendidos por la brecha existente entre los países dominantes y el resto.

Se puede concluir entonces que uno de los objetivos principales de la sustentabilidad es mantener el equilibrio entre sus tres principales vertientes: la economía, donde la utilidad per cápita se constante y no esté en riesgo la felicidad de las generaciones futuras; la sociedad, con el impulso de un desarrollo integral basado en la educación y salud de los individuos y de su entorno; y el medio ambiente, donde se vea por la preservación de los diferentes procesos y ciclos que intervienen en la generación y flujo de los recursos naturales; pero también, fomentar el ahorro de los recursos naturales por medio de la implementación de criterios de sustentabilidad.

EL MEDIO AMBIENTE, BASE DE LA SUSTENTABILIDAD

La importancia del estudio del medio ambiente en este trabajo radica en que, según Morse (2010), el medio ambiente forma parte de las tres principales vertientes de la sustentabilidad, y para lograrla es necesario que la capacidad de producción de los ecosistemas se mantenga a pesar del impacto en el medio ambiente de las fuerzas externas provocadas por la acción del hombre (Iracheta, 1997).

Para comprender el concepto de medio ambiente es necesario conocer los orígenes del mismo; la primera voz, ‘ambiente’, se deriva del latín *ambiens-entis* que significa “que rodea o cerca”, pero también *ambiente* son las condiciones o circunstancias físicas, sociales, económicas, etc. de un lugar, una colectividad o época (Cancer, 2002). Así mismo González y Medina (1995, p. 25) lo exponen como “el conjunto de elementos que interactúan en un espacio y tiempo determinado”.

La segunda voz, ‘medio’, tiene dos significados: conjunto de circunstancias en las que vive una persona o un grupo humano, y elemento en el que vive o se mueve una persona, animal o cosa (Cancer, 2002). González y Medina (1995) también explican al medio ambiente como todo aquello que rodea a un organismo. En conjunto, al medio ambiente Cancer (2002) lo conceptualiza como el conjunto de elementos y circunstancias de todo tipo que rodean a los seres bióticos y abióticos.

Herrera y Morales (1993) comentan que el medio ambiente se encuentra dentro de un biosistema, el cual está formado por unidades vivas que se pueden relacionar entre sí, y además estas son susceptibles de formar parte de conjuntos más complejos. Dentro de su concepción funcional, Herrera y Morales (1993) definen al medio ambiente de un biosistema como el conjunto de factores que no le pertenecen pero que aun así están acoplados a los subsistemas del mismo; también se caracteriza por un conjunto definido de factores variables que interactúan para lograr el funcionamiento y organización de un biosistema.

Campos (2003) explica los dos componentes del medio ambiente, a saber:

- Abióticos: es el medio físico en el que existen los objetos o los seres, se compone por el aire, el contorno geográfico, el suelo y el agua.
- Biótico: comprende la materia orgánica no viviente así como las demás plantas y animales de la región, incluye la población específica a que pertenece el ser u objeto.

González y Medina (1995) especifican que los factores abióticos son aquellos que carecen de vida y de los cuales depende cualquier comunidad biológica, y abarcan a la energía (luz solar y temperatura), la presión atmosférica, el viento, el agua, el sustrato, las sales minerales y el fuego. También González y Medina (1995) definen que los factores bióticos son aquellos que tienen vida, ya sean organismos unicelulares u organismos pluricelulares, que además se clasifican en: autótrofos, los que pueden producir o sintetizar su alimento; y heterótrofos, los que no pueden producir su alimento y lo ingieren ya sintetizado.

Cano-Santana, Carabias, Meave y Valverde (2005) comentan que el medio ambiente afecta las actividades de los organismos y establecen las posibilidades de sobrevivir y de reproducirse. El medio ambiente se divide en dos: medio ambiente natural y medio ambiente social. El medio ambiente natural, está compuesto por cuatro sistemas interrelacionados: 1) la atmosfera, capa de aire que rodea y protege a la tierra; 2) la hidrosfera, masas de agua como los océanos, mares, lagos o ríos; 3) la litosfera, corteza de tierra que envuelve a la Tierra y su centro; y 4) la biosfera, la ‘envoltura’ de la Tierra, donde interactúan los seres vivos (Cancer, 2002).

Dentro de la *Ley de Ecología y Protección al Medio ambiente para el Estado de Baja California* (Gobierno de Baja California, 1992, p. 11), se define al medio ambiente como el “conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y tiempo determinado”.

Rau y Wooten (1980) definen al medio ambiente como la totalidad de factores físicos, sociales, culturales, económicos y estéticos que afectan al individuo y a la comunidad y en última instancia determinan su forma, el carácter, relación y sobrevivencia. Al igual que Cancer (2002), Rau y Wooten (1980) clasifican al medio ambiente; pero estos últimos lo dividen en cuatro:

1. Medio ambiente físico (natural y construido): en el entran el suelo, la topografía, la subsuperficie, las condiciones espaciales, condiciones climáticas, la vegetación, la fauna, las áreas naturales, uso de las tierras y características físicas del área, infraestructura y

servicios públicos, niveles de contaminación atmosférica, niveles de ruido y niveles de contaminación del agua.

2. Medio ambiente social: instalaciones y servicios de la comunidad.
3. Medio ambiente estético: proximidad, significado histórico, áreas escénicas, vistas, paisaje natural y características arquitectónicas de los edificios existentes.
4. Medio ambiente económico: niveles de empleo y desempleo, niveles de fuentes de ingresos, área de la base económica, propiedad de la tierra (privada, local, pública, del estado y federal) y valor de la tierra.

Si se considera al medio ambiente desde una perspectiva antropocéntrica, se puede decir que éste es el sistema vital resultante de los cambios que el hombre ha marcado en el medio ambiente natural. Los factores abióticos y bióticos actúan colectiva, integrada y simultáneamente, de tal forma que la acción de cada uno de ellos puede ser delimitada o condicionada por los restantes (Cancer, 2002).

Se puede concluir que el medio ambiente es el conjunto de elementos abióticos y bióticos que se encuentran relacionados entre sí, los cuales forman conjuntos más complejos. Los elementos abióticos son el medio físico donde se desarrollan los elementos bióticos como la materia orgánica no viviente, las plantas y los animales. Los factores que comprenden el medio ambiente no le pertenecen, pero dichos factores trabajan unidos con los subsistemas del medio ambiente; todos estos factores interactúan para que un biosistema se organice y funcione.

Ya que el medio ambiente es la base para la obtención de recursos naturales con los que la sociedad satisface sus necesidades, Thompson (2007) comenta que para la segunda mitad del siglo XXI la humanidad se dio cuenta de que su existencia depende de la continuidad de un complejo sistema de procesos naturales; y cuando los sistemas sufren demasiada demanda, su capacidad para soportar la vida indefinidamente puede ser dañada. Para que las actividades humanas puedan considerarse ecológicamente sustentables, no deben disminuir la capacidad de los sistemas de sostener la vida.

Leff (2007) argumenta que después de la crisis ambiental del siglo XX se empezaron a cuestionar las teorías y los paradigmas sobre el crecimiento económico y su desapego por la naturaleza, lo que generó la visión de la sustentabilidad ambiental como un criterio normativo con el fin de reconstruir el orden económico, además como una condicionante para la sobrevivencia de la humanidad y un soporte para lograr un desarrollo durable.

Así, dentro del *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012* (Presidencia de la República, 2007, p. 234) se define como sustentabilidad ambiental a la “administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras”, muy similar al concepto de desarrollo sustentable que se ha venido manejando desde 1987 en la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo o también conocida como Comisión Brundtland que expresa lo siguiente: “El desarrollo sustentable es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (United Nations; 1987).

A pesar del enfoque para el cuidado del medio ambiente presente en la sustentabilidad ambiental, no se puede separar o dejar de lado completamente de los temas económicos y sociales; ya que estos dos últimos son afectados directamente por la disminución de la capacidad de producción de recursos naturales. Por lo anterior, Bejarano (1998) comenta que los elementos que más influyen en la sustentabilidad ambiental se relacionan con las variaciones en las condiciones de rentabilidad, con los bajos precios de los productos y con el aumento del consumo de recursos. Las actividades económicas actuales actúan en sentido contrario a la sustentabilidad ambiental, al utilizar los recursos de manera desproporcionada a los límites de producción natural.

Por su parte, Jacorzynski (2004) hace referencia a la necesidad del mantenimiento del capital natural que plantea la sustentabilidad ambiental, en el sentido tanto de la producción de recursos como la absorción de los desechos generados por la sociedad. Jacorzynski además menciona que se debe mantener un equilibrio entre los elementos tóxicos depositados en el ambiente, su capacidad de absorción y el tiempo que le toma integrarlos al mismo; y que también es necesario que la cantidad de productos no renovables no sea mayor a la de los renovables.

Contribuir con la sustentabilidad ambiental es uno de los objetivos de este trabajo, lo cual se propone lograr por medio del uso de vegetación nativa y adaptada dentro del paisaje urbano.

LA SUSTENTABILIDAD DENTRO DEL MEDIO AMBIENTE URBANO

Existen al menos tres tamaños de centros urbanos: ciudades pequeñas, de 15 mil a 99 mil habitantes; ciudades intermedias de 100 mil a 999 mil habitantes; y ciudades grandes, mayores de un millón de habitantes (Aguilar, 2004). No sólo para que una ciudad se considere como tal, debe tener un cierto número de habitantes y de viviendas; también Montalvo (2007) comenta que deben contar con

sistemas de redes de agua potable y alcantarillado, así como de energía eléctrica, gas y teléfono, entre otras; todas estas forman la infraestructura urbana necesaria para que los habitantes de la ciudad puedan realizar sus actividades.

Choay (1994) argumenta que, según la visión funcionalista de Lynch, se construye una ciudad como un lugar de trayectorias conocidas en el que la legibilidad y la opacidad resultante creadas por la reestructuración de la ciudad dieron paso a una ciudad transparente. La metáfora textual revela la cuestión de la ciudad como la memoria de su gente, es decir, de la ciudad como registro de trazas permanentes como de la posibilidad de borrarlas.

Toca (1998) conjuga todos los conceptos anteriores al decir que la ciudad es una construcción colectiva, es la memoria material de una sociedad, es ahí donde conforma la cultura y la historia está inscrita en ella. Con el pasar del tiempo, las ciudades han surgido y se han transformado, junto a los ríos, en las costas de los mares, en las montañas y en la extensión de las llanuras; en los diversos climas y en diferentes circunstancias, junto con el poder de los hombres o de los grupos, ha determinado su forma, haciéndolas únicas e irrepetibles.

Los diferentes problemas ambientales que surgieron en el siglo XXI, además de las crisis económicas motivaron la crítica del modelo económico vigente; la mayoría de los daños realizados al planeta se originan dentro de las ciudades por la búsqueda de la satisfacción de comodidades anteriormente no requeridas (Riojas, 1999); por lo anterior, es en las ciudades donde se debe buscar implementar los principios de la sustentabilidad, el equilibrio entre las capacidades de producción del ambiente, la atención de las necesidades humanas, el tiempo de absorción de los desechos.

Desde que se asumieron los límites de producción y de tolerancia de la naturaleza, la sociedad empezó a implementar medidas preventivas y correctoras dentro de las ciudades para alcanzar los máximos niveles de sustentabilidad urbana ambiental posible, como son el reciclaje de basura, el uso de energías renovables y la potabilización de aguas residuales (Nebel y Wright, 1999). Para la construcción del concepto de sustentabilidad urbana, Iracheta (1997) describe la relación estructural que se presenta entre la sociedad y el medio ambiente, donde la sociedad transforma su entorno influenciado por las formas de producción y según sus necesidades en base al modelo económico vigente, y en donde el ambiente influye en el comportamiento de la sociedad. La sustentabilidad ambiental es, así, el equilibrio entre la capacidad de producción de recursos y de asimilación de residuos dentro de la naturaleza en un tiempo determinado (Thompson, 2007; Morse, 2010), por lo que la sustentabilidad urbana ambiental se entiende como el equilibrio entre la capacidad de producción de

la naturaleza y de asimilación de desechos producidos al cubrirse las necesidades que requiere la sociedad dentro del modelo económico vigente limitado por el tiempo de producción y asimilación del ambiente.

Evans y Theobalt (2003) comentan que uno de los requisitos de la sustentabilidad urbana ambiental es la administración urbana eco-eficiente, en la que se usan instrumentos efectivos de gestión, procesos y prácticas enfocados principalmente en el ahorro de recursos naturales. Gándara y Molinard (2009) explican que dentro de las ciudades se concentran fenómenos complejos, los cuales hacen difícil el análisis integral de los sistemas (educación, vivienda, gobierno, etc.) y subsistemas que las componen, observando las dimensiones de una ciudad: territorio, ambiente, economía y sociedad, se puede proteger el consumo de recursos como: agua, alimento y energía que cada sistema requiere. También Evans y Theobalt (2003) hacen referencia a la necesidad de un nuevo enfoque en la formulación de las políticas hacia uno holístico e integrador que deje atrás la administración de recursos tradicional y que este mas allá de los intereses particulares.

Dentro de las ciudades, Iracheta (1997) comenta que la sociedad ha abusado de los recursos naturales al no respetar los tiempos de producción y al no conservar los ecosistemas en los cuales se edificaron estas ciudades, por lo que es necesario implementar mecanismos que formulen, implementen y evalúen las políticas sobre la capacidad del medio ambiente, indicadores de sustentabilidad y análisis de impacto ambiental (Evansy y Theobalt, 2003).

De acuerdo con Gándara y Molinard (2009), si una ciudad no cuenta con recursos necesarios (como el agua y la tierra cultivable) puede desaparecer y puede considerarse sustentable o no dependiendo del uso que haga de los recursos; algunas de las medidas para alcanzar la sustentabilidad urbana ambiental son: la generación y el uso de la energía, las diferentes medidas para su ahorro, uso de energías alternas y eficientes; la disminución de la cantidad de residuos y su adecuado tratamiento (reúso, reciclaje y disposición final); funcionamiento adecuado y eficiente de los servicios públicos; el uso racional en tiempo y forma del territorio; y la movilidad urbana enfocada a los medios colectivos y alternos de transporte.

En resumen, las ciudades se deben considerar como un todo, como una compleja red de sistemas que interactúan y dependen uno del otro, por lo que se deben cuidar los recursos naturales, económicos y humanos que se utilizan para darle vida. La capacidad de producción no debe ser excedida por el consumo de recursos, así como el tiempo en que son estos reintegrados a la naturaleza debe ser menor o igual al tiempo que le toma volverlos a producir. También son necesarios, cambios

en las políticas que rigen el sistema económico de las ciudades, para que el cambio sea holístico y ayude a lograr la sustentabilidad urbana ambiental.

EL MEDIO AMBIENTE EN LAS CIUDADES DESÉRTICAS

Entre las configuraciones del medio ambiente, las que tienen que ver con el desierto son las que se tratarán en este trabajo, debido a que el área de estudio se encuentra catalogada dentro de la región del Desierto de Sonora (Vilchis y Baeza, 2006).

Cuando se escucha la palabra *desierto* se viene a la mente un lugar desolado, sin personas ni vegetación; sin embargo, hablar de zonas desérticas es referirse a los lugares del planeta que cuentan con características climáticas donde la precipitación anual es muy escasa, a diferencia de la radiación solar que es muy alta inclusive en el invierno; en estas zonas la absorción de la luz solar es baja, se refleja la mayoría de la luz; esto da como resultado temperaturas ambientales altas que llegan hasta los 55 °C en el verano; pero en el caso del invierno se puede llegar hasta los 0 °C o menos. Otra característica importante de las zonas desérticas es la presencia de vientos fuertes con arenas que llegan a limitar la visión humana varios metros, y que se presentan durante la primavera e inicios del verano, siendo más fuertes durante el día. Todas estas características se reflejan en la dificultad de producción de alimentos, por lo que la fertilidad en estas zonas es muy baja (Popolizio, s/f; Landsberg, 1984).

Landsberg (1984) comenta que las zonas desérticas comprenden un tercio de la tierra del globo y contienen el 10% de su población; el clima prevaleciente impone grandes limitaciones en el agua y el alimento disponible, ya que la precipitación es muy variable y los recursos hidrológicos son intermitentes y no confiables. Venegas (2004, p. 41) da una definición más técnica sobre la clasificación en el sistema Köppen de zonas desérticas, donde el clima es “muy árido o muy seco, con tendencia a seco, desértico cálido, con lluvias de invierno y muy extremoso, con temperatura media anual de 22°C, precipitación media anual de 54.2 mm y oscilación térmica anual de 17.7°C”. La clasificación de desértico inclusive se puede dar con base en la proporción de la precipitación y la evaporación que se tiene: en este caso la evaporación es mayor que la precipitación (Aiello y Yellot, 1984).

Landsberg (1984) explica que las zonas desérticas se encuentran en nuestro planeta a lo largo de dos franjas paralelas al ecuador entre los 25° y los 35° de latitud, en ambos hemisferios. El bioma de desierto puede definirse climatológicamente como la suma de todas las zonas desérticas e hiperáridas

del mundo; biológicamente, como las ecorregiones que contienen plantas y animales adaptados para sobrevivir en medios áridos; y físicamente, como amplias zonas contiguas con grandes extensiones de suelo desnudo y escasa vegetación.

El tipo de erosión que se presenta en las zonas desérticas es conocida como meteorización física, causante del desprendimiento del suelo, tanto de las laderas como de superficies planas, y que genera taludes y puede producir la fácil conducción del agua de los ríos. Las formas predominantes de la topografía se deben a los desprendimientos de bloques y detritos cerca de las laderas, que generan formaciones independientes o conjuntas; dentro de estas áreas también se encuentran grandes porciones planas, por lo que también son propensas a generar inundaciones (Popolizio, s/f; Venegas, 2004).

El conocimiento que se tiene acerca de las características climáticas y de meteorización de las zonas desérticas lleva a conocer el tipo de suelo que ahí se tiene, el cual debido a la poca precipitación y agua presenta problemas para desarrollar el suelo. Aquí se presentan los suelos aridisoles, de textura gruesa, permeable y sensible a la erosión; también tienen un color ocre y generan poca fertilidad. La presencia de áreas salinas se da relacionada con la sequedad que se presente en la región, pues este ensalitramiento no se presenta en toda la región sino en partes aisladas; además de las áreas de salitre se presentan grandes extensiones de suelos esqueléticos, y la vegetación que se llega a dar en estas zonas lo hace en forma de cubrepisos o con plantas rastreras (Popolizio, s/f; Venegas, 2004).

La vegetación nativa es uno de los elementos que ayudan a distinguir un paisaje de otro. Se considera como vegetación nativa aquella que nace naturalmente, la que pertenece o es relativa al lugar donde haya nacido (Fraume, 2007). Existen dos argumentos sobre el origen de la vegetación nativa; el primero, funcional, que se basa en la adaptación, y explica que cada especie de taxón va adaptando su forma a las características del medio donde se desarrolla, elimina a los elementos que no pueden adaptarse y mejora a los que pueden seguir; el segundo, geográfico, establece que las especies pueden vivir en el lugar adecuado para desarrollarse y descartan localizarse en un sitio que no es óptimo para ellas (Gould, 1998).

La vegetación nativa, según comenta Gould (1998), incluye aquellas especies que encontraron su camino, evolucionaron en dicho lugar hasta hacerlo suyo; esto no significa que exista alguna superioridad frente a otras especies no nativas, ya que hay casos en que las especies nativas son desplazadas por las especies invasoras. Aquella vegetación que arriba primeramente a un lugar y es capaz de mantenerse y prosperar es la nativa de dicho lugar, la capacidad que tienen algunas especies

para adaptarse a las diferentes características del suelo y del clima del lugar indican que son mejores para la adaptación que otras.

La introducción de especies exóticas (no nativas) contribuye a la extinción y al descenso en el número de especies nativas de un lugar; así como al cambio de uso de suelo de natural a agrícola o habitacional, y la contaminación contribuye a la degradación de la vegetación nativa. En este sentido, Segura (2005) señala que el fomento del uso de la vegetación nativa ayuda a mitigar, remediar y disminuir los problemas ambientales de las ciudades que las utilizan; también se puede ayudar con vegetación no nativa (adaptada), la cual debe compartir ciertas características para poder cubrir las necesidades, como son altas posibilidades de sobrevivencia y disminución de requerimiento de mantenimiento tanto en materiales como en horas hombre.

Gould (1998) comenta que el uso de vegetación nativa ayuda a proteger el patrimonio natural y le proporciona un hábitat a la fauna silvestre; también puede reducir el uso de los fertilizantes, plaguicidas y a disminuir la demanda de riego y costos que se asocian al uso de vegetación no nativa.

Las características adaptativas de la vegetación nativa se pueden observar aún en nuestros días, y una de los tipos de flora con más particularidades es la de zonas desérticas. Al igual que las plantas de otras zonas geográficas, las desérticas requieren de agua y debido a los problemas de escasez de este líquido que se presenta en el mundo, el cuidado de este recurso es necesario para que las diversas especies de plantas se puedan generar (Venegas, 2004; Aronson, 2008).

La vegetación que se presenta en las zonas desérticas ha sufrido modificaciones tanto física y morfológicamente: las plantas crecen sus raíces lo más profundo que pueden en búsqueda de mantos húmedos o las extienden para cubrir más superficie. Muchas de las plantas han cambiado las hojas por espinas y se cubren con alguna cera para evitar la transpiración, además de que utilizan vistosos colores para provocar que los insectos las toquen y así se polinice el mayor número de semillas.

Las áreas de estepas se dan cuando las zonas de precipitación permiten el crecimiento de vegetación en forma de matorral; pero cuando se llega a presentar un río en estas zonas, la vegetación adquiere características especiales (Popolizio, s/f). Como toda especie viviente, la vegetación de las zonas desérticas se ha adaptado a las características climáticas que se presentan en la región, es por ello que cuentan con morfología diferente a las de climas templados o húmedos.

La vegetación nativa de las zonas desérticas cuenta con tres niveles de adaptación y estrategias de ciclo biológico: 1) eludir la sequía, 2) tolerancia a la sequía, y 3) succulencia. Así, se generan bulbos y plantas anuales; las hojas son más pequeñas para evitar la transpiración o mantener una situación de

letargo cuando no hay agua por largo tiempo y almacenar la mayor cantidad de agua en el interior; y las plantas anuales sobreviven como individuos utilizando flores, donde sus semillas son movidas por el aire y renacidas en épocas de lluvia, mientras que los bulbos permanecen cerrados la mayor parte del tiempo y sólo se abren en temporadas de lluvia pero sus bulbos interiores permanecen protegidos por la tierra y absorben nutrientes de ella (Aronson, 2008).

Tanto los árboles como los arbustos de estas áreas no son de color verde brillante sino más bien de un verde grisáceo mate para reflejar más luz; sus hojas son pequeñas, algunas en forma de agujas, tienen pliegues, escamas en las hojas, recubrimientos resinosos y hasta texturas en forma de pelos, para evitar la transpiración. Además, las posiciones tanto de las hojas como de la forma del árboles y arbustos son geométricas para autoprovocarse sombra, y las raíces no son profundas pero sí anchas para absorber más rápidamente el agua en temporada de lluvias. En el caso de las suculentas, las hojas generalmente son de forma redonda para minimizar el área de soleamiento así como para almacenar agua debajo de su piel sedosa casi impermeable, y su tamaño va desde unos centímetros hasta 4 metros (Aronson, 2008).

Alcaraz (2009) identifica otras características de la vegetación nativa de las zonas desérticas: una de ellas es que el jugo celular de las plantas está concentrado, y entre menos lluvia se tenga más será la distancia entre cada una de las plantas; otra es que la vegetación cuenta con diferentes formas para concentrar la poca agua que obtiene, ya sea por medio de escorrentías que se forman y por la evaporación; además, un suelo rocoso retiene 100% más agua que un arenoso, que retiene un 90%, a diferencia del arcilloso que retiene un 50%; aparte de las dificultades para obtener y retener agua, la vegetación de dichas zonas tiene que enfrentarse a la salinidad que se presenta en muchos casos; y se llegan a producir plantas con un crecimiento lineal con precipitaciones (1000 Kg/Ha por cada 100 mm).

Respecto de la vegetación de la zona del Mexicali, Venegas (2004, p. 42) dice que:

En la provincia se distinguen varias subunidades que concuerdan con las características de las comunidades vegetales presentes, por ejemplo: las planicies de Sonora-Arizona, en las cuales dominan especies con una fisonomía de sarcocaula, cactus columnares y hojas micrófilas; en la subunidad del Bajo Delta del Colorado (actualmente el Valle de Mexicali y Valle Imperial), especies adaptadas a vivir en ambientes lacustres y palustres, formando humedales o especies que soportan una napa freática muy alta.

La vegetación de zonas desérticas se ha adaptado al clima extremo con formas caprichosas, colores secos, flores muy atrayentes que llaman la atención de insectos y animales que ayudan a la polinización; con hojas pequeñas, que buscan minimizar la transpiración y generar autosombreado; y con raíces no muy profundas, pero sí anchas en la búsqueda de obtener más líquido para guardar y así vivir en las condiciones climatológicas tan extremas del desierto. La vegetación nativa es uno de los definidores más importantes de todos los tipos de paisajes.

EL PAISAJE DESÉRTICO, RESULTADO DE UN MEDIO AMBIENTE ÚNICO

Las características fisiográficas del suelo y las particularidades de la vegetación nativa intervienen en la formulación del paisaje desértico; debido a lo anterior, es importante el desarrollo de este tema para la comprensión del campo del problema que se está tratando en este trabajo.

Desde un punto de vista histórico, los primeros conceptos del paisaje se remontan a las épocas de inicios de grandes guerras, donde el conocimiento de las áreas a conquistar y el terreno de combate eran necesarios para las batallas. Después, durante los siglos XIII al XIV los pintores venecianos se encargaron de retratar estos detalles de una forma sublime, dando a conocer al público la belleza de las diferentes regiones que pintaban. En la época de los siglos XV y XVI, con el conocimiento de la perspectiva y el manejo más profundo de los objetos de la composición artística, los autores provocaron la construcción de elementos más abstractos. Con estos avances en la pintura el paisaje entonces podía ser recorrido por el observador como si lo observara en vivo; pero con los cambios en las actividades humanas la forma de observar el paisaje ha cambiado y se ve influenciado por el nivel educativo que posee el observador, así como por los rasgos culturales y económicos (Aguilar, 2006).

Las características naturales que posee el paisaje hacen que cada representación tanto pictórica como literaria de éste sea diferente y única a la vez; los autores de estas obras analizan y estudian los elementos que componen el paisaje, tanto de manera individual como de conjunto para así representar adecuadamente la imagen (González Bernáldez, 1981).

Jellicoe G. y Jellicoe S. (2000) dan una descripción histórica de la percepción y el concepto de paisaje, donde el proceso evolutivo que vivió el hombre fue el reflejo de los cambios en el paisaje que habitaba; conforme las montañas crecían, surgían los ríos, se incrementaban los mares, todos estos cambios hicieron que se modificara el paisaje que conocieron los primeros hombres, quienes a su vez modificaron sus cuerpos para poder correr, cazar y protegerse tanto del clima como de los animales

que los acechaban. Para los hombres de estas épocas fue tan nuevo el paisaje como para un viajero que llega a un nuevo horizonte; sin embargo, a diferencia de los hombres de la antigüedad, este viajero tiene bases comparativas para descifrar los componentes del nuevo paisaje a partir de los conocimientos que tenía del anterior que habitaba, mientras que el hombre antiguo utilizaba sólo sus instintos para guiarse y protegerse. Las pinturas rupestres son los primeros indicios de la percepción del paisaje, son el reflejo de los conocimientos que se tenían en esos momentos sobre las características simbólicas del paisaje del hombre antiguo.

Holahan (2003) y Laurie (1983) comentan que el paisaje se forma cuando el hombre se adentra en un espacio definido del mundo y percibe mediante sus sentidos los componentes espaciales de la zona donde está: cada una de las formas del suelo, sus colores, sus olores, las texturas, también el tipo de vegetación que ahí existe, inclusive la presencia o ausencia de agua le ayudan a formarse un mapa mental, que no es más que una imagen mental que cada individuo se forma a través de captar, organizar, almacenar, recordar y descifrar información tanto de la ubicación como de las características del ambiente que recorre día a día. De esta manera hace suyo el espacio, dándole un valor a cada componente dependiendo de la importancia ambiental y sociocultural. Cada persona se forma su propio mapa mental del paisaje que habita, a pesar de esto, muchas de las características del paisaje son compartidas en los mapas mentales de las personas que viven en una localidad, por lo que con el pasar del tiempo se forma un paisaje colectivo, un paisaje que los une y los diferencia de otras áreas con características paisajísticas diferentes.

Cada uno de los componentes del paisaje tiene su significado e importancia, ya sea personal o colectiva, por lo que estos significados se transforman en símbolos. Dentro del proceso de percepción del paisaje el individuo se ve claramente influenciado por éste; a partir de la convivencia que se tiene diariamente, el paisaje forma a las personas y estas a la vez dentro del marco del paisaje construido por el hombre influyen y cambian el paisaje mismo (Aponte, 2003). Generación tras generación se va arraigando el paisaje que se vive, dentro del paisaje se ven volcados valores humanos como el amor y el sentido de pertenencia a dicho paisaje, que va creciendo y cambiando con los seres humanos (Aronson, 2008).

Cosgrove (2002) argumenta que el sentido de la vista es primordial para conocer y asociar el paisaje a las actividades diarias, y que éste es un espacio delimitado geográficamente por características físicas similares; además, en él se vierten imágenes con sentido histórico de relevancia para las personas que lo reconocen como paisaje único y diferente a los demás. Para reconocer a un

paisaje se requiere percibirlo mayormente con la vista, aunque también es necesario el conocimiento de los componentes que lo diferencian de los demás, por lo que el paisaje no sólo es una visión sino un conjunto de ideas bien definidas.

Para González Bernáldez (1981) el paisaje es información que recibe el hombre de su entorno ecológico; dicha información en su mayoría se obtiene a través del sentido de la vista pero también por medio de los demás sentidos; la información que se puede obtener para cada punto, célula (o unidad de muestreo) del espacio paisajístico-geográfico, es multidimensional en el sentido de que se refiere a aspectos o punto de vista diferentes (descriptores).

Anteriormente se definió la interpretación del paisaje como el paso del fenosistema, lo que se puede percibir con los sentidos (todos aquellos macros y microorganismos que forman parte de un geosistema), a un criptosistema subyacente que podía contener retazos de épocas muy diversas, cada una de las variables formas que se generaron por cambios en la Tierra, y que son la base para que se desarrollen los fenosistemas (González Bernáldez, 1981). Para comprender el geosistema es necesario poder distinguir sus componentes: el fenosistema, que es el conjunto de componentes perceptibles en forma de panorama, escena o paisaje; y el criptosistema, que es un complemento de más difícil observación (González Bernáldez, 1981).

En un sentido geomorfológico, Morláns (2005) define al paisaje como el aspecto general de una región, determinado por el conjunto de geoformas, aquellos relieves tallados o contruidos sobre un sustrato, resultado tanto de la erosión como de la acumulación de sedimentos sobre los relieves emergidos de las áreas continentales. La geoforma comprende todos los elementos vinculados con la morfología de la superficie terrestre: clima, relieve, litología, geomorfología, suelos y cubierta vegetal con su fauna asociada. Este autor explica al paisaje como una porción del espacio geográfico, homogéneo en cuanto a su fisionomía y su composición, con patrones de estabilidad temporal resultado de la interacción compleja del clima, las rocas, el agua, el suelo, la flora, la fauna y las actividades humanas, es reconocible y diferenciable entre otras vecinas de acuerdo con un nivel de análisis espacio-temporal.

Así como ha cambiado la forma de vivir del hombre, ha cambiado su concepto del paisaje. Radding (2005) explica que el paisaje es el resultado de un proceso ecológico y cultural, donde los cambios en el medio ambiente afectan a la cultura que lo habita y por consiguiente la modifica. Para que un paisaje sea concebido como tal, requiere que sea un espacio vivido, observado y/o explorado por el hombre, dentro de un lapso de tiempo determinado. Steenbergen y Reh (2001) manifiestan que

para poder comprender el concepto de paisaje primero se tiene que desarrollar el entendimiento de la naturaleza, el tiempo y el espacio del que se esté hablando; también reafirman la explicación de Radding al decir que la formulación del concepto personal y grupal del paisaje depende del contexto tanto cultural, científico y social al que se pertenezca.

Es así como el hombre y la sociedad a la que pertenece se crean las imágenes que los ayudan a conocer, dirigirse y formarse un paisaje, generando a la vez símbolos que los ayudan a identificarse a sí mismo y diferenciarse de otros (Steenbergen y Reh, 2001).

Steenbergen y Reh (2001) coinciden con González Bernáldez y Morláns al concluir que el paisaje es una estructura formada por diversos sistemas que interactúan entre sí en un tiempo, siendo éstos el resultado de varias series de transformaciones tanto funcionales como morfológicas. Para Martignoni (2008) el paisaje es el resultado de un proceso de transversalidad, entre los componentes políticos, económicos, sociales, estéticos y filosóficos de un lugar específico y los componentes de la naturaleza y las diversas modificaciones que la cultura le ha realizado. El paisaje se vuelve un proceso evolutivo y cambiante al desarrollarse también en un lugar y un tiempo definido, por lo que dicho concepto se encuentra en constante cambio. En el *Convenio Europeo del Paisaje*, el Consejo de Europa (2000, p. 2) define al éste como “cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos”.

El paisaje es un recurso natural muy valioso y su apreciación depende de la formación educativa y de sensibilidad que se tenga; esta valoración no sólo es estética, también tiene elementos históricos y simbólicos para la sociedad que lo vive. El paisaje como plataforma de las actividades humanas se pensaría que es estático pero no es así, ya que está conformado por diversos sistemas y estructuras que generan interacciones que a su vez están siempre en un continuo movimiento, por lo que el paisaje es dinámico (González Bernáldez, 1981). Trujillo (2000), dice que el conocimiento del paisaje es bueno para que el hombre sepa dónde vive, cuál es su casa, quién es él mismo y para que no se pierda ni se confunda.

En síntesis, se encuentra que existen diversos paisajes, correspondientes a las ideas que sobre él se tengan; sus componentes son tan similares y a la vez tan diferentes, frágiles y fuertes, dinámicos y estáticos, que cambian día a día; las personas perciben estos cambios y se forman un nuevo paisaje, que a la vez compite y se integra a los anteriores, se ve influenciado por los elementos históricos, socioculturales y económicos; en fin, es un reflejo de los valores humanos que se viven en el momento en que se percibe el paisaje. A pesar de los cambios en la concepción del paisaje, éste integra

conceptos y valores inmutables, como son la unidad por características similares de los elementos de la región que comprenden el paisaje que se está describiendo y que a la vez ayudan a diferenciarlos de otros; con esto el hombre se puede dirigir dentro de dichos espacios, sabiendo donde está cada elemento. A su vez, el paisaje influye en la integración de la cultura y la ubica dentro de una región geográfica determinada.

Con respecto a los paisajes desérticos, una parte de estos ocupan sierras o relieves abruptos, que fueron formados por regímenes torrenciales de precipitaciones. Pero también, muchas otras zonas ocupan relieves suaves o alomados (Enríquez, 2009). De ello se puede deducir que en el paisaje desértico, el relieve es un elemento fundamental debido a la escasez de vegetación.

Dentro del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA (2006) se señala que los paisajes desértico son diversos, algunos se encuentran sobre una capa llana de rocas cristalinas antiguas endurecidas a lo largo de millones de años, lo que produce desiertos llanos de roca y arena, mientras que otros son el producto de movimientos tectónicos más recientes y tienen forma de plegamiento, que posteriormente se convirtieron en paisajes rugosos de montañas rocosas que se elevan sobre planicies sedimentarias de tierras bajas.

El paisaje desértico se presenta en zonas donde la vegetación es casi nula y esto se debe a la aridez que está presente en el suelo, la cual se asocia a la escasez de agua que se da por el promedio de lluvia anual presente en estas zonas, y que es de 0-400 mm (Alcaraz, 2009; Enríquez, 2009).

Otra característica del paisaje desértico es la presencia de sales en el suelo, que dificultan o impiden la absorción del agua por las raíces de los vegetales. Al aumentar la salinidad también se aumenta el potencial osmótico del suelo, lo que disminuye la disponibilidad de agua para la planta, pues el agua fluye de la disolución más concentrada a la menos concentrada, y al aumentar la presión osmótica del suelo el agua fluye de las células al suelo, desecándolas; en lugar de al revés, absorbiendo agua (Enríquez, 2009).

Se podría pensar que debido a las características presentes en las zonas desérticas, como son las altas temperaturas, los suelos pedregosos y secos, no se podría dar vegetación; no obstante, Enríquez (2009) expone que en las zonas desérticas no existe la posibilidad del desarrollo de bosques, pero la vegetación más evolucionada posible son los matorrales, a menudo bajos pero enormemente diversos, ricos en endemismos y, por ello, singulares, además de mucho más localizados.

“En las regiones desérticas la cobertura vegetal está tan poco desarrollada que el paisaje viene determinado por las rocas y la geomorfología” (Alcaraz, 2009, p. 7). De acuerdo con Alcaraz (2009), algunos tipos de paisajes desérticos son (ver figura 2):

- Calderas: la vegetación que ahí se da depende de la textura y el grado de salinidad del suelo, ya que normalmente se les conoce como playas, schotts, sebchas, etc., el suelo es en hondonadas y la textura es fina.
- Desiertos de arena: la vegetación se da sólo si el suelo que lo compone (arenas) está inmovilizado.
- Desiertos de guija: se les conoce también como pavement, reg oserir y la vegetación se da relativamente bien.
- Desierto de piedra: la vegetación es casi ausente y se les conoce también como gobi o hamada.
- Valles secos: la vegetación sólo se da en márgenes y se les conoce también como ramblas, riviére, uadi, etc.
- Zonas arcillosas sometidas a inundaciones: la vegetación presente son algas y terofitos y se les conoce también como takiri.
- Zonas en las que aflora agua no salina: la vegetación es exuberante y se les conoce también como oasis.

Figura 2. Tipos de paisajes desérticos.



Calderas



Desiertos de arena

Figura 2. Tipos de paisajes desérticos (continuación).



Desiertos de guija



Desierto de piedra



Valles secos



Zonas arcillosas sometidas a inundaciones



Zonas en las que aflora agua no salina

(Elaboración propia con base en Alcaraz, 2009).

Landsberg (1984) se refiere al paisaje desértico como un lugar difícil de habitar, ya que en él se encuentran grandes áreas de dunas y tierras sueltas que con los fuertes vientos que se presentan ahí les dificulta la vista a sus habitantes, y no sólo eso, también estos materiales se introducen por los

oídos y la boca, es por ello que en muchas culturas que se localizan en este tipo de zonas se puede observar la utilización de velos o alguna prenda que ayude a evitar que la arena les moleste mientras realizan actividades diarias. Al llegar el poco riego de las lluvias, la limitada vegetación se enverdece, pero al pasar estas épocas vuelven a tomar sus colores secos y moteados. La vegetación que se da en los ríos de las zonas desérticas llama la atención por formar cadenas de imágenes que no se presentan en el demás paisaje: estos árboles generan sombras, un elemento anhelado por los habitantes de las regiones secas y calurosas.

Aronson (2008) menciona que “el temor ante una tierra vacía y sin árboles puede tornarse en amor misterioso por ese gran vacío” (p. 60); describe así el sentimiento que puede generar en nosotros el paisaje desértico; a pesar de la ausencia de elementos, también es cierto que la luz que se presenta en el paisaje desértico tiene la habilidad de generar grandes sombras, respuesta natural a las diversas formas de las dunas, las montañas y/o cualquier mínimo elemento que en verdad resiste las altas temperaturas, los azotes de los vientos o cualquier dificultad que en la región se presente. No sólo la luz llama la atención en este paisaje, también lo hace el tipo de suelo, lleno de rocas, pedruscos y arena; estos elementos hacen difícil el surgimiento y crecimiento de la vegetación pero, por ello, también las formas, colores y texturas de las plantas de este paisaje son tan peculiares (Aronson, 2008).

Los paisajes desérticos cuentan con elementos como otros paisajes, montañas, ríos, lagos, valles; pero estos elementos tienen características muy especiales que los diferencian de todos los demás, como son las altas temperaturas, la poca lluvia (algunas veces torrenciales, pero duran cortos períodos de tiempo), las arenas presentes y las características endémicas de su vegetación y fauna.

EL PAISAJE URBANO DESÉRTICO

De acuerdo con Green (1984), cuando se hace referencia al paisaje urbano, vienen a la mente imágenes de calles llenas de gente, de grandes edificios, muchos anuncios publicitarios, tráfico de vehículos y un sinnúmero de imágenes que unidas conforman lo que se llama paisaje urbano; sin duda, para cada persona estas imágenes tienen sus rasgos específicos; pero aun así, los rasgos más fuertes se repiten en todas las imágenes.

Para que exista un paisaje urbano es necesario que exista primero un paisaje natural, ya que éste es la base del primero. Anterior al paisaje urbano, la forma de sus montañas, la dirección de sus ríos, la localización de los lagos y todos los componentes del paisaje natural definían la ubicación de

las formas urbanas, hasta la características de la arquitectura que se usaría; pero ahora, con el uso de la tecnología se pueden modificar las formas del suelo y las direcciones de los ríos, y cualquier otra cosa que intervenga en la forma que interesa. Todo esto crea paisajes urbanos muy caprichosos que ya no se integran al paisaje natural, como anteriormente lo hacían.

La unión entre las formas y características del paisaje natural como son las montañas, los ríos, los lagos, los desiertos, los valles, etc., y del paisaje construido como las carreteras, las viviendas, los diferentes tipos de edificios y las plazas, son lo que conforman el paisaje urbano, la unión entre lo natural y lo artificial, siempre con la existencia de los seres humanos quienes son los que realizan estas modificaciones y además aprecian y viven todos los cambios que realizan al paisaje natural y al paisaje urbano (Laurie, 1983).

González Bernáldez (1981) comenta que el paisaje urbano cuenta con marcas de las actividades cívicas-sociales anteriores y algunas veces influencias de otras civilizaciones. Los primeros paisajes urbanos se formaron dentro de las iniciales zonas agrícolas y ganaderas, al reunirse un gran número de personas y modificar su entorno, lo que dio origen a áreas habitacionales, de recreo, de legislación, de servicios, de movilidad, y sobre todo de trabajo y educación. Holohan (2003) menciona que una de las características del paisaje urbano es la densidad de población, la cual puede ser vista desde dos puntos: uno positivo, que sería la gran cantidad de personas para realizar actividades diversas; y otro negativo, que es la posibilidad de generación de problemas sociales por la alta densidad, hasta llegar a la carencia de recursos naturales que son necesarios para la sobrevivencia de los usuarios del paisaje urbano.

El paisaje urbano genera gran influencia en las personas que lo viven y viceversa, todas las imágenes y las formas que se tienen dentro del paisaje urbano generan ciertas reacciones en el comportamiento de las personas y a la vez, estas reacciones cambian el entorno de los habitantes de las ciudades (Green, 1984). Por lo anterior, se puede deducir que las imágenes que conforman el paisaje urbano no son siempre las mismas, están en constante cambio y sufren diversas modificaciones.

Tanto para la creación como para la valoración del paisaje urbano es necesaria la existencia del hombre, como modelador de este espacio y principal habitante (Toledo, 2006). El hombre afecta al paisaje natural según sus gustos y necesidades, éste con el tiempo cambia a urbano y refleja la historia y evolución de la comunidad que lo modificó, y dependiendo de qué zona del paisaje urbano se hable, esta nos dice que nivel socioeconómico y cultural tienen sus habitantes. El paisaje urbano es el principal reflejo de la calidad de vida que tienen sus habitantes, éste es tan diverso que se estudia desde

diferentes aspectos que influyen a la sociedad, como son el psicológico, el social, el ecológico y el de desarrollo; es por esto que el paisaje urbano ha de ser considerado como un concepto holístico, por la mutua correspondencia de la influencia entre el paisaje urbano y la sociedad (James y Gittins, 2007).

De acuerdo con Bazant (2008), un paisaje urbano tiene una gran complejidad, ya que lo conforman una gran variedad de signos y de escenas, tales como las orientaciones de las calles, la texturas de las mismas, lo alto de los edificios, los colores de la vegetación y sus olores, las fuentes de agua y los sonidos que de ellas emanan, etc.; todo esto enriquece el paisaje urbano, al producir la complejidad de los componentes de las imágenes que cada persona vive; con lo anterior se van conformando las memorias tanto visuales, olfativas, táctiles, auditivas y gustativas, hasta cinestésicas que ayudan a generar la imagen central del paisaje urbano que los habitantes de una zona crean en su mente. Además, el paisaje urbano está relacionado con la identidad cultural que se vive en dicho momento del que se está hablando, pero también de fechas pasadas, ya que en él se llevaron a cabo los hechos históricos de mayor relevancia para la sociedad. Incluso, en el propio paisaje urbano se encuentran divisiones que las mismas culturas realizan; en sus lugares de trabajo, de vivienda, de recreación o de servicios efectúan cambios que modifican las características visuales de la composición base, esto genera un enriquecimiento del paisaje urbano (Cosgrove, 2002).

Según Aguilar (2006), el medio principal de percepción tanto del paisaje natural como urbano es el sentido de la vista; también Aguilar dice que el paisaje urbano son aquellas áreas que son delimitadas tanto por la naturaleza como las acciones que lleva a cabo el hombre en él, y su estudio se ha dividido en cuatro corrientes. La primera, estética y artística, que refleja el sentido espiritual del paisaje; la segunda, el aspecto ecológico, donde para el equilibrio entre las especies y el hombre es necesario también el estudio del comportamiento de los humanos dentro de los ámbitos urbanos; el tercer caso es el social, donde se descubren los niveles de poder y de interacción que se forman dentro de la urbe y la forma como los grupos sociales se apoderan de un lugar y lo hacen suyo, marcándolo y modificándolo de acuerdo con sus necesidades e ideales; y por último, el aspecto económico de suma importancia, ya que este influye profundamente las actividades de la sociedad y por ende las modificaciones que se le hacen al paisaje. De las anteriores corrientes, este trabajo se ubica en la segunda, el aspecto ecológico, debido a que uno de los objetivos de la sustentabilidad es mantener el equilibrio ecológico dentro de los espacios urbanos.

Se puede observar que el paisaje urbano se compone de elementos naturales y culturales, ya que es necesario tanto la existencia de un espacio que en su momento fue natural y el de una

comunidad que con el tiempo fue modificando dicho espacio; esta comunidad fue influenciada por los elementos que conformaban el paisaje natural, como son: los ríos, los lagos, los desiertos, las montañas, los valles, los mares, etc.; y a su vez, la cultura que se formó en dicho espacio modificó el suelo y las imágenes que anteriormente tenían, generando un cambio de lo natural a lo urbano debido a las complejidades de los elementos estructurales y sociales que se produjeron. El paisaje urbano es el escenario donde se refleja el desarrollo de los niveles sociales, culturales, educativos, históricos y ecológicos del conjunto de personas que habitan determinado espacio, que ellos perciben como paisaje cultural.

Cada paisaje urbano corresponde a determinada combinación de elementos fisiográficos y socioculturales; los paisajes urbanos desérticos son el resultado de la combinación de elementos físicos que resultan ser limitantes para el desarrollo de la sociedad pero que, a la vez, son un factor determinante en la cultura que se genera en las ciudades desérticas.

Las primeras ciudades que se formaron lo hicieron en zonas desérticas, por lo que los paisajes de dichas áreas fueron los primeros en convertirse en urbanos. Las civilizaciones que se fundaron bajo las condiciones de climas extremos como las presentes en desiertos, tuvieron grandes dificultades para consolidarse como tales, se organizaron y se edificaron influenciadas por las características climáticas del suelo. Se puede decir que el paisaje natural se convirtió en la base principal de la forma del paisaje urbano desértico (Golany, 1984).

No toda las ciudades del mundo se encuentran en zonas de bosques ni cuentan con climas templados, a lo cual el PNUMA (2006) expresa que en “Actualmente unos 500 millones de personas viven en desiertos y márgenes de desiertos, totalizando el 8% de la población mundial” (p. 5).

Landsberg (1984) señala que una característica de las ciudades que conformaban el paisaje desértico era que debido a las temperaturas extremas, las calles eran muy estrechas, lo cual generaba que los edificios se autosombrearán. Los primeros paisajes urbanos fueron similares a los naturales, las personas buscaban resguardarse del clima y tener algún lugar donde guardar sus alimentos. Dichos escenarios se ven como laberintos semisombreados que conducen tanto a un hogar como alguna plaza pública, donde la gente convive entre mercaderes, compradores, animales y algún elemento refrescante como son las fuentes o espejos de agua. Así, el paisaje urbano de las zonas desérticas es una analogía de un oasis en el desierto. Con respecto a la vegetación en este tipo de paisajes urbanos, Green (1984) menciona que a pesar de las dificultades que la población de dichas zonas tiene para conseguir agua y

regar las plantas, ellas están presentes dentro de los hogares y de los sitios públicos, ya que además de refrescar, también generan en los habitantes sensaciones de contacto con la naturaleza.

Tanto el conjunto de aspectos climáticos como los de vegetación y de forma del suelo, son los modeladores del paisaje; junto con las decisiones elegidas por sus habitantes, que en anteriores casos tomaban más en cuenta los aspectos físicos y climatológicos de estas áreas, a comparación de hoy día, en que con la tecnología se cambian radicalmente el paisaje natural según las necesidades de quienes los habitan, para llegar a un paisaje urbano desértico muy diferente a los anteriores.

Los objetivos planteados por la sustentabilidad buscan la continuidad del flujo de energía en el medio ambiente y la protección de los ciclos de producción, de los cuales la sociedad se beneficia, y sin los cuales la economía no puede existir. Por lo anterior, todas las actividades en favor del cuidado del medio ambiente son primordiales, sobre todo dentro de las ciudades y el paisaje urbano, ya que en estas áreas es donde se concentra la mayor población y se consume la mayor cantidad de energía. Las características fisiográficas de las ciudades desérticas como la escasez de agua y las altas temperaturas, generan la necesidad de establecer criterios de sustentabilidad aplicables a la selección de vegetación, la cual ayuda a cuidar el medio ambiente y mejorar el paisaje urbano.

APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

En el siguiente apartado se describe la aproximación metodológica utilizada en este trabajo, que comprende la adecuación de criterios de sustentabilidad; la valoración de las características, funciones ambientales y paisajísticas de la vegetación nativa y adaptada del área de estudio; así como la descripción fotográfica y el análisis de unidades de paisaje del área de estudio; a partir de todo ello se elaboró la propuesta de aplicación de criterios de sustentabilidad en la zona objeto de estudio.

El método que se utilizó para realizar esta investigación fue el análisis bibliográfico (Soria, 1984), en el cual se revisaron varios autores internacionales como González y Romero (2006), Falcón (2007) y el Instituto de Diversificación y Ahorro de Energía IDEA (2007); así como también regionales, entre los que se destacan Arreola (2009) y Peña (1990). Dichos autores proponen criterios de sustentabilidad a partir de sus investigaciones, enfocadas en promover el uso de vegetación que ayuda a cuidar el medio ambiente y, a la vez, propicia un mejoramiento del paisaje urbano.

La revisión de los casos análogos sirvió para dar sustento a la relevancia de esta investigación y para analizar la metodología que los autores utilizaron en su trabajo.

Para realizar la adecuación de criterios de sustentabilidad al área de estudio, se revisó el *Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali* (2005), donde se encontraron las limitantes de uso de vegetación para las áreas urbanas; también, se identificaron las especies que se encuentran en protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 (XVII Ayuntamiento de Mexicali, 2005). Con base en el listado de vegetación que varios autores recomiendan para usarse en Mexicali (XVII Ayuntamiento de Mexicali, 2005; Chong, 1989; Gobierno Municipal, 2005; Peña, 1990, 1998) y en la información de los criterios de sustentabilidad y las limitantes del Reglamento de Mexicali y la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, se realizó la valoración de las características, funciones ambientales y paisajísticas de la vegetación nativa y adaptada para el área de estudio.

La valoración se presenta en la tabla 2 “Valoración de las características, funciones ambientales, funciones paisajísticas y normatividad, de la vegetación nativa y adaptada aplicables al área de estudio”, donde los valores más altos los tiene la vegetación que más cumple con los criterios de sustentabilidad.

Por otra parte, se llevó a cabo una descripción fotográfica del área de estudio, con fotografías que fueron tomadas entre los meses de febrero y marzo de 2011, de lo cual resultaron 74 imágenes, si

bien en el apartado correspondiente al capítulo III sólo se presentan 22, esto se debe a que en estas se observan los principales problemas y características del área de estudio.

El análisis de las unidades de paisaje está presente en el capítulo III, y se llevó a cabo con base en la metodología instituida por McHarg junto con sus colegas de la Universidad de Pennsylvania en la década de los sesenta, a la que también se le conoce como “Método de análisis sustentable” (Steiner, 2008); la aplicación de este método (adaptado al caso de estudio) generó 11 planos de las diferentes unidades de paisaje y por último un plano de los valores paisajísticos finales del área de estudio. En dichos planos se encuentran los valores de la vegetación, los usos del suelo, las vialidades, las pendientes, el comportamiento del suelo y el paisaje, los cuales se realizaron con base en información de Arellano, Mendoza, Reyes, Rocha y Ruiz (2007) e IMIP (2007).

La información de las etapas anteriores fue la base para elaborar la propuesta de soluciones y/o uso de los criterios de sustentabilidad aplicables a la selección de vegetación nativa y adaptada en el área de estudio, que se presenta en el capítulo IV, y que atiende, por una parte, a los problemas que se presentan en cada unidad de paisaje y, por otra, a los propios criterios de la tabla de valoración.

En el siguiente apartado se encuentran descritos tanto los criterios de sustentabilidad que varios autores señalan se deben seguir para la selección de vegetación como la adecuación de dichos criterios para las ciudades desérticas, y que se dividen en tres partes: según las características de las plantas, según las funciones ambientales y según las funciones paisajísticas; además, se incluyeron los limitantes de uso de vegetación en áreas urbanas mencionadas en el *Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali* y las especies protegidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001; lo anterior con el fin de adecuar los criterios al caso de estudio. A pesar de que existen diseños arquitectónicos con los cuales se pueden provocar sombras y otros beneficios medio ambientales para las ciudades de zonas desérticas, en el presente estudio sólo se recomendará el uso de vegetación para el paisaje urbano.

CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD APLICADOS A LA SELECCIÓN DE VEGETACIÓN NATIVA Y ADAPTADA PARA EL CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE Y MEJORAMIENTO DEL PAISAJE URBANO DE CIUDADES DESÉRTICAS

Las áreas donde se encuentran las ciudades son las más afectadas por los problemas ambientales, es por ello que se han buscado medidas para hacer frente a dichos problemas; en el caso de este trabajo se ha buscado hacerlo a partir de criterios de sustentabilidad que, como mencionan González y Romero (2006), son aquellos estándares deseados de equilibrio entre el medio ambiente y la sociedad.

El uso de vegetación en espacios urbanos es una de las soluciones que diversos autores proponen para disminuir los problemas ambientales y paisajísticos dentro del ámbito urbano (Peña, 1990; Falcón, 2007; IDEA, 2007; Arreola, 2009); ya que con ella se puede controlar la radiación, la humedad, el viento y la erosión; así como también se disminuye la contaminación y los malos olores, y se puede mejorar el paisaje creando muros, techos y núcleos. Entre más se conozcan los problemas ambientales y de paisaje urbano se tienen más posibilidades de solucionarlos.

Los criterios de sustentabilidad son una guía para comparar los resultados de las acciones implementadas y los resultados deseados en el planteamiento original, orientados a alcanzar la sustentabilidad. Dichos criterios pueden ser aplicados a la selección de vegetación, ya que esta es una parte importante del paisaje y es un elemento indispensable en el medio ambiente.

Falcón (2007) menciona tres pasos para la formulación de criterios de sustentabilidad aplicados a la selección de vegetación enfocados en el cuidado del medio ambiente. Primero, es esencial conocer las condiciones climáticas de la zona: temperatura, humedad, radiación solar, humedad relativa, pluviometría y vientos. Segundo, se deben conocer los elementos del contexto de las áreas verdes donde se colocarán las especies: caminos, iluminación, servicios, alturas y formas de los edificios. Tercero, hay que conocer las características de la vegetación nativa y adaptada que se utilizará en el espacio urbano: altura, follaje, requerimiento de agua y mantenimiento, tipo de suelo, permanencia y cantidad de luz. Lo anterior está orientado a la reducción del consumo de recursos naturales, sociales y económicos.

Los criterios paisajísticos para la selección de vegetación serían cuatro; primero, se debe analizar detalladamente el lugar de aplicación y su historia para formular un concepto positivo; segundo, se requiere conocer las características de los espacios y de las áreas verdes disponibles; tercero, se debe analizar la variedad de especies que se utilizaran ya que la variedad o la uniformidad

excesivas pueden ser negativas; y cuarto, los espacios diseñados deben tener un elemento en común para crear una fusión (Falcón, 2007).

El uso de vegetación nativa y adaptada dentro del paisaje urbano de ciudades desérticas cumple con la generación de beneficios en las tres vertientes de la sustentabilidad: sociedad, economía y medio ambiente. Dicha vegetación ayuda a reducir el consumo de agua, lo cual no sólo favorece al medio ambiente sino también a la ciudadanía, al disminuir el gasto en el consumo de agua de riego y mantenimiento de las áreas verdes. Dentro de los beneficios sociales están la creación de áreas de esparcimiento para la comunidad y el aumento de la apreciación y el cuidado del paisaje urbano por la propia ciudadanía.

Los criterios de sustentabilidad propuestos en este trabajo son una valoración de la calidad de las características, funciones ambientales y paisajísticas presentes en la vegetación nativa y adaptada de una ciudad desértica. Tienen el fin de facilitar la selección de vegetación para el uso urbano y el principal propósito de contribuir a la sustentabilidad urbana. Para su construcción primeramente se enlistaron los criterios de sustentabilidad aplicables a la selección de vegetación nativa y adaptada en el paisaje urbano de ciudades desérticas con base en bibliografía específica (Peña, 1990; Higuera, 2006; Falcón, 2007; IDEA, 2007; Arreola, 2009). Los criterios se dividen en cuatro secciones. En la primera se consideran las características de la vegetación, donde se da preferencia a las especies que requieren menor cantidad de agua, menor mantenimiento, mayor cantidad de luz, el crecimiento más rápido, mayor altura, menos suelo especial y la mayor permanencia. En la segunda sección se tienen en cuenta las funciones ambientales, donde las especies que pueden controlar el viento, la temperatura, la radiación solar, la humedad y la precipitación, y que ayudan a purificar la atmósfera, controlar la erosión por viento y a controlar la acústica, son las elegidas. La tercera sección atiende a las funciones paisajísticas, y en esta se tienen mayor preferencia por las especies que ayudan a la creación de muros, techos, pisos, núcleos y a controlar la circulación. Por último, se consideró una sección para el *Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali*, donde se dan los límites para el uso de vegetación del caso de estudio. Cada una de las secciones y los criterios que las componen están dirigidos a la creación de una guía que facilite la selección de vegetación dentro del paisaje urbano de ciudades desérticas, enfocados en el cuidado del ambiente y mejora del paisaje urbano y siempre delimitado por las normas locales.

Finalmente, se creó la tabla 2, “Valoración de las características, funciones ambientales, funciones paisajísticas y normatividad, de la vegetación nativa y adaptada, aplicables al área de estudio”, en la que se anota el valor de diversas especies para cada uno de los criterios enlistados.

Características de la vegetación

Agua

- Uso de vegetación que requiera poca agua

Este elemento es esencial para la vida y por ello es necesario que se sigan recomendaciones para su cuidado, sobre todo en ciudades desérticas en las cuales escasea este líquido. El IDAE (2007) recomienda que se utilice especies de vegetación que ahorren agua con el fin de cuidar el medio ambiente. La vegetación nativa de zonas desérticas requiere menos riego que la adaptada e introducida y su uso se recomienda ampliamente dentro de la *Guía de Forestación para el Municipio de Mexicali* (XVII Ayuntamiento de Mexicali, 2005).

Existen especies dentro de este estudio que no requieren de riego, principalmente suculentas, las cuales por su proceso de adaptación a las condiciones climáticas de la región han adecuado sus procesos vitales para absorber el agua del ambiente del desierto en temporadas de sequía. También está la vegetación adaptada, la cual requiere más riego y su uso complementa el limitado inventario de la vegetación nativa para uso urbano.

Luz

- Uso de vegetación adaptada a la cantidad de radiación solar de la región

La radiación solar en la región desértica es muy alta, por lo que la vegetación que se utilice en esta zona debe resistir dicho elemento. Cada planta está adaptada a recibir una cierta cantidad de radiación solar, y recibir mayor o menor cantidad de esta energía puede alterar los procesos vitales hasta provocar la muerte (Arreola, 2009).

La vegetación que requiere de mayor cantidad de luz solar es la indicada para utilizarse dentro del paisaje urbano de ciudades desérticas por la apertura del espacio; pero también se puede usar aquella que requiera de media sombra o sombra total en conjuntos de vegetación, inclusive en espacios porticados o en el interior, ya que estos elementos, al provocar sombra, crean un microclima que permite a las plantas desarrollarse en dichos espacios.

Mantenimiento

- Usar vegetación que requiera el menor mantenimiento posible

El mantenimiento dentro del paisaje urbano que realiza el ayuntamiento de Mexicali comprende poda, derribo, corte de pasto, riego manual y con equipo, reforestación, limpieza, fertilización, recolección de ramas y árboles caídos, y trasplante de ejemplares, además de producción de planta de semilla y la producción de ejemplares de vareta en vivero (XVII Ayuntamiento de Mexicali, 2005). Para disminuir el costo de este rubro en los gastos del ayuntamiento se recomienda utilizar vegetación que requiera el menor mantenimiento posible, tanto en frecuencia como en trabajo.

Higueras (2006) comenta que el uso de vegetación inapropiada dentro del espacio urbano aumenta el consumo de recursos además del mantenimiento, de modo que lo óptimo es el uso de vegetación nativa y adaptada a las condiciones climáticas y de suelo de la región. Falcón (2007) reafirma lo anterior al decir que se deben extremar precauciones al seleccionar la vegetación que se usará en el paisaje urbano de ciudades desérticas, ya que en estas no se cuenta con abundante agua como en otras; sin embargo, también es conveniente saber la calidad de agua que se dispondrá para el riego de estas áreas verdes.

El uso de vegetación que requiere mayor mantenimiento se recomienda para zonas de fácil acceso para el personal del ayuntamiento, y las de menor mantenimiento deben ser las que se usen en la mayoría del paisaje.

Crecimiento

- Usar vegetación de crecimiento rápido

La presencia de áreas verdes dentro de la ciudad debe ser una prioridad por los beneficios medio ambientales, sociales y económicos que ellas promueven; es por eso, y por la acelerada expansión de las ciudades contemporáneas, se requiere del uso de vegetación de rápido crecimiento.

Debido a que el proceso de crecimiento de la vegetación nativa de zonas desérticas es lento, puede llegar a tomar hasta siglos (Arreola, 2009), se abre la posibilidad de usar vegetación adaptada, la cual crece más rápido, lo que favorece al desarrollo del paisaje urbano.

Olgyay (2002) recomienda el uso de vegetación de crecimiento rápido para que se obtenga sombra en el menor tiempo posible; para ello, los árboles que serán usados en espacios urbanos deben de contar al momento de su trasplante con una altura de 4.5 a 6 m.

También se tiene que tener en cuenta que en algunos casos el período de crecimiento de los árboles trasplantados no ha terminado, por lo que el espacio entre los troncos debe ser el requerido para que todo su follaje se desarrolle sin problemas.

Altura

- Usar vegetación de gran altura

Cada espacio tiene una función en específico, es por eso que los elementos empleados deben contar con las características necesarias para que se realice la función determinada, y la altura de la vegetación es una de ellas; de ahí que el IDAE (2007) recomienda que se utilice vegetación con altura y madurez necesaria para cada función.

Los árboles altos y con copas amplias generan mayor sombra que los pequeños; en el caso de las ciudades desérticas, esta sombra provoca que el viento que pasa entre los árboles se refresque y disminuya los efectos negativos de las islas de calor urbano; no obstante, se debe estimar la sombra proyectada en cada espacio para que no interfiera con otros procesos (Hernández, 2007; IDEA, 2007).

Dentro de este trabajo las especies con mayor altura no son las nativas, de manera que las adaptadas amplían la posibilidad de elección.

Suelo

- Usar vegetación que no requiera suelo especial

Arreola (2009) expresa que el suelo es el sustento para la vida; pero al igual que en el caso del mantenimiento, la vegetación que requiere de suelo especial aumenta el costo de uso en el presupuesto del municipio.

Existen especies en este trabajo que al ser adaptadas requieren de suelo especial, ya sea tierra de jardín, suelo mejorado, y hasta arenoso y gravoso; todos esos materiales no siempre encuentran en el suelo natural, por lo que hay que comprarlos y transportarlos al sitio, lo cual aumenta el costo de plantación y mantenimiento para el municipio.

Existen especies nativas que son tolerantes a cualquier tipo de suelo, al igual que algunas especies adaptadas, por lo que habrá que favorecer a las especies que no requieran suelo especial.

Permanencia

- Usar vegetación perenne

La permanencia de una especie ayuda a producir sombra todo el año o a mantener una forma específica. Existe la vegetación perenne, que está presente todo el año, y la caducifolia, que pierde su follaje una vez al año (Arreola, 2009). Un factor importante a considerar para el mejoramiento del paisaje urbano es el tiempo, debido a los procesos de cambio constante que están presentes en la naturaleza (Higueras, 2006): es relevante conocer el tiempo que tomara la especie en crecer, así como la forma permanente o temporal que tendrá en el paisaje.

Algunas de las especies nativas de zonas desérticas presentes en este trabajo no pierden su follaje, por lo que son las idóneas a utilizar; pero esta elección también se verá influenciada por la función específica que se quiera lograr dentro del paisaje urbano.

Funciones ambientales de la vegetación

Control de radiación solar

- Usar vegetación con follaje denso

La radiación solar es imprescindible para la vida de las plantas pero puede causar problemas a las personas, como en el caso de las altas temperaturas, lo que dificulta tener confort ambiental. Según Olgyay (2002), el confort ambiental se presenta con una temperatura de 21.1 °C y con una humedad relativa de 50%, pero sin movimiento de aire y sin demasiada actividad física. Hernández (2007) define al confort térmico como el punto en el que el hombre gasta la mínima cantidad de energía para adaptarse a su entorno.

Las diferentes técnicas de acondicionamiento pasivo de la arquitectura bioclimática se pueden aplicar al paisaje; estas ayudan a definir tipologías apropiadas para cada clima y región (Higueras, 2006). Al analizar las aportaciones de civilizaciones antiguas se puede reconocer el uso de vegetación para el control de la radiación solar. Al respecto, Peña (1990, p. 46) explica que “la radiación solar puede ser directa o indirecta y reflejada o rerradiada, las formas de control se basan en los procesos de intercepción, filtración y reducción de la reflexión.”

Olgyay (2002) clasifica la transferencia de radiación solar en cinco tipos: onda corta directa del sol, difusa de onda corta procedente de la bóveda celeste, onda corta producto de la reflexión en

terrenos adyacentes, onda larga procedente del suelo y de los objetos cercanos, y onda larga expedida en intercambio desde los edificios.

En el caso de la obstrucción, la vegetación con follaje denso es la óptima, ya que esta bloquea la mayoría de los rayos solares. La vegetación de follaje denso o medio ayuda a filtrar la luz, lo que provoca una obstrucción parcial; y finalmente, la reducción de la reflexión se genera cuando las plantas son utilizadas para evitar o reducir la reflexión de los rayos solares (Peña, 1990). El uso de las anteriores formas de control dependerá del efecto que se quiera lograr en cada espacio específico.

El uso de la vegetación para el control de la radiación solar ayuda a aumentar el confort para la estadia de las personas en espacios abiertos y a disminuir la ganancia de calor en los edificios, y contribuye a una disminución en el consumo de energía eléctrica por concepto de uso de aire acondicionado (Arreola, 2009; Peña, 1990).

Para Mexicali, se recomienda el uso de elementos arquitectónicos que generen sombra en la fachada sur de las edificaciones, y para las fachadas este y oeste se aconseja el uso de vegetación que provoque sombra. De acuerdo con Peña (1990), el uso de especies aunque caducifolias en las fachadas sur disminuye la captación de radiación solar en el invierno, lo que provoca un incremento neto anual en el acondicionamiento del edificio.

Control de temperatura

- Usar vegetación perenne y de follaje denso en todo el año

El uso de vegetación en el paisaje urbano hace variar la temperatura entre 2 °C y 4 °C, a diferencia de una zona que no cuenta con vegetación; las sombras proyectadas por los árboles disminuyen la absorción de radiación solar del suelo y el pavimento; además, el follaje absorbe las radiaciones de onda corta que al tocar el suelo se convierten en rayos infrarrojos (Falcón, 2007).

Al pasar por debajo de las copas de los árboles, el viento reduce su temperatura, resultado de la disminución de contacto con la radiación solar; así, se forma un microclima que no se presenta en espacios sin vegetación (Marsh, 2005).

De acuerdo con Hernández (2007), uno de los beneficios del uso de barreras vegetales es el aumento de las temperaturas invernales, ya que se disminuye la velocidad del viento y se reduce la radiación hacia el cielo durante la noche; y en el caso del verano se reducen las temperaturas debido a la sombra y a la transpiración por evaporación que produce dicha vegetación.

Aunque la vegetación alta es la que genera más sombra, los arbustos y las demás plantas también ayudan a modificar la temperatura por la evaporación y la disminución de la reflexión de los rayos solares (Falcón, 2007).

En la temporada de invierno Falcón (2007) recomienda vegetación caducifolia para el uso en plazas o andadores, ya que las ramas desnudas generen menos sombra y con ello se genera un ambiente cálido y acogedor.

Control del viento

- Crear barreras vegetales con terminación en forma de techo de dos aguas

Dentro de las zonas urbanas la presencia del viento es indispensable para eliminar o disminuir la presencia de partículas suspendidas en el aire que pueden dañar tanto a las personas como a la vegetación, y también este elemento ayuda a dispersar el calor. A pesar de los beneficios que representan las corrientes de viento, este puede llegar a causar problemas, tales como derrumbes de árboles y daños en elementos arquitectónicos.

Peña (1990) define al viento como aire en movimiento que es generado por las diferencias de presión y temperatura atmosférica, las cuales son originadas por un calentamiento no uniforme de la superficie de la Tierra. Existen dos efectos del choque del viento en dirección perpendicular sobre barreras: el barlovento, la zona de alta presión en la parte directamente expuesta; y el sotavento, la zona de baja presión creada en la parte posterior de la barrera. También está la sombra de viento, la cual es una zona de relativa calma que se produce a sotavento.

Una forma de controlar los efectos del viento es con el uso de barreras vegetales, y el control de estos efectos dependerá tanto de las características del viento (dirección y velocidad) como de las barreras (Peña, 1990), cuyas características se enuncian a continuación:

- *Altura:* entre mayor sea la altura de la barrera mayor será la sombra de viento; pero cuando esta barrera es muy alta se pueden presentar perforaciones en la parte baja, por lo que se recomienda plantar arbustos o incrementar el ancho de la barrera.
- *Longitud:* al generarse un choque directo de líneas de aire contra la barrera vegetal, las líneas se separan pero se vuelven a tratar de unir al pasar la barrera hasta tomar la misma dirección.
- *Penetrabilidad:* la densidad de la barrera ayudará a reducir la velocidad de la corriente de viento; entre más penetrable sea esta barrera se reducirá menos la velocidad. Para lo anterior,

se pueden clasificar las barreras en: densidad baja (follaje transparente, 10-30%), media (follaje semitransparente, 31-50%) y alta (follaje que impide el paso de la vista, 51-80%).

- *Ancho*: con el aumento del ancho se puede disminuir la penetrabilidad y la velocidad del viento, pero la extensión de la sombra de viento será menor.
- *Forma*: la forma ideal para disminuir y controlar el viento es por medio de una barrera con bordes verticales, porque una barrera en forma de techo de dos aguas desvía más viento que el que reduce. Las barreras con diferentes formas disminuyen el viento, pero en sus copas se crea mayor turbulencia.

Al presentarse el choque del viento con la barrera vegetal, ésta tiende a forzar al viento a subir, lo que da como resultado la formación de la zona de relativa calma sobre del suelo; así, conforme se aumenta la altura y la densidad de la vegetación, se aumenta la dimensión de la zona de calma (Marsh, 2005).

También Peña (1990) comenta que existen tres formas de controlar las corrientes de viento:

- *Obstrucción*: para lograr una mayor obstrucción es necesario que las barreras vegetales estén integradas por especies perennifolias, con follaje muy denso y que los árboles o arbustos estén dispuestos de manera alternada, para que el follaje se entremezcle y se reduzca la penetrabilidad.
- *Filtración*: el flujo del viento se dosifica, por lo que se disminuye la velocidad del viento a sotavento y se ayuda a generar confort.
- *Inducción-desviación*: por medio de las barreras de vegetación se puede dar dirección y acelerar al viento, y existen tres formas básicas de inducir el viento: canalización (se dirige el viento por medio de dos planos o hileras de árboles paralelos), efecto Venturi (se aumenta y se encauza la velocidad por medio de la colocación en embudo de masas vegetales), y el efecto pilotes (se crea en la parte baja de una barrera de árboles, encauzándose y aumentándose la velocidad por el puente entre las sobrepresiones de barlovento y las depresiones de sotavento).

Según Hernández (2007), con el uso de barreras de vegetación se puede lograr reducir hasta el 50% de la velocidad del viento, en distancias equivalentes a 10-20 veces su altura. En sí, los beneficios del uso de vegetación para el control del viento se tienen en la reducción de la temperatura y en la percepción de la humedad.

Control de la humedad

- No utilizar vegetación que genere demasiada humedad

La humedad relativa es el contenido de agua invisible en el aire, e indica el promedio de la cantidad máxima que el aire puede retener a una temperatura dada (Peña, 1990). La humedad es muy importante para generar confort, y el uso de las plantas puede ayudar a lograr este objetivo evitando cambios drásticos en el clima, por medio de los procesos de transpiración del agua de la atmósfera, reducción de la evaporación del suelo, bloqueo de la radiación solar e inhibición de los vientos (Peña, 1990).

La temperatura significativa se eleva cuando las plantas agregan humedad al aire alrededor y debajo de ellas por el proceso de transpiración, mientras que la evaporación de la humedad del suelo se reduce por medio de la obstrucción de los rayos solares por la sombra que se genera con las plantas (Peña, 1990).

Falcón (2007) explica que en las calles arboladas la humedad relativa puede ser superior hasta en un 10%, lo cual indica que la vegetación que se utilice debe ayudar a no generar más humedad ya que esta puede disminuir el confort térmico para los transeúntes.

Control de la precipitación

- Cubrir la mayor parte de suelo posible con vegetación

La erosión es un proceso en el cual se desprenden y transportan detritos debido a los agentes que operan en la superficie terrestre (Falcón, 2007), y puede ser de dos tipos: normal, es la intemperización gradual de la superficie terrestre en condiciones naturales; y la acelerada, que se origina por la acción del hombre y es el traslado rápido de los materiales de la superficie, resultado de cambios en las condiciones del suelo o vegetación (Peña, 1990).

Al no contar con cubierta vegetal el suelo se fragmenta y se transporta con el agua de lluvia que se impacta en él; el agua se filtra en el suelo hasta llegar a la saturación provocando escurrimientos, fracturas, canales y desniveles, inclusive se pierden nutrientes, se altera el intercambio de iones y se daña a los microorganismos, hasta llegar a la erosión del suelo (Falcón, 2007; Peña, 1990; Salvador, 2003).

De acuerdo con Peña (1990) existen tres formas en las que las plantas pueden ayudar a controlar y prevenir la erosión: primera, a través del follaje, ramas y troncos de árboles grandes que obstruyen y minimizan el impacto de las gotas de lluvia; segunda, los árboles pequeños disminuyen más la posible velocidad de las gotas de lluvia; y tercera, los cubrepisos ayudan a reducir la erosión por

los escurrimientos superficiales. También las raíces evitan que se deslave el suelo al fijarse en él; inclusive las hojas y ramas muertas sobre el suelo ayudan, porque evitan el impacto directo de la lluvia en el suelo.

La mejor protección contra la erosión por efectos de la lluvia, según Falcón (2007), se presenta con el uso de plantas bajas, césped o hierbas, las cuales evitan el choque directo del agua contra el suelo; además, fijan la tierra por su sistema radicular que es poco profundo pero muy denso.

Salvador (2003) comenta que con el uso de vegetación se disminuye el riesgo para los habitantes de la zona por posibles deslaves de laderas, por lo que se recomienda que la vegetación que se utilice en el paisaje urbano, y especialmente en laderas, deba contar con amplio follaje o cubrir la mayor parte de suelo posible.

Purificación de la atmosfera

- Utilizar vegetación cerca de áreas transitadas por vehículos o de zonas generadoras de partículas contaminantes

La contaminación de la atmosfera es un problema que va en aumento y se localiza en la mayoría de los grandes centros de población, pues en ellos se encuentran suspendidas partículas sólidas, polvos, humos, gases etc., que se generan en los grandes desarrollos industriales; además, las ciudades carecen de equipamiento e infraestructura adecuada y de un uso apropiado del suelo (Peña, 1990; Salvador, 2003). Se puede clasificar la contaminación atmosférica en dos categorías: antropogénica, producida por la industria y los automóviles; y de origen natural, producida por la acción del viento en áreas deforestadas (Peña, 1990).

Durante de la fotosíntesis, las plantas realizan un proceso bioquímico inverso a la respiración de los humanos, ya que aportan oxígeno al medio ambiente y absorben dióxido de carbono. Según Hernández (2007), los árboles pueden eliminar hasta un 75% de polvo, plomo y otras partículas del aire, así como pueden absorber dióxido de carbono.

Salvador (2003) comenta que el uso de vegetación ayuda a controlar la contaminación de forma directa y casi única por medio de tres mecanismos: la oxigenación, con la purificación del aire; la dilución, cuando el aire más puro disuelve y reduce los contaminantes; y la retención, cuando las raíces absorben el azufre y nitrógeno del ambiente.

Por su parte, Falcón (2007) comenta que el uso de vegetación favorece una atmósfera más limpia, porque las partículas contaminantes son retenidas por las hojas de las plantas y las superficies

verdes en general, a la vez que la vegetación tiene la capacidad de fijar gases contaminantes como el plomo, el flúor o el ácido sulfúrico.

Peña (1990) comenta que en algunas situaciones las plantas pueden ayudar a disminuir los efectos de la contaminación atmosférica por medio de cinco procesos. Primero, la disolución, pues por medio de la fotosíntesis las plantas limpian el aire a través de la oxigenación y disolución de los agentes contaminantes. Segundo, la absorción, ya que las plantas tienen la capacidad de remover ciertos gases o contaminantes del aire. Tercero, la retención, pues al pasar las corrientes de aire por las barreras verticales de vegetación algunas impurezas tales como polvo, cenizas o polen se adhieren a las plantas limpiando el aire. Cuarto, la transpiración, dado que la humedad que se produce por el proceso de transpiración de las plantas ayuda a remover las impurezas en el aire. Quinto, la aromatización, ya que los olores naturales de las plantas pueden ayudar a minimizar los olores desagradables producidos por la industria o alguna infraestructura como plantas de tratamiento.

Se recomienda que se utilice vegetación para cubrir el suelo de zonas transitadas y cerca de áreas industriales, para que los beneficios de purificación del ambiente que se generan con las plantas, se den en estas áreas.

Control de la erosión por viento

- Usar vegetación con raíces fuertes y crecimiento amplio, con follaje y troncos densos

La erosión del suelo por efecto del viento se debe a la falta de cubierta vegetal, lo cual provoca que se pierda la capa superior de este, cuando las partículas son levantadas y movidas de un lugar hasta convertirse en polvo (Peña, 1990). Al generarse este efecto se provocan problemas para las personas, como dificultad para ver hasta afectaciones a la salud por la contaminación del aire.

Dentro de los factores que intervienen en el proceso de erosión están las propias características del viento como son dirección, intensidad y duración; pero también la composición del suelo, que involucra el tamaño de las partículas, la cantidad de humedad en el suelo y el grado de estabilidad, inclusive la presencia y el tipo de vegetación intervienen (Peña, 1990).

El efecto del viento puede ser de dos tipos y está en función del tamaño de las partículas del suelo: como agente abrasivo, en partículas grandes de 0.5 mm a 2 mm; y como agente transportador, en partículas finas menores de 0.002 mm (Peña, 1990).

Existen cuatro partes y elementos de las plantas que ayudan a crear una barrera contra el viento y disminuyen su velocidad: primero, el follaje denso de hojas o agujas; segundo, el ramaje

denso; tercero, los troncos múltiples y cortezas rugosas; y cuarto, las raíces fibrosas y superficiales (Peña, 1990).

Al igual que en el caso del control del viento, para el control de la erosión del suelo la forma de dos techos es el mejor acomodo de vegetación (Peña, 1990). Pero en el caso de grandes áreas sin uso, los matorrales y cubrepisos pueden llegar a ayudar a disminuir la erosión por viento más que los árboles (Falcón, 2007).

Hernández (2007) hace referencia al potencial de disminución de erosión del suelo por acción del viento que representan las raíces de las plantas, ya que estas proporcionan contención, refuerzan el suelo y restringen el movimiento de las partículas del suelo.

Para controlar los efectos de la erosión por efecto de viento la vegetación idónea será aquella con raíces fuertes y que crezcan ampliamente. Además de contar con follaje denso y troncos gruesos, inclusive se puede crear *mulch* (cubierta que protege de la pérdida de humedad al suelo) con las hojas secas y pedazos de troncos.

Control de la acústica

- Formar barreras con especies de hojas gruesas y localizarlas lo más cerca posible del origen del sonido

Se denomina como ruido al sonido indeseable, el cual generalmente se presenta dentro de las ciudades industriales y puede llegar a producir simples malestares o irritaciones hasta problemas de salud para los habitantes como hipertensión arterial y nervios (Peña, 1990; Salvador, 2003).

Al respecto, Peña (1990) comenta que para controlar el ruido primero debemos saber el origen y este puede ser por el transporte, recreación, industria o uso habitacional.

También Peña (1990) explica los dos procesos para disminuir el sonido por medio de barreras; primero, la absorción que se presenta cuando la barrera recibe las ondas de sonido y las absorbe, pues las hojas, ramas y troncos de las plantas absorben las ondas y para lograr este efecto las plantas con hojas más gruesas y con delgados pecíolos son las más eficaces; segundo, la refracción se presenta cuando las ondas sonoras chocan con la barrera y estas son difundidas o dispersadas; igualmente, las plantas pueden ayudar a disfrazar sonidos por medio del movimiento de las hojas, ramas y frutos; pero si se requiere de una barrera acústica todo el año, las especies perennes son las ideales, aunque este efecto también depende de la altura y la densidad de la barrera, por lo que las barreras de 7 a 10 m de

ancho tendrán más efectividad; además, entre más cerca esté la barrera del origen del ruido, esta será más efectiva.

A decir de Marsh (2005), para mejorar el efecto de absorción del sonido a través de barreras vegetales, estas deben ser colocadas sobre barreras topográficas o terraplenes.

Utilizar barreras vegetales con especies de hojas gruesas o con aquellas que puedan producir sonido con el paso del viento puede ayudar a controlar los ruidos no deseados; pero a fin de que estas den resultados, se deben localizar lo más cerca posible del área donde se produce el ruido.

Funciones paisajísticas de la vegetación

Creación de muros

- Los muros de vegetación deben ser más altos que una persona y estar integrados completamente por especies con denso follaje

En la definición de espacios, las plantas son elementos secundarios después de los edificios, pero pueden llegar a tomar el primer lugar cuando se localiza una barrera vegetal cerca del observador, además de que influyen el color, la textura y el tamaño de la barrera (Peña, 1990).

Para que una barrera vegetal funcione como definidor del espacio, dice Peña (1990) que es necesario que sea mayor a la vista de una persona promedio, tiene que ser densa por medio de su textura o de la distancia de esparcimiento entre las plantas, y que la barrera empiece desde la base o se rellenen los huecos con arbustos o más árboles.

Otro de los usos de las barreras vegetales es ocultar vistas desagradables, las cuales logran aparentar una forma natural y enriquecen el paisaje por sus características estéticas.

Según Peña (1990), el uso de vegetación alta en los espacios que quedan entre varios elementos ayuda a unificarlos y crear un espacio mayor, aunque también el uso de barreras vegetales puede ayudar a dividir grandes espacios. Este autor también establece que la característica más importante al momento de seleccionar la vegetación para formar la barrera vegetal es la altura del objeto que se quiera ocultar; después, la distancia del observador al objeto y, por último, la velocidad del movimiento. Asimismo, agrega que otro de los beneficios del uso de barreras vegetales es el bloqueo o la reducción de la reflexión de las luces de los automóviles, tanto en los camellones internos, de conductor a conductor, como de calle a banqueta, y de conductor a peatón.

Los muros de vegetación deberán estar integrados por especies que tengan follaje denso, que alcancen alturas mayores a las de una persona y, en casos donde queden espacios entre cada planta, estos deberán ser rellenados con vegetación de menor tamaño. La densidad del muro dependerá de los requerimientos del diseño en el espacio.

Creación de techos

- Utilizar techos de vegetación para sombrear caminos peatonales con enredaderas o alineaciones de árboles

La creación de techos con vegetación no se realiza solamente con enredaderas; también se pueden utilizar árboles de tal manera que enmarquen un paisaje o un objeto en específico (Peña, 1990).

Los techos creados con vegetación en espacios públicos se pueden utilizar para cubrir caminos peatonales, sobre todo en ciudades desérticas donde las sombras son muy requeridas; también sirven para enmarcar una entrada hacia un espacio o simplemente para generar un espacio donde refugiarse de los rayos del sol.

La vegetación idónea para crear techos son las enredaderas, pero también existen árboles que alineados adecuadamente pueden crear techos con las uniones de sus copas.

Creación de pisos

- Utilizar pisos de vegetación para delimitar el paso a áreas privadas

Una de las ventajas de la creación de pisos con vegetación es que se puede obtener un nivel de privacidad: el simple uso de un cubrepisos logra crear una barrera psicológica (Peña, 1990) ya que las personas limitan su paso a sólo áreas con pavimento normal.

El uso de cubrepisos, céspedes o algunas enredaderas que se desarrollan en el suelo ayuda a mantener la humedad del suelo, y a evitar la erosión y los deslaves por lluvia.

Control de la circulación

- Utilizar barreras bajas para dirigir y barreras altas y densas para ocultar

El control de la circulación se puede lograr de dos maneras: psicológicamente, con el uso de cubrepisos y plantas herbáceas de tamaño pequeño que dirigen y limitan virtualmente a los usuarios; y físicamente, con el uso de arbustos, árboles o setos que separan y obstruyen el paso de los peatones; las características que se deben tomar en cuenta para la vegetación que se utilizará como barrera física

son: el tipo y el número de troncos, tipos de ramas (rígidas o flexibles), densidad del follaje, presencia de espinas o no, esparcimiento (entre más separadas menos efectivas) y el ancho de las plantas (Peña, 1990).

El uso de barreras de vegetación en el espacio público puede crear la sensación de dirección o movilidad a los usuarios, según comenta Peña (1990); además, estructura el espacio ayudando a clasificarlo, delinearlo o enfatizarlo. Por ejemplo, cuando en una zona con árboles de la misma especie y tamaño se tiene una pequeña área donde se encuentran otras más altas, puede indicar la entrada a algún lugar.

Cuando se controla la circulación se puede lograr el efecto también de control de privacidad (entradas y visuales hacia espacios que no están permitidos); para ello primeramente es necesario saber cuál es el nivel de privacidad que se requiere y, después, utilizar diferentes alturas y niveles de densidad de las plantas: entre más densidad haya mayor será la sensación de control y privacidad (Peña, 1990).

El tipo de vegetación para controlar la circulación dependerá del nivel de privacidad que se requiera en el espacio; conociendo lo anterior, los arbustos y árboles con follaje denso son los ideales para este objetivo.

Creación de núcleos

- Crear núcleos con especies distintivas para enmarcar espacios

La creación de núcleos visuales es indispensable en el paisaje urbano, ya que hacen perder la monotonía del espacio; pero los elementos empleados deben contar con características físicas diferentes a contexto donde se localizarán (Peña, 1990).

Si estos elementos distintivos se presentan constantemente en el paisaje en la misma forma y proporción, pierden su capacidad de distinguirse de los demás y se vuelven parte del conjunto.

Dentro del diseño del paisaje se requiere hacer énfasis en algunas áreas específicas; esto se puede lograr con el uso de vegetación que cuenta con características especiales: tamaño, forma y colores pueden ayudar a lograr este objetivo. Para lograr lo anterior, Peña (1990) comenta que los núcleos de vegetación deben contrastar con la vegetación o espacios que los rodean, también en tamaño, forma y color.

Debido a la escasez de vegetación en ciudades desérticas, Olgyay (2002) recomienda que se creen oasis, los cuales forman núcleos importantes que atraen a las personas hacia ellos para disfrutar de la sombra y comodidad que generan las plantas.

Algunas de las especies que ayudan a la formación de núcleos son las palmeras; su beneficio ecológico es mínimo pero su beneficio estético es mayor; las plantas anuales se utilizan mayormente en *parterres* (diseños de jardines de formas geométricas) o límites de caminos; y las suculentas son útiles por su forma diferente a las demás (Falcón, 2007).

La creación de núcleos se dará con el contraste entre las características de las especies mayormente utilizadas y las que menor se utilizan; y esto a su vez dependerá de la intención que se quiera provocar en el diseño del paisaje urbano.

Limitaciones establecidas por la normatividad local

En este reglamento se establecen algunas limitantes para el uso de vegetación en los espacios públicos de la ciudad de Mexicali, y se describen a continuación las normas que se enfocan principalmente en la protección al público y en disminuir la obstrucción del tránsito en la ciudad de Mexicali.

Posible daño al público

- No utilizar árboles altos de ramas frágiles cerca de edificios y cuidar la localización de especies con espinas

El gobierno de Mexicali está interesado en el cuidado del medio ambiente y mejoramiento del paisaje urbano; por ello recomienda el uso de vegetación que ahorre recursos (artículo 8), pero limita el uso de aquella vegetación que pueda causar un daño al público (artículos 4 y 40).

De igual forma, el uso de vegetación que represente un peligro para edificaciones ésta limitado, ya que esta puede ser derribada por los fuertes vientos de la zona y caer sobre las estructuras. Otro de los limitantes para el uso de vegetación en los espacios urbanos son las líneas de energía eléctrica, ya que si llegan a caer ponen en peligro a los ciudadanos.

Por lo anterior, se recomienda que no se utilicen especies de árboles con gran altura y troncos frágiles cerca de edificios, además de que la localización de especies con espinas debe ser cuidadosa, para que estas no dañen al público.

Posible obstrucción del tránsito

- Utilizar especies basados en la proyección de sus dimensiones maduras y no en las iniciales

El uso de vegetación dentro de las avenidas tiene varios beneficios, entre ellos, provocar sombra disminuyendo así la temperatura en las calles; además, puede obstruir la luz de los automóviles de una dirección a otra durante las noches; aunque también puede provocar problemas como la obstrucción del tránsito (artículo 4).

La selección de especies que se utilizarán en áreas viales debe estar basada también en el crecimiento total de esa planta y no sólo en el tamaño al momento de plantarla, ya que con el tiempo y el crecimiento puede provocar problemas de tránsito.

Los diferentes autores consultados para esta etapa del trabajo destacan la capacidad que tiene la vegetación para hacer frente a los problemas que se generan en los ambientes urbanos; en el caso de las ciudades desérticas el uso de vegetación nativa y adaptada a las condiciones de la región beneficia al ahorro de recursos naturales, sociales y económicos, y también ayuda a mejorar el paisaje urbano. La claridad de las indicaciones sobre los principales aspectos del uso de la vegetación ayuda a la fácil aplicación y seguimiento de recomendaciones. La inclusión de las limitantes del *Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali* sobre el uso de vegetación en áreas urbanas, contribuye a la adecuación de los criterios de sustentabilidad aplicables a la selección de vegetación para el área de estudio.

CAPÍTULO I

MARCO DE REFERENCIA

MARCO LEGAL EN EL MUNICIPIO DE MEXICALI

El siguiente es un resumen de los aspectos más importantes que se abordan en los documentos legales que tienen que ver con el paisaje urbano de la ciudad de Mexicali, estos documentos son el *Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali, Baja California*, donde se presentan las limitantes de uso para la vegetación en áreas urbanas; y la *Guía de forestación para el municipio de Mexicali, Baja California*, en la cual se encuentran las recomendaciones generales para la selección de vegetación en el paisaje urbano y áreas verdes.

Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali, Baja California

El Ayuntamiento del Municipio de Mexicali está interesado en mejorar el medio ambiente por medio de la conservación, restauración, fomento, aprovechamiento, creación y mantenimiento de las áreas verdes del municipio; con lo anterior, se plantea el aumento del nivel de vida de la ciudadanía.

Dentro del artículo 4 del *Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali* se destaca el interés porque la vegetación utilizada en áreas verdes del municipio no dañe a las personas que pasan a su alrededor o que están cerca de ellas, así como el que dichas plantas no obstruyan el tránsito. Se hace una recomendación enfática para el uso de vegetación que requiera poca agua por las características climáticas de la región. También, se recomienda fomentar el ahorro del agua por medio del uso de técnicas que ayuden a disminuir el consumo de agua en las áreas verdes.

El artículo 8 trata sobre la relevancia económica del uso de vegetación nativa o adaptada al clima, ya que esto contribuye a disminuir el mantenimiento de las áreas verdes que el propio ayuntamiento tiene que pagar; además, se disminuyen los gastos innecesarios de replantación por la muerte de las plantas que no soportan el clima desértico.

Lo más notable en el artículo 39 es la recomendación del uso de la *Guía de forestación para el municipio de Mexicali, Baja California*, en la cual se pretende hacer del conocimiento del público general las especies nativas y adaptadas al clima de la región, las cuales por su belleza y economía

(adaptación al clima y menor consumo de agua) son óptimas para el uso en el paisaje urbano de Mexicali.

Una prohibición muy importante presente en el artículo 40 es la introducción y uso de vegetación exótica, la cual puede ser portadora de plagas o enfermedades y puede llegar a dañar a la flora existente, así como afectar con su reproducción a las plantas que hay en el municipio.

Este reglamento hace énfasis en las cuestiones de seguridad para los usuarios de las áreas verdes del municipio, así como en la disminución del costo económico, tanto por el mantenimiento como por el uso de agua.

Se expresa claramente y en repetidas ocasiones que la vegetación nativa así como la adaptada al clima de la región son las óptimas para su uso en Mexicali, ya que cumplen con los requisitos de requerimiento mínimo de agua, poco mantenimiento y belleza.

Todas estas recomendaciones y limitaciones están orientadas a que la ciudadanía disfrute de las áreas verdes así como de un paisaje urbano agradable, en los que se puedan recrear y se ayude a cuidar el medio ambiente de Mexicali.

Para lograr lo anterior, el Ayuntamiento de Mexicali se dio a la tarea de diseñar la *Guía de forestación para el municipio de Mexicali, Baja California*, la cual será comentada en el siguiente apartado.

Guía de forestación para el municipio de Mexicali, Baja California

Este documento está orientado a que la ciudadanía conozca las especies nativas de la región así como las adaptadas, a fin de que la práctica de la forestación urbana no sea un tema ajeno a ella. Al igual que en el *Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali, Baja California*, se hace énfasis en la utilización de vegetación que requiera poca agua y mantenimiento, ya que el clima extremo presente en la ciudad hace difícil la vigencia de estos elementos vivientes en espacios públicos.

Otro de los objetivos de este documento y del seguimiento de sus recomendaciones, es la disminución de contaminación ambiental, ya que con el aumento de la presencia de vegetación, y sobre todo de árboles, se disminuyen los índices de contaminación atmosférica.

El cuidado del medio ambiente y el mejoramiento del paisaje urbano de Mexicali están encaminados a crear mejores espacios para que los ciudadanos tengan una vida más agradable.

El Ayuntamiento de Mexicali es el encargado de mantener las áreas verdes así como de la plantación, es por ello que tiene a su disposición diferentes viveros en los cuales se reproducen especies que después serán usadas para cubrir los espacios urbanos necesarios; a pesar de ello, la ciudad presenta un fuerte déficit de áreas verdes y la presencia de los viveros sólo está enfocada a combatir el déficit de vegetación dentro de la mancha urbana de la ciudad.

La presencia de vegetación, y sobre todo de árboles, generan grandes beneficios para la ciudadanía, como son: el mejoramiento del medio ambiente, el mejoramiento del paisaje y de la estética en general.

En el citado documento se enlistan diferentes beneficios del arbolado en la ciudad, entre ellos los ambientales, como son la mejora la calidad del aire, se disminuye la sensación térmica, se aumenta el ahorro de energía, se controlan las inundaciones, se protegen las áreas de captación de agua en la ciudad, se disminuyen los sonidos molestos y los malos olores, se controla la erosión, se hace uso de residuos urbanos como abono, y se mejora el hábitat de la fauna y flora silvestre.

Los beneficios sociales del arbolado son la sensación de bienestar, la reducción del deslumbramiento y de la reflexión de la luz, el empleo, la educación y el embellecimiento del paisaje, todo lo cual, es considerado como promotor del valor patrimonial de Mexicali.

Dentro de los beneficios materiales del arbolado está la producción de leña, carbón, forraje, madera, postes, especias, fibras, medicinas y otros productos no madereros, así como también el aumento del valor de la propiedad.

De acuerdo con la guía comentada, el uso de vegetación en el paisaje urbano de la ciudad de Mexicali presenta los siguientes dificultades: el calor que desprende la presencia de pavimentos; los posibles peligros con el cableado tanto de luz como de teléfono, que generalmente es aéreo y de baja altura; la disminución del área de las banquetas; y en las casas se presenta el problema del uso de bardas o rejas, lo cual disminuye el espacio para la colocación de vegetación. Según la guía, las causas de los problemas del arbolado en la ciudad tienen origen en la inadecuada selección de la especie y la mala manera del plantado, lo cual genera costos innecesarios, problemas de seguridad a la ciudadanía, daño a la infraestructura, vandalismo, problemas con la eliminación de residuos, acceso a la energía solar y plagas, entre otros.

En este documento se hacen recomendaciones muy claras para el uso de vegetación en zonas urbanas: debe ser vegetación nativa o con adaptación al clima de la región; en caso de los árboles deben poder presentar una vara recta libre de ramas a una altura mínima de 2 m, el tamaño de la edad

adulto debe de concordar con el requerimiento de espacio para que no obstruya la visibilidad de los conductores, que la floración o fructificación no causen demasiada suciedad o que atraigan insectos, el follaje debe ser caducifolio para que en el invierno permita el paso de la luz del sol y en verano provoque sombra, y evitar las plantas venenosas o con espinas.

El reglamento brinda parámetros más cercanos a la realidad de la ciudad de Mexicali, tales como el uso de vegetación nativa y adaptada que requiera poca agua; también, se expresan los beneficios de la forestación urbana, tanto en el ámbito social, económico como ambiental; y todas las recomendaciones van encaminadas al cuidado del medio ambiente y el mejoramiento del paisaje urbano.

Comentario

Dentro del *Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali* están entre otros temas, las pautas legales para el uso de vegetación en áreas públicas, mientras que en la *Guía de forestación para el municipio de Mexicali* están las recomendaciones de acciones para el cuidado del medio ambiente y el mejoramiento del paisaje urbano.

Ambos documentos coinciden en la recomendación del uso de vegetación nativa y adaptada a la región, tanto por los beneficios ambientales como por los económicos. A pesar de que la búsqueda de formas de enfrentar los problemas ambientales con vegetación en espacios urbanos se menciona en el segundo documento, se espera que los beneficios de la reducción de problemas ambientales ayuden a promover el seguimiento y aplicación del reglamento.

Los ciudadanos y el medio ambiente son los beneficiados por la implementación del reglamento, así como con los consejos prácticos de selección y la plantación de especies, los cuales se favorecen al aumentar el valor de sus propiedades, mejorar el paisaje urbano, contar con una mejor calidad de aire y espacios de convivencia y contemplación, entre otros.

A pesar de las recomendaciones sobre el uso de vegetación nativa y adaptada de ambos documentos, en ellos no se mencionan las maneras en las que se deben utilizar; también hace falta un listado más amplio de la vegetación tanto nativa como adaptada para aumentar la limitada cantidad de especies que se mencionan en la *Guía de forestación para el municipio de Mexicali*.

CASOS ANÁLOGOS

En el siguiente apartado se encuentra el análisis de tres casos análogos de los estados de Arizona, Nuevo México y California, donde se revisan los aspectos más importantes de dichos estudios. Destaca el análisis por planos de las características que presentan los estados de Arizona y Nuevo México y su enfoque hacia los beneficios de la cobertura vegetal, como es el tema del valor monetario de la disminución de la contaminación atmosférica. En el caso de California sobresale el análisis de los beneficios de la forestación urbana y de selección de especies. Estos casos análogos sirven como base para el análisis del área de estudio objeto de este trabajo.

Arizona

Resumen estatal

El porcentaje de suelo urbanizado del estado de Arizona era del 5.3% para el año 2000, y se incrementó un 3.3% desde 1990. Está cubierto con árboles solamente el 9.3% del territorio estatal y dentro de las áreas urbanas el porcentaje de cobertura forestal es de 6.3%; además, tiene 8.2% de cobertura impermeable y 6.9% de área total cubierta por árboles (tabla 5) (Nowak y Greenfield, 2010).

Suelo urbano

El suelo urbano comprende el 1.5% del total del estado, mientras que el suelo en las comunidades es de 5.2% (figura 4). Entre el año 1990 y 2000 el área urbana se incrementó un 38.6% y en las comunidades el suelo aumento del 3.1 al 5.2%, y se estima que para el 2050 se llegue a un 5.1% de suelo urbanizado, basando en el patrón de crecimiento urbano promedio de 1990 (figura 5). Los porcentajes se calculan utilizando la superficie total (agua y tierra) de las unidades geopolíticas derivadas de EUA y los datos del *Censo de los límites cartográficos* (Nowak y Greenfield, 2010).

Características de la cobertura arbolada

Nowak y Greenfield (2010) expresan que el promedio de la cobertura arbolada en Arizona es de 9.3%, del cual sólo el 99.4% está cubierto en su totalidad, con un promedio de 5,331.6 m² per cápita. Dentro de las áreas urbanas el promedio de la cobertura arbolada es de 4.4%, del cual sólo el 74.6% está completamente cubierto (figura 6).

Características de la superficie cubierta impermeable

El promedio de superficie impermeable en Arizona es de 0.6%, con un total de 365.8 m² per cápita. El promedio de superficie cubierta impermeable en zonas urbanas es de 25.4%, con una cobertura de 243.6 m² por habitante (figura 7) (Nowak y Greenfield, 2010).

Clasificación del suelo cubierto según sus características

Nowak y Greenfield (2010) señalan que la cobertura de suelo de Arizona está dominada por matorrales y arbustos. En porcentajes, las características de la superficie total de Arizona son: matorrales y arbustos, 72.1%; forestal, 15.3%; pastizales, 6.1%; no productivas, 2.4%; agricultura, 2.2%; desarrollo, 2%; y humedales, 0.1% (figura 8).

Áreas prioritarias para la plantación de árboles y beneficios urbanos de los árboles

Debido a la densidad de población, las áreas prioritarias para la plantación de árboles tienden a ser las áreas urbanizadas. Estos índices de valor también pueden ser producidos con alta resolución referida a los datos para determinar áreas locales prioritarias de plantación (figura 10) (Nowak y Greenfield, 2010).

Nowak y Greenfield (2010) comentan que los siguientes beneficios forestales se estiman para el suelo urbano o de las comunidades de Arizona, pero son estimaciones de valores aproximados ya que se requieren datos más localizados para lograr estimaciones más precisas:

- 47.2 millones de árboles.
- 8,760 toneladas métricas por año de contaminación eliminadas (valor: \$71.3 millones).

Resumen

Los datos presentados en este estudio proporcionan una mejor comprensión de la situación de los bosques urbanos y comunitarios de Arizona; dicha información puede ser usada para apoyar las políticas forestales y la gestión ambiental que puede ayudar a mejorar la salud y la calidad de vida de las personas que habitan el estado (Nowak y Greenfield, 2010).

Esta investigación tiene datos que muestran los posibles cambios a evaluar en el futuro y se pueden utilizar para comprender:

- La extensión de los recursos forestales urbanos y comunitarios.

- Los cambios en los recursos del estado.
- La magnitud y la valoración de los recursos forestales urbanos y comunitarios.
- El crecimiento urbano en Arizona.
- Las consecuencias de las decisiones de política relacionadas con la expansión urbana y el manejo forestal comunitario.

Conclusiones

Para el caso de estudio de Arizona se observa que las ciudades con menos forestación urbana son las que cuentan con mayor superficie cubierta impermeable. El tipo de suelo predominante (matorrales y arbustos) es un elemento que caracteriza a las ciudades desérticas. Nowak y Greenfield (2010) presentan en su trabajo beneficios de la forestación urbana, principalmente económico-ambientales, los cuales disminuirían la contaminación atmosférica en las ciudades del estado de Arizona.

Nuevo México

Resumen estatal

El porcentaje de suelo urbanizado del estado de Nuevo México comprendía cerca del 1.7% del total del estado para el año 2000, el cual era de sólo 1.1% en 1990 (figura 10). La superficie cubierta por árboles en el estado comprendía 11.3% y en las zonas urbanas o comunitarias era de 7.6%; además, se presentaba un 7.5% de cobertura impermeable en el estado. En fechas recientes se estima que en el estado se cuenta con 19 millones de árboles (tabla 6) (Nowak y Greenfield, 2010).

Suelo urbano

Nowak y Greenfield (2010) comentan que el suelo urbano comprende el 0.6% del total del estado, mientras que el porcentaje del suelo ocupado por las comunidades es de 1.5% (figura 11). En el periodo de 1990 al 2000 el área urbana del estado se incrementó un 30.4% y se prevé que el porcentaje de área urbana se incremente un 2.1% para el año 2050, basados en el patrón de crecimiento urbano promedio de 1990. Los porcentajes se calculan utilizando la superficie total (agua y tierra) de las unidades geopolíticas derivadas de EUA y los datos del *Censo de los límites cartográficos*.

Características de la cobertura arbolada

El promedio de la cobertura arbolada en Nuevo México es de 11.3% con un 99.7% de cobertura total, y se cuenta con 19,552.4 m² de cubierta arbolada per cápita. El promedio de cubierta arbolada dentro de las áreas urbanas es de 5.5%, con una cobertura total de 83.3% y 78.3 m² de cobertura per cápita. El promedio de cobertura arbolada, de cobertura total y per cápita varía en la subdivisión de los condados (figura 12) (Nowak y Greenfield, 2010).

Características de la superficie cubierta impermeable

Nowak y Greenfield (2010) expresan que el promedio de superficie impermeable en Nuevo México es de 0.3%, con un total de 511.7 m² per cápita de superficie cubierta. El promedio de superficie cubierta impermeable en zonas urbanas es de 16.7%, con 238 m² per cápita (figura 13).

Clasificación del suelo cubierto según sus características

La cobertura de la suelo de Nuevo México está dominada por matorrales y arbustos. Las características, expresadas como porcentaje de la superficie total de Nuevo México, son: matorrales y arbustos, 48.5%; pastizales, 30.6%; forestal, 16.7%; agricultura, 2.0%; desarrollo, 1.1%; no productivas, 1.1%; y humedales, 0.1% (figura 14) (Nowak y Greenfield, 2010).

Áreas prioritarias para la plantación de árboles y beneficios urbanos de los árboles

Debido a la densidad de población, las áreas prioritarias para la plantación de árboles tienden a ser las áreas urbanizadas. Estos índices de valor también pueden ser producidos con alta resolución referida a los datos para determinar áreas locales prioritarias de plantación (figura 15) (Nowak y Greenfield, 2010).

Al igual que en el caso de Arizona, Nowak y Greenfield (2010) explican que los beneficios forestales se estiman para el suelo urbano o de las comunidades de Nuevo México con valores aproximados pues son necesarios datos más localizados para lograr estimaciones más precisas. Tales beneficios son:

- 19.0 millones de árboles.
- 2,950 toneladas métricas por año de contaminación eliminadas (valor: \$24.2 millones).

Resumen

Los datos presentados en este estudio proporcionan una mejor comprensión de la situación de los bosques urbanos y comunitarios de Nuevo México; dicha información puede ser usada para apoyar las políticas forestales y la gestión ambiental que puede ayudar a mejorar la salud y la calidad de vida de las personas que habitan en el estado (Nowak y Greenfield, 2010). Esta investigación tiene datos con los que se identifican los posibles cambios a evaluar en el futuro y ayuda a la comprensión de:

- La extensión de los recursos forestales urbanos y comunitarios.
- Los cambios en los recursos del estado.
- La magnitud y la valoración de los recursos forestales urbanos y comunitarios.
- El crecimiento urbano en Nuevo México.
- Las consecuencias de las decisiones de política relacionadas con la expansión urbana y el manejo forestal comunitario.

Conclusiones

En el estado de Nuevo México, a pesar de que el porcentaje de urbanización es muy bajo (0.6% del total del estado), el crecimiento urbano es muy acelerado; y al igual que en el caso de Arizona las zonas más urbanizadas y con más superficie cubierta impermeable son las que menos forestación tienen. Los beneficios planteados de la forestación urbana son orientados hacia la disminución de la contaminación ambiental y son impulsados por los beneficios económicos.

California

La plantación de árboles es importante en California; pero también es importante la renovación de los árboles envejecidos. Se presenta el problema de que las especies más elegidas por la población son las más pequeñas, las cuales tienden a durar menos que los árboles; esta selección se debe a la disminución del espacio, con el fin de que dichas especies no interfieran con las líneas de servicios públicos y, además, por la disminución del área de las aceras (Thompson y Ahern, 2000).

En 1992 se fundaron programas de forestación urbana y comunitaria, los cuales según Thompson y Ahern (2000) buscan lograr una mejor planeación para disminuir los costos de mantenimiento y ejecución de los espacios forestados, así como reducir los riesgos relacionados con

los árboles, mejorar el valor de las casas, promover el crecimiento de los negocios, aumentar el orgullo cívico y mejorar la calidad del aire.

Selección de especies

De acuerdo con los autores mencionados, en el caso de las especies que se encontraron en las calles, los aspectos más importantes a tomar en cuenta para su selección son los costos de mantenimiento y la limitación de los espacios, lo que deja de lado el factor potencial de sombra que tendrá el árbol en su crecimiento (figura 16). Desde 1992 se ha incrementado la preocupación por el costo de mantenimiento, así como el espacio que la especie tomará.

Son 11 especies las más seleccionadas para la plantación de árboles en las calles: en primer lugar está la atmosférica (*langierstromia*); en segundo lugar, el pistacho chino (*pistachia chinensis*); y en tercer lugar, el árbol del ámbar (*liquidámbar styrasyflua*). Con estas especies se llega a casi el tercio de los programas (figura 17); sin embargo, es poco alentador que las especies predominantes sean las de corta duración, así como especies pequeñas (Thompson y Ahern, 2000).

Tendencias en la selección de especies

La figura 18 representa las 10 especies más plantadas en 1997 y el seguimiento de la frecuencia de uso de para los años 1992 y encuestas de 1988. Se denota que predominan las especies de corta duración, además de que se han incrementado los programas de plantación (Thompson y Ahern, 2000).

Planeación e inventario

Thompson y Ahern (2000) explican que la planeación es necesaria para el éxito de cualquier programa, por lo que dentro de los programas de forestación y de silvicultura se deben realizar varias escalas de planificación a corto, mediano y largo plazo. Tanto las instituciones públicas como privadas realizan planificación estratégica de 5 a 10 años, así como programas de forestación urbana y comunitaria.

Dentro de la planificación operativa a corto plazo se pueden realizar grandes ahorros de costos mediante la realización de un programa regular o una sistematización de los trabajos de mantenimiento de los árboles.

Beneficios de la forestación urbana

Thompson y Ahern (2000) comentan que existe una preocupación por el financiamiento de la forestación, así como la participación del sector privado y público, también la tendencia a la selección de especies pequeñas y de corta vida. Como resultado de las encuestas realizadas en este trabajo se presenta la tabla 19, la cual expresa los beneficios más valorados para 1992 y 1997.

Expresan Thompson y Ahern (2000) que el aumento de la valoración de los bienes raíces es uno de los conceptos que más sigue aumentando, a diferencia de los beneficios ambientales como las aguas pluviales y la retención del suelo y el hábitat silvestre, que son los menos citados; ha disminuido el orgullo cívico y el atractivo para el desarrollo empresarial, y para incrementar los valores de la importancia del agua, el suelo y la conservación del hábitat de la comunidad forestal sustentable, se han creado programas de software para cuantificar los beneficios de su aplicación.

Conclusiones

El estudio realizado por Thompson y Ahern (2000) muestra que a pesar del aumento de los programas de forestación urbana y del aumento del inventario de árboles y demás plantas, las especies mayormente elegidas para localizarse en espacios urbanos son las pequeñas y de corto lapso de vida, lo que hace difícil la obtención del total de beneficios esperados, como sucedería con el uso de especies de más tamaño y vida más larga.

Comentario

Los estudios realizados para los casos de Arizona, Nuevo México y California subrayan los beneficios de la forestación urbana en ciudades desérticas. En los dos primeros casos los beneficios se presentan como ambientales-económicos (reducción de contaminantes y el valor que esta reducción tiene), también se presentan beneficios del conocimiento forestal urbano como base para mejorar las políticas ambientales y las posibles decisiones.

Para el caso de California, los beneficios de los programas de forestación urbana son el aumento del orgullo cívico, del valor de los bienes raíces, la calidad del aire y la conservación del suelo; pero estos se enfrentan a la decisión de los usuarios de plantar árboles de baja altura y corta vida. Se han implementado medidas para incrementar el valor de la importancia del agua, el suelo y la creación de ambientes forestales sustentables.

Con estos estudios se demuestra que la mayor incidencia de problemas ambientales se presenta en las zonas urbanas, y los efectos de estos pueden disminuir con el uso de vegetación, pero se deben implementar las medidas correctivas con base en políticas y criterios de sustentabilidad.

CAPÍTULO II

CONSTRUCCIÓN DE CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD APLICABLES A LA SELECCIÓN DE VEGETACIÓN NATIVA Y ADAPTADA

En el siguiente capítulo se presenta la aplicación de los criterios de sustentabilidad al listado de especies nativas y adaptadas recomendadas por diversos autores para utilizarse en la ciudad de Mexicali (XVII Ayuntamiento de Mexicali, 2005; Chong, 1989; Gobierno Municipal, 2005; y Peña, 1990, 1998).

Con la aplicación de criterios de sustentabilidad al listado de especies nativas y adaptadas a la ciudad de Mexicali, se generó una valoración de las características, funciones ambientales y funciones paisajísticas de la vegetación aplicable al área de estudio –Calzada de los Presidentes–; además, se incluyeron las limitaciones del *Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali*.

VALORACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS, FUNCIONES AMBIENTALES Y FUNCIONES PAISAJÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN NATIVA Y ADAPTADA APLICABLES AL ÁREA DE ESTUDIO, CON LIMITACIONES DEL REGLAMENTO DE ÁREAS VERDES PARA EL MUNICIPIO DE MEXICALI

Los criterios de sustentabilidad no sólo guían las acciones y medidas a implementar para alcanzar la sustentabilidad en todos los ámbitos que se empleen, sino que pueden ayudar a calificar la calidad de los resultados obtenidos.

Autores como Peña (1990) y Chong (1989), presentan trabajos donde recomiendan el uso de vegetación nativa y adaptada para la ciudad de Mexicali. Así, se realizó una valoración de las características, funciones ambientales y paisajísticas del listado de la vegetación recomendada por los autores, con base en los criterios de sustentabilidad aplicables a la selección de vegetación. Para ello, se asignaron valores de 1, 3 y 5 dependiendo del cumplimiento del criterio (ver tabla 1) y, además, se valoró negativamente a las especies que presentaran los limitantes mencionados en el *Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali*. Con lo anterior se generó la tabla 2, “Valoración de las características, funciones ambientales, funciones paisajísticas y normatividad, de la vegetación nativa y adaptada aplicables al área de estudio”.

Dicha valoración tiene el fin brindar valores mayores a aquellas características y funciones de las plantas que ayuden a cuidar el medio ambiente y a mejorar el paisaje urbano por medio de la disminución del consumo de recursos naturales, humanos y económicos. Los valores negativos que llegan a presentar las especies son las limitantes de uso que se mencionan en el *Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali* (normas que rigen el caso de estudio); también, se indica en la tabla 2 las especies que están protegidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001.

La tabla de criterios tiene el propósito de facilitar la selección de vegetación para uso urbano en el área de estudio y ser una base metodológica para futuras adaptaciones en ciudades con características climatológicas similares. Para facilitar su manejo, en la tabla 1 se presenta la simbología con la cual es posible identificar cada una de las clasificaciones de la tabla principal; en primer lugar, dividiendo a las especies por origen: nativas y adaptadas; después, por el tipo de planta: árbol, arbusto, anuales, cubrepisos, enredadera, palmera, perennes y suculentas; y en tercer lugar, por requerimiento de protección: sí y no.

Tabla 1

Simbología para utilizar la tabla de valoración (tabla 2).

Origen		
Endémicas		Adaptadas
E		A
Tipo		
Árbol	Arbusto	Cubrepiso
Ar	Ab	Cu
Enredadera		Palma
En		Pa
Perennes	Suculentas	Anuales
Pe	Su	An
Protección NOM-059-ECOL-2001		
Sí		No
S		N
Agua		
Nula/Escasa	Regular	Abundante
5	3	1
Luz		
Completo	Medio	Sombra
5	3	1

Tabla 1
Simbología para utilizar la tabla de valoración (tabla 2)
(continuación).

Mantenimiento		
Nulo/Ocasional	Regular	Constante
5	3	1
Follaje		
Denso	Medio	Ligero
5	3	1
Crecimiento		
Rápido	Moderado	Lento
5	3	1
Altura		
Más de 3 m	1-3 m	0.20-1 m
5	3	1
Suelo		
Tolerante	Arenoso/Gravoso	Preparado
5	4	1
Permanencia		
Perennifolio		Caducifolio
5		1

Guía de uso

En la tabla 2 se encuentran enlistadas las especies nativas y adaptadas al clima de la ciudad de Mexicali, donde los valores mayores en la división de características se deben a:

- Agua: entre menos agua requiera la planta para su desarrollo es mejor, por los limitantes de ese líquido en ciudades desérticas.
- Luz: entre más radiación solar necesite la especie mayor será su capacidad de adaptación al clima de la región.
- Mantenimiento: entre menor sea su mantenimiento es mejor, ya que se disminuye el gasto por dicho servicio.
- Follaje: entre mayor sea el follaje mayor será la proyección de sombra, lo cual ayuda a la disminución de la temperatura.

- Crecimiento: dentro de los espacios urbanos las especies con crecimiento rápido ayudan a la formación del paisaje proyectado, por lo que las especies de crecimiento rápido tienen mayor valor.
- Altura: entre mayor sea la altura de la planta mayor será la proyección de sombra.
- Suelo: entre menores sean los requisitos de suelo especial de la planta menor será el costo de plantación y de mantenimiento.
- Permanencia: las especies perennes proyectan mayor sombra y controlan el viento durante la mayor parte del año (ver tabla 1).

Las clasificaciones de funciones ambientales y paisajísticas dan valores a las especies que presentan esas funciones, ya que no todas pueden presentar la misma cantidad de ellas. La suma representa el conjunto de valores positivos que tiene cada especie, de modo que entre mayor sea este número más sustentable será. La clasificación del *Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali* se refiere a las limitantes de uso, es por ello que se representa con valores negativos. La suma total indica la suma de valores positivos y negativos, lo que da como resultado los valores de sustentabilidad de cada especie, limitada por las normas de la ciudad.

Tabla 2
Valoración de las características, funciones ambientales, funciones paisajísticas y normatividad, de la vegetación nativa y adaptada aplicables al área de estudio.

Origen	Tipo	Proteccion NOM-059-ECOL-2001	Planta		Características								Funciones ambientales								Funciones paisajísticas						Suma	Reglamento Mexicali		Suma total
			Nombre común	Nombre científico	Agua	Luz	Mantenimiento	Follaje	Crecimiento	Altura	Suelo	Permanencia	Control de la radiación solar	Control de temperatura	Control del viento	Control de la humedad	Control de la precipitación	Purificación de la atmósfera	Control de la erosión por viento	Control de la acústica	Creación de muros	Creación de techos	Creación de pisos	Control de circulación	Creación de núcleos	Posible daño al público		Puede obstruir el tránsito		
Na	Ab	N	Canutillo	<i>Ephedra californica</i>	5	5	5	3	5	1	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	32		
Na	Ab	S	Chamizo cenizo	<i>Atriplex canescens</i>	5	5	5	5	3	3	3	5	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	37	0	-1	36	
Na	Ab	N	Chamizo, yerba de burro	<i>Franseria dumosa</i>	5	5	5	5	5	1	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	36	
Na	Ab	N	Chuparrosa	<i>Beloperone californica</i>	5	5	5	1	3	3	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	30	
Na	Ab	N	Dalea	<i>Dalea schottii</i>	5	5	5	5	3	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	-1	31	
Na	Ab	S	Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>	5	5	5	5	1	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	38	0	-1	37	
Na	Ab	S	Incienso	<i>Encelia farinosa</i>	5	5	5	5	5	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	30	
Na	Ab	N	Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	3	5	5	5	5	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	39	0	-1	38	
Na	Ab	N	Mezquitillo	<i>Krameria parvifolia</i>	5	5	5	3	5	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	28	
Na	Ab	S	Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	5	5	5	1	1	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	29	0	0	29	
Na	Ab	N	Salvia del desierto, menta	<i>Hyptis emoryi</i>	5	5	5	3	3	3	5	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	35	0	0	35	
Na	Ab	S	Taray	<i>Eriogonum fasciculatum</i>	5	5	5	3	5	1	3	5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	34	
Na	Ab	S	Uña de gato	<i>Acacia greggii</i>	5	5	5	3	3	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	30	
Na	Ab	N	Yerba reuma	<i>Frankenia palmeri</i>	3	5	5	3	5	1	1	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	29	
Na	Ab	N	Yerba reuma	<i>Frankenia grandifolia</i>	3	5	5	3	5	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	28	
Na	Ab	N	Yuca, dátil	<i>Yucca schidigera</i>	5	5	5	3	3	5	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	35	0	0	35		
Na	An	N	Flor de sol	<i>Viguiera laciata</i>	5	5	5	1	5	3	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	32	
Na	Ar	N	Fresno	<i>Fraxinus velutina</i>	5	5	5	5	5	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	-1	0	35	
Na	Ar	N	Mezquite	<i>Prosopis juliflora</i>	5	5	5	3	1	5	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	-1	0	30	
Na	Ar	S	Mezquite, tornillo	<i>Prosopis pubescens</i>	3	5	5	3	1	5	5	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	30	-1	0	29	
Na	Ar	S	Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	5	5	5	3	1	5	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	-1	0	30	
Na	Ar	S	Palo humo	<i>Dalea spinosa</i>	3	5	5	5	5	5	5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	35	-1	0	34	
Na	Ar	N	Palo verde	<i>Cercidium microphyllum</i>	5	5	5	5	1	5	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	-1	0	32	
Na	Ar	S	Torote, copal, árbol elefante	<i>Bursera microphylla</i>	5	5	5	3	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	39	-1	0	38		
Na	Pa	N	Palma abanico	<i>Washingtonia filifera</i>	3	5	5	5	1	5	5	5	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	37	0	0	37		
Na	Pa	N	Palma abanico mexicana	<i>Washingtonia robusta</i>	3	5	5	3	5	5	5	5	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	39	0	0	39		
Na	Pe	N	Alfombrilla	<i>Abronia maritima</i>	3	5	5	3	3	1	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	28	
Na	Pe	N	Pasto de galleta	<i>Hilaria rigida</i>	3	5	5	1	5	1	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	28	
Na	Su	N	Biznaguita, chilitos, greñuditas	<i>Mammillaria dioica</i>	5	5	5	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	-1	0	19	
Na	Su	S	Biznaga	<i>Ferocactus sp.</i>	5	5	5	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	-1	0	21	
Na	Su	N	Cacto aterciopelado	<i>Bergerocactus emoryi</i>	5	5	5	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	-1	0	21	
Na	Su	N	Cacto fresa	<i>Echinocereus engelmannii</i>	5	5	5	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	-1	0	19	
Na	Su	S	Cardón	<i>Pachycereus pringlei</i>	5	5	5	0	1	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25	-1	0	24		
Na	Su	S	Cholla	<i>Opuntia cholla</i>	5	5	5	0	1	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	-1	0	23	
Na	Su	N	Cholla de peluche	<i>Opuntia bigelovii</i>	5	5	5	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	-1	0	21	
Na	Su	N	Cholla güera	<i>Opuntia acanthocarpa</i>	5	5	5	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	-1	0	21	
Na	Su	N	Cholla plateada	<i>Opuntia echinocarpa</i>	5	5	5	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	-1	0	21	
Na	Su	S	Garambullo, senita	<i>Lophocereus schottii</i>	5	5	5	0	1	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25	-1	0	24		
Na	Su	S	Maguey	<i>Agave deserti</i>	3	5	5	3	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	28	-1	0	27		
Na	Su	N	Nopal	<i>Opuntia sp.</i>	5	5	5	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25	-1	0	24		
Na	Su	N	Rocío, flor de sol	<i>Mesembryanthemum crystallinum</i>	3	5	5	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0	0	18	
Na	Su	N	Siempreviva	<i>Dudleya attenuata</i>	5	5	5	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	20	
Ad	Ab	N	Abelia	<i>Abelia grandiflora</i>	3	5	5	5	3	3	1	5	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	35	0	-1	34	
Ad	Ab	N	Acacia	<i>Acacia constricta</i>	5	5	5	5	1	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	-1	29	

Tabla 2
Valoración de las características, funciones ambientales, funciones paisajísticas y normatividad, de la vegetación nativa y adaptada aplicables al área de estudio (continuación).

Origen	Tipo	Proteccion NOM-059-ECOL-2001	Planta		Características								Funciones ambientales								Funciones paisajísticas					Reglamento Mexicali	Suma total			
			Nombre común	Nombre científico	Agua	Luz	Mantenimiento	Follaje	Crecimiento	Altura	Suelo	Permanencia	Control de la radiación solar	Control de temperatura	Control del viento	Control de la humedad	Control de la precipitación	Purificación de la atmósfera	Control de la erosión por viento	Control de la acústica	Creación de muros	Creación de techos	Creación de pisos	Control de circulación	Creación de núcleos			Suma	Posible daño al público	Puede obstruir el tránsito
Ad	Ab	N	Acacia, huizache	Acacia farnesiana	3	3	5	3	3	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	32		
Ad	Ab	N	Acebo, capiransi	Ilex cornuta	3	5	5	5	1	3	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	-1	27		
Ad	Ab	N	Aralia japonesa	Fatsia japonica (Aralia japonica)	1	3	3	3	3	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	26		
Ad	Ab	N	Boj japonés	Buxus microphylla japonica	3	3	3	5	1	3	5	5	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	34	0	-1	33	
Ad	Ab	N	Brocha, cepillo	Callistemon citrinus	5	5	5	5	3	5	5	5	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	40	0	-1	39	
Ad	Ab	N	Brocha, cepillo llorón	Callistemon viminalis	3	3	5	5	3	5	5	5	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	36	0	-1	35	
Ad	Ab	S	Cachanilla	Pluchea sericea	1	5	5	5	5	3	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	-1	31	
Ad	Ab	N	Carindapaz	Viburnum tinus	3	5	1	5	3	3	1	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	27	0	-1	26	
Ad	Ab	N	Carisa, caricia	Carissa grandiflora	3	5	5	5	5	3	1	5	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	36	0	-1	35	
Ad	Ab	N	Casia	Cassia artemisioides	5	5	3	5	5	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	-1	35	
Ad	Ab	N	Cassina	Ilex vomitoria	3	5	3	5	3	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	-1	33	
Ad	Ab	N	Cítiso	Cytisus racemosus	1	5	5	1	3	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	24	
Ad	Ab	N	Colorín	Sophora secundiflora	3	5	5	3	1	5	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	27	0	0	27	
Ad	Ab	N	Cotoneaster	Cotoneaster pannosus	3	5	5	5	5	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	39	0	-1	38	
Ad	Ab	N	Cotoneaster	Cotoneaster glaucophyllus	3	5	5	5	5	1	5	5	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	39	0	0	39	
Ad	Ab	N	Cotoneaster	Cotoneaster lacteus	3	5	5	5	5	3	5	5	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	40	0	-1	39	
Ad	Ab	N	Eleagno	Elaeagnus ebbingei	3	3	5	5	3	3	5	5	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	36	0	-1	35	
Ad	Ab	N	Eleagno	Elaeagnus pungens	3	5	5	5	3	5	5	5	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	40	0	-1	39	
Ad	Ab	N	Evónimo	Euonymus japonica	3	3	5	5	3	5	5	5	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	37	0	-1	36	
Ad	Ab	N	Evónimo (hiedra)	Euonymus fortunei (E. radicans)	3	3	5	5	3	1	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	31	0	0	31	
Ad	Ab	N	Flor de pascua, noche buena	Euphorbia pulcherrima	3	5	5	3	5	3	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	30	
Ad	Ab	N	Gardenia	Gardenia jasminoides	1	5	1	5	3	3	1	5	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	27	0	-1	26	
Ad	Ab	N	Granadina, guayabillo	Dodonea viscosa	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	42	0	-1	41	
Ad	Ab	N	Granado	Punica granatum	3	5	5	5	3	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	32	0	-1	31
Ad	Ab	N	Guayabo	Feijoa sellowiana	5	3	3	5	3	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	35	0	-1	34	
Ad	Ab	N	Hierba del pasmo, escoba amarga	Baccharis sarothroides	5	5	5	5	5	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	-1	37	
Ad	Ab	N	Higuerilla, ricino	Ricinus communis	1	5	5	5	5	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	-1	31	
Ad	Ab	N	Hipericón, hipérico	Hypericum calycinum	3	5	3	5	5	1	1	5	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	33	0	0	33	
Ad	Ab	N	Huele de noche	Cestrum nocturnum	3	5	5	3	3	3	1	5	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	31	0	0	31	
Ad	Ab	N	Jazmín	Jasminum mesnyi	5	5	5	3	5	3	3	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	32	
Ad	Ab	N	Jazmín azul	Plumbago auriculata (P. capensis)	3	5	5	5	3	3	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	-1	29	
Ad	Ab	N	Junco	Xylosma congestum	3	5	5	5	3	5	5	5	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	40	0	-1	39	
Ad	Ab	N	Junípero llorón	Juniperus scopulorum	1	5	5	3	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	0	34	
Ad	Ab	N	Junípero, cedro	Juniperus chinensis 'Pfitzerana glauca'	1	5	5	5	3	3	5	5	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	39	0	-1	38	
Ad	Ab	N	Junípero, cedro	Juniperus sabina 'Tamariscifolia'	1	5	3	5	1	1	5	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	28	0	0	28	
Ad	Ab	N	Junípero, cedro	Juniperus chinensis 'Kaizuka' o 'Torulos'	1	5	5	5	1	5	5	5	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	38	0	-1	37	
Ad	Ab	N	Lantana, confituro	Lantana camara	3	5	5	5	5	1	5	5	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	39	0	0	39	
Ad	Ab	N	Lantana, jorinquillo	Lantana montevidensis	3	5	5	5	5	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	39	0	-1	38	
Ad	Ab	N	Lentisco	Rhus ovata	5	5	5	5	1	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	39	0	-1	38	
Ad	Ab	N	Llamarada	Tecomaria capensis	3	5	3	5	5	3	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	33	0	-1	32	
Ad	Ab	N	Madreselva	Lonicera japonica	3	5	5	3	5	3	5	5	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	39	0	0	39	
Ad	Ab	N	Matorral de las mariposas	Buddleia davidii	1	5	3	3	5	3	1	5	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	28	0	0	28	
Ad	Ab	N	Matorral espinoso	Celtis pallida	5	5	5	5	1	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	0	-1	33	
Ad	Ab	N	Mirto, arrayán	Myrtus communis	3	5	5	5	3	3	5	5	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	38	0	-1	37	

Tabla 2
Valoración de las características, funciones ambientales, funciones paisajísticas y normatividad, de la vegetación nativa y adaptada aplicables al área de estudio (continuación).

Origen	Tipo	Proteccion NOM-059-ECOL-2001	Planta		Características								Funciones ambientales								Funciones paisajísticas					Suma	Reglamento Mexicali		Suma total
			Nombre común	Nombre científico	Agua	Luz	Mantenimiento	Follaje	Crecimiento	Altura	Suelo	Permanencia	Control de la radiación solar	Control de temperatura	Control del viento	Control de la humedad	Control de la precipitación	Purificación de la atmósfera	Control de la erosión por viento	Control de la acústica	Creación de muros	Creación de techos	Creación de pisos	Control de circulación	Creación de núcleos		Posible daño al público	Puede obstruir el tránsito	
Ad	Ab	N	Nandina	Nandina domestica	1	3	5	1	1	3	5	5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	28	0	0	28	
Ad	Ab	N	Obelisco	Hibiscus rosa-sinensis	1	5	3	5	3	3	5	5	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	34	0	-1	33	
Ad	Ab	N	Palo prieto, pinacate, pinacatillo	Cassia wislizeni	5	5	5	3	3	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	28	
Ad	Ab	N	Pan de cielo, pitos, azahar de la India	Pittosporum tobira	1	3	5	5	1	3	1	5	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	29	0	-1	28	
Ad	Ab	N	Pata de cabra	Lysiloma thornberi	5	5	5	3	3	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	0	36	
Ad	Ab	N	Peral	Photinia fraseria	3	5	3	5	3	5	5	5	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	37	0	-1	36	
Ad	Ab	N	Peral	Photinia serrulata	3	5	3	5	3	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	33	0	-1	32
Ad	Ab	N	Pimiento de Brasil, pirul brasileño	Schinus terebinthifolius	3	5	3	5	3	5	5	5	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	37	0	-1	36	
Ad	Ab	N	Pinillo salado	Tamarix chinensis	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	45	0	-1	44
Ad	Ab	N	Piracanta, arbusto de fuego	Pyracantha coccinea	3	5	5	5	5	3	5	5	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	43	0	-1	42
Ad	Ab	N	Poinciana	Caesalpinia gilliesii	1	5	5	1	5	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	23	0	0	23
Ad	Ab	N	Romero	Rosmarinus officinalis	3	5	1	5	1	3	5	5	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	30	0	-1	29	
Ad	Ab	N	Romero	Rosmarinus officinalis 'Prostratus'	3	5	1	5	1	1	5	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	27
Ad	Ab	N	Rosa laurel	Nerium oleander	1	3	5	5	5	5	5	5	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	41	0	-1	40
Ad	Ab	N	Rosal	Rosa sp.	1	5	3	3	3	3	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	23	0	0	23
Ad	Ab	N	Trueno, ramo de novia	Ligustrum japonicum	3	3	5	5	3	5	5	5	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	39	0	-1	38
Ad	Ab	N	Tuya, enebro	Platycladus orientalis (Tuja orientalis)	3	5	5	5	3	5	5	5	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	44	0	-1	43
Ad	Ab	N	Yuca	Yucca gloriosa	5	5	5	5	3	3	3	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	35	0	-1	34
Ad	An	N	Geranio	Pelargonium peltatum	1	5	3	3	5	1	1	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	25
Ad	An	N	Girasol	Helianthus annuus	1	5	5	3	5	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	32
Ad	An	N	Mastuerzo, capuchina	Tropaeolum majus	3	5	5	1	5	1	1	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	27
Ad	An	N	Verbena	Verbena peruviana	3	5	5	5	5	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	30
Ad	Ar	N	Acacia	Acacia stenophylla	5	5	5	1	3	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	-1	0	33	
Ad	Ar	N	Acacia	Acacia abyssinica	5	5	5	3	3	5	5	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	37	-1	0	36	
Ad	Ar	N	Acacia	Robinia pseudoacacia	3	5	5	3	5	5	5	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	35	-1	0	34	
Ad	Ar	N	Alamo	Populus fremontii	1	5	5	5	5	5	3	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	33	-1	0	32	
Ad	Ar	N	Alamo blanco	Populus alba	3	5	5	5	5	5	5	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	38	-1	0	37	
Ad	Ar	N	Alamo negro, chopo	Populus nigra 'italica'	1	5	5	5	5	5	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	35	-1	0	34
Ad	Ar	N	Algarrobo	Ceratonia siliqua	5	5	5	5	3	5	3	5	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	41	-1	0	40
Ad	Ar	N	Árbol de botella	Brachychiton populneus	1	5	5	3	3	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	-1	0	31	
Ad	Ar	N	Árbol de la fortuna	Thevetia peruviana	3	5	5	3	5	5	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	34	-1	0	33
Ad	Ar	N	Árbol de los cielos	Ailanthus altissima	3	3	5	3	5	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	-1	0	29
Ad	Ar	N	Árbol de trompeta, palo de arco	Tecoma stans	3	5	5	3	3	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	-1	0	33	
Ad	Ar	N	Atmosférica	Lagerstroemia indica	5	5	5	3	1	5	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	29	-1	0	28	
Ad	Ar	N	Benjamina	Ficus benjamina	1	3	5	5	3	5	1	5	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	31	-1	0	30
Ad	Ar	N	Casuarina	Casuarina stricta	3	5	5	3	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	38	-1	0	37
Ad	Ar	N	Casuarina llorona, casuarina cola de caballo	Casuarina equisetifolia	5	5	5	3	5	5	5	5	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	45	-1	0	44
Ad	Ar	N	Casuarina, pino australiano	Casuarina cunninghamiana	3	5	5	5	5	5	5	5	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	42	-1	0	41
Ad	Ar	N	Ciprés de Arizona	Cupressus arizonica	5	5	5	5	3	5	5	5	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	42	-1	0	41
Ad	Ar	N	Ciprés italiano	Cupressus sempervirens	3	3	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	38	-1	0	37
Ad	Ar	N	Encino	Quercus ilex	5	5	5	5	3	5	5	5	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	41	-1	0	40
Ad	Ar	N	Encino	Quercus virginiana	5	5	5	5	3	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	-1	0	33
Ad	Ar	N	Encino, alcornoque	Quercus suber	5	5	5	5	1	5	1	5	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	36	-1	0	35
Ad	Ar	N	Eucalipto	Eucalyptus camaldulensis	3	5	5	3	5	5	5	5	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	40	-1	0	39

Tabla 2
Valoración de las características, funciones ambientales, funciones paisajísticas y normatividad, de la vegetación nativa y adaptada aplicables al área de estudio (continuación).

Origen	Tipo	Proteccion NOM-059-ECOL-2001	Planta		Características								Funciones ambientales								Funciones paisajísticas					Suma	Reglamento Mexicali		Suma total
			Nombre común	Nombre científico	Agua	Luz	Mantenimiento	Follaje	Crecimiento	Altura	Suelo	Permanencia	Control de la radiación solar	Control de temperatura	Control del viento	Control de la humedad	Control de la precipitación	Purificación de la atmósfera	Control de la erosión por viento	Control de la acústica	Creación de muros	Creación de techos	Creación de pisos	Control de circulación	Creación de núcleos		Posible daño al público	Puede obstruir el tránsito	
Ad	Ar	N	Eucalipto	<i>Eucalyptus viminalis</i>	3	5	5	3	5	5	5	5	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	38	-1	0	37
Ad	Ar	N	Eucalipto	<i>Eucalyptus cinerea</i>	3	5	5	5	5	5	5	5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	40	-1	0	39
Ad	Ar	N	Eucalipto	<i>Eucalyptus citriodora</i>	1	5	5	3	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	-1	0	33
Ad	Ar	N	Eucalipto silver dollar	<i>Eucalyptus polyanthemos</i>	3	5	5	5	5	5	5	5	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	40	-1	0	39
Ad	Ar	N	Fresno	<i>Fraxinus excelsior</i>	3	5	3	3	5	5	5	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	32	-1	0	31
Ad	Ar	N	Fresno	<i>Fraxinus udhei</i>	5	5	3	3	5	5	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	33	-1	0	32
Ad	Ar	N	Guamúchil	<i>Pithecellobium flexicaule</i>	3	5	5	3	1	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	-1	0	31
Ad	Ar	N	Higuera	<i>Ficus carica</i>	5	5	5	5	5	5	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	-1	0	36
Ad	Ar	N	Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	3	5	3	3	5	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	31	-1	0	30
Ad	Ar	N	Laurel del poeta	<i>Laurus nobilis</i>	3	5	5	5	1	5	5	5	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	38	-1	0	37
Ad	Ar	N	Limonero	<i>Citrus lemon</i>	3	5	3	5	5	3	1	5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	33	0	0	33
Ad	Ar	N	Magnolia	<i>Magnolia grandiflora</i>	3	5	5	5	3	5	1	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	34	-1	0	33
Ad	Ar	N	Mezquite	<i>Prosopis alba</i>	5	5	5	5	5	5	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	-1	0	36
Ad	Ar	N	Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	5	5	5	3	5	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	-1	0	33
Ad	Ar	N	Mezquite	<i>Prosopis chilensis</i>	5	5	5	3	5	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	-1	0	33
Ad	Ar	N	Mora	<i>Morus alba</i>	1	5	3	5	5	5	5	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	34	-1	0	33
Ad	Ar	N	Naranja dulce	<i>Citrus sinensis</i>	3	5	3	5	5	5	1	5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	35	-1	0	34
Ad	Ar	N	Níspero	<i>Eriobotrya deflexa</i>	1	5	5	5	3	5	5	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	-1	0	34
Ad	Ar	N	Níspero del Japón	<i>Eriobotrya japonica</i>	3	5	5	5	3	5	5	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	-1	0	36
Ad	Ar	N	Nogal pecanero	<i>Carya illinoensis</i>	3	5	5	3	3	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	-1	0	25
Ad	Ar	N	Olivo	<i>Olea europea</i>	3	5	3	3	1	5	3	5	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	31	-1	0	30
Ad	Ar	N	Olmo	<i>Ulmus parvifolia</i>	5	5	5	3	5	5	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	38	-1	0	37
Ad	Ar	N	Olmo chino	<i>Ulmus pumila</i>	5	5	5	3	5	5	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	36	-1	0	35
Ad	Ar	N	Orquídea blanca	<i>Bauhinia forticata (B. candicans)</i>	3	5	5	3	1	5	5	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	-1	0	29
Ad	Ar	N	Orquídea morada	<i>Bauhinia variegata (B. grandiflora)</i>	3	5	5	3	1	5	5	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	31	-1	0	30
Ad	Ar	N	Palo escopeta, acacia de Constantinopla	<i>Albizia julibrissin</i>	3	5	5	3	5	5	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	-1	0	32
Ad	Ar	S	Palo verde	<i>Parkinsonia aculeata</i>	5	5	5	3	5	5	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	-1	0	34
Ad	Ar	S	Palo verde	<i>Cercidium floridium</i>	3	5	5	5	5	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	-1	0	33
Ad	Ar	N	Peral	<i>Pyrus kawakamii</i>	3	5	3	3	3	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	-1	0	24
Ad	Ar	N	Pino de seda	<i>Grevillea robusta</i>	1	5	5	5	5	5	5	5	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	42	-1	0	41
Ad	Ar	N	Pino Monterrey, pino de Alepo	<i>Pinus halepensis</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	42	-1	0	41
Ad	Ar	N	Pino salado	<i>Tamarix aphylla (T. articulata)</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	46	-1	0	45
Ad	Ar	N	Piocha	<i>Melia azedarach</i>	3	5	5	5	5	5	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	-1	0	34
Ad	Ar	N	Pirul peruano	<i>Schinus molle</i>	1	5	1	3	3	5	5	5	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	31	-1	0	30
Ad	Ar	N	Pittosporum llorón	<i>Pittosporum phylliraeoides</i>	3	5	5	1	3	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	-1	0	31
Ad	Ar	N	Sauce llorón	<i>Salix babylonica</i>	3	5	3	3	5	5	5	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	34	-1	0	33
Ad	Ar	N	Sauzgatillo, agnocasto	<i>Vitex agnus-castus</i>	3	5	5	5	5	5	5	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	36	-1	0	35
Ad	Ar	N	Tabachín	<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	3	5	5	3	3	5	5	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	-1	0	31
Ad	Ar	N	Trueno	<i>Ligustrum lucidum</i>	3	3	3	5	3	5	5	5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	40	-1	0	39
Ad	Ar	N	Yucateco, laurel de la India	<i>Ficus microcarpa (F. retusa nitida)</i>	1	5	3	5	5	5	1	5	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	37	-1	0	36
Ad	Ar	N	Zamaque africano	<i>Rhus lancea</i>	5	5	5	5	1	5	5	5	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	38	-1	0	37
Ad	Cu	N	Chamizo	<i>Atriplex lentiformis</i>	5	5	5	5	3	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	42	0	0	42
Ad	Cu	N	Chamizo	<i>Atriplex semibaccata</i>	5	5	5	5	5	1	5	5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	39	0	0	39
Ad	Cu	N	Hiedra	<i>Hedera helix</i>	1	3	5	5	5	1	5	5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	33	0	0	33

Tabla 2
 Valoración de las características, funciones ambientales, funciones paisajísticas y normatividad, de la vegetación nativa y adaptada aplicables al área de estudio (continuación).

Origen	Tipo	Proteccion NOM-059-ECOL-2001	Planta		Características								Funciones ambientales								Funciones paisajísticas					Suma	Reglamento Mexicali		Suma total
			Nombre común	Nombre científico	Agua	Luz	Mantenimiento	Follaje	Crecimiento	Altura	Suelo	Permanencia	Control de la radiación solar	Control de temperatura	Control del viento	Control de la humedad	Control de la precipitación	Purificación de la atmósfera	Control de la erosión por viento	Control de la acústica	Creación de muros	Creación de techos	Creación de pisos	Control de circulación	Creación de núcleos		Posible daño al público	Puede obstruir el tránsito	
Ad	Cu	N	Hiedra	<i>Hedera canariensis</i>	1	3	5	5	5	1	5	5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	33	0	0	33
Ad	Cu	N	Junípero, enebro enano	<i>Juniperus horizontalis 'Wiltonii'</i>	1	5	3	5	3	1	5	5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	31	0	0	31
Ad	Cu	N	Novias del sol	<i>Gazania rigens</i>	3	5	5	5	5	1	3	5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	35	0	0	35
Ad	Cu	N	Olivilla blanca	<i>Teucrium chamaedrys</i>	3	5	5	5	1	1	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	31	0	0	31
Ad	Cu	N	Pasto de San Agustín	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	3	5	1	0	5	0	5	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	22	0	0	22
Ad	Cu	N	Pasto Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>	3	5	1	0	5	0	5	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	22	0	0	22
Ad	En	N	Bejuco, enredadera de trompeta violeta	<i>Clytostoma callistegioides</i>	3	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	38
Ad	En	N	Buganvilla	<i>Bougainvillea sp.</i>	3	5	3	5	3	5	1	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	32
Ad	En	N	Copa de oro	<i>Campsis radicans</i>	3	3	5	3	5	3	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	29
Ad	En	N	Enredadera de trompa amarilla	<i>Macfadyena unguis-cati</i>	5	3	5	5	5	5	5	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	40
Ad	En	N	Glicina	<i>Wisteria floribunda</i>	1	5	5	3	3	5	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	26
Ad	En	N	Higuera trepadora	<i>Ficus pumila (F. repens)</i>	3	5	3	5	5	5	5	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	0	0	37
Ad	En	N	Higuerilla	<i>Rosa banksiae</i>	3	5	5	5	5	3	5	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	38
Ad	En	N	San Miguelito, zarcillos	<i>Antigonon leptopus</i>	3	5	5	5	5	3	5	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	38
Ad	Pa	N	Cica	<i>Cycas revoluta</i>	5	5	5	3	1	3	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	29	0	0	29
Ad	Pa	N	Coco plumosa	<i>Arecastrum romanzoffianum</i>	3	3	5	3	3	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	33	0	0	33
Ad	Pa	N	Palma azul, palma de abanico	<i>Brahea armata (Erythea armata)</i>	3	5	5	5	1	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	35	0	0	35
Ad	Pa	N	Palma brasileña	<i>Butia capitata</i>	3	5	5	5	1	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	35	0	0	35
Ad	Pa	N	Palma datilera	<i>Phoenix dactylifera</i>	3	5	5	3	1	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	33	0	0	33
Ad	Pa	N	Palma real, palma de agua	<i>Sabal mexicana</i>	3	5	5	3	1	5	5	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	34	0	0	34
Ad	Pa	N	Palma Phoenix, palmera de Canarias	<i>Phoenix canariensis</i>	1	5	3	5	1	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	31	0	0	31
Ad	Pe	N	Acanto	<i>Acanthus mollis</i>	3	3	5	5	5	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	28
Ad	Pe	N	Aspidistra, hojas de salón	<i>Aspidistra elatior (A. lurida)</i>	3	3	5	5	1	1	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	28
Ad	Pe	N	Aucuba	<i>Aucuba japonica</i>	1	3	5	3	1	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	26
Ad	Pe	N	Bambú	<i>Bambusa sp.</i>	3	3	3	5	5	3	5	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	33
Ad	Pe	N	Carrizo	<i>Arundo donax</i>	1	5	5	3	5	5	5	5	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	36	0	0	36
Ad	Pe	N	Cola de zorro, hierba de las pampas	<i>Cortaderia selloana</i>	3	5	5	5	5	3	1	5	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	34	0	0	34
Ad	Pe	N	Espárrago sprengeri	<i>Asparagus densiflorus 'Sprengeri'</i>	3	3	5	5	3	1	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	31	0	0	31
Ad	Pe	N	Oreja de burro, lengua de suegra	<i>Sansevieria trifasciata</i>	3	3	5	3	3	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	24
Ad	Pe	N	Paraguas	<i>Cyperus alternifolius</i>	1	5	5	3	5	3	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	28
Ad	Pe	N	Piñonona	<i>Philodendron selloum</i>	3	1	5	3	3	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	22
Ad	Pe	N	Teresita	<i>Vinca mayor</i>	3	3	5	3	5	1	1	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	28	0	0	28
Ad	Pe	N	Verónica	<i>Veronica spicata</i>	1	5	5	3	5	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	0	0	26
Ad	Su	N	Deditos, diente de león, dedo de moro	<i>Carpobrotus edulis</i>	5	5	5	5	5	1	1	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	34	0	0	34
Ad	Su	N	Sahuaro	<i>Carnegiea gigante (Cereus giganteus)</i>	5	5	5	0	1	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25	-1	0	24
Ad	Su	N	Sábila	<i>Aloe barbadensis</i>	5	5	5	3	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	29

Elaboración propia con base en: XVII Ayuntamiento de Mexicali (2005), Chong (1989), Gobierno Municipal (2005) y Peña (1990, 1998).

CAPITULO III

ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO

La ciudad de Mexicali se encuentra dentro de la zona geográfica del Desierto de Sonora, comparte características ambientales y paisajísticas con otras ciudades desérticas como escasez de agua, radiación solar abundante, paisaje definido por montañas rocosas y colores ocres. Pero específicamente dicha ciudad se encuentra en la zona del delta del Río Colorado, lo cual le brinda la capacidad de contar con más agua que otras ciudades desérticas.

La administración del agua que llega a Mexicali depende de los Estados Unidos (CESPM, 1997), y además se ve afectada por el aumento de la población en el municipio y la falta de cuidado y ahorro por parte de los ciudadanos. Al igual que otras ciudades modernas, Mexicali presenta problemas ambientales y de calidad de paisaje urbano, lo que puede ser apoyado con el uso de vegetación; para el caso de las características climatológicas de una ciudad desértica la óptima sería la nativa y adaptada (IMIP, 2007). Dicha vegetación requiere menor cantidad de agua y presenta mayor resistencia a las altas temperaturas de la zona, lo que disminuye el consumo de recursos ambientales, sociales y económicos, tanto para la ciudadanía como para el medio ambiente.

PRESENTACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Las características climatológicas con las que cuenta Mexicali hacen de ella una ciudad desértica típica pero, a la vez, se diferencia de las demás por uno de sus rasgos físicos principales, que es la presencia de una depresión provocada por varias explosiones en los primeros años del siglo XX, las cuales tenían el propósito de dar fin a las inundaciones que acabaron con los primeros intentos de asentamientos de la ciudad y dirigir el caudal hacia los Estados Unidos (Lucero, 2002).

Durante años dicha depresión fue el patio trasero de las casas sobre las laderas del Río Nuevo, el cual llevaba aguas residuales hacia la frontera. El Río Nuevo fue entubado durante la década de los noventa, y al convertirse en vialidad fue renombrado como Calzada de los Presidentes.

Importancia del área de estudio

El Río Nuevo fue por años la principal marca y división física de la ciudad, ahora la Calzada de los Presidentes representa el área de desarrollo administrativo, recreativo, educativo, judicial y económico de la ciudad, ya que es ahí donde se concentran los más nuevos e importantes edificios del equipamiento de la ciudad.

Por esta vialidad se puede llegar al centro histórico y cívico; y sobre ella se encuentran las entradas al Mercado Braulio Maldonado y al Bosque y Zoológico de la Ciudad. Ubicados a lo largo de dicha calzada están el Centro Estatal de las Artes (CEART), el Centro de Ferias y Exposiciones (FEX), la Unidad Deportiva Francisco Villa, el Centro de Desarrollo Humano Integral Centenario, el Salón de la Fama del Deporte de Mexicali, la Procuraduría General de Justicia del Estado, la Plaza Centenario con el asta bandera, la Facultad de Ciencias Administrativas (FCA) de la UABC, el Centro de Control, Comando, Comunicación y Cómputo (C4), y el Centro de Justicia Penal. Las colonias que se encuentran a lo largo de la Calzada de los Presidentes son, en su mayoría, populares. Además de lo anterior, el punto de origen de esta calzada es la puerta principal de entrada y salida hacia los Estados Unidos de América.

Las características físicas, la infraestructura y las actividades que se realizan en la Calzada de los Presidentes, hacen de ella el marco de referencia del desarrollo de Mexicali.

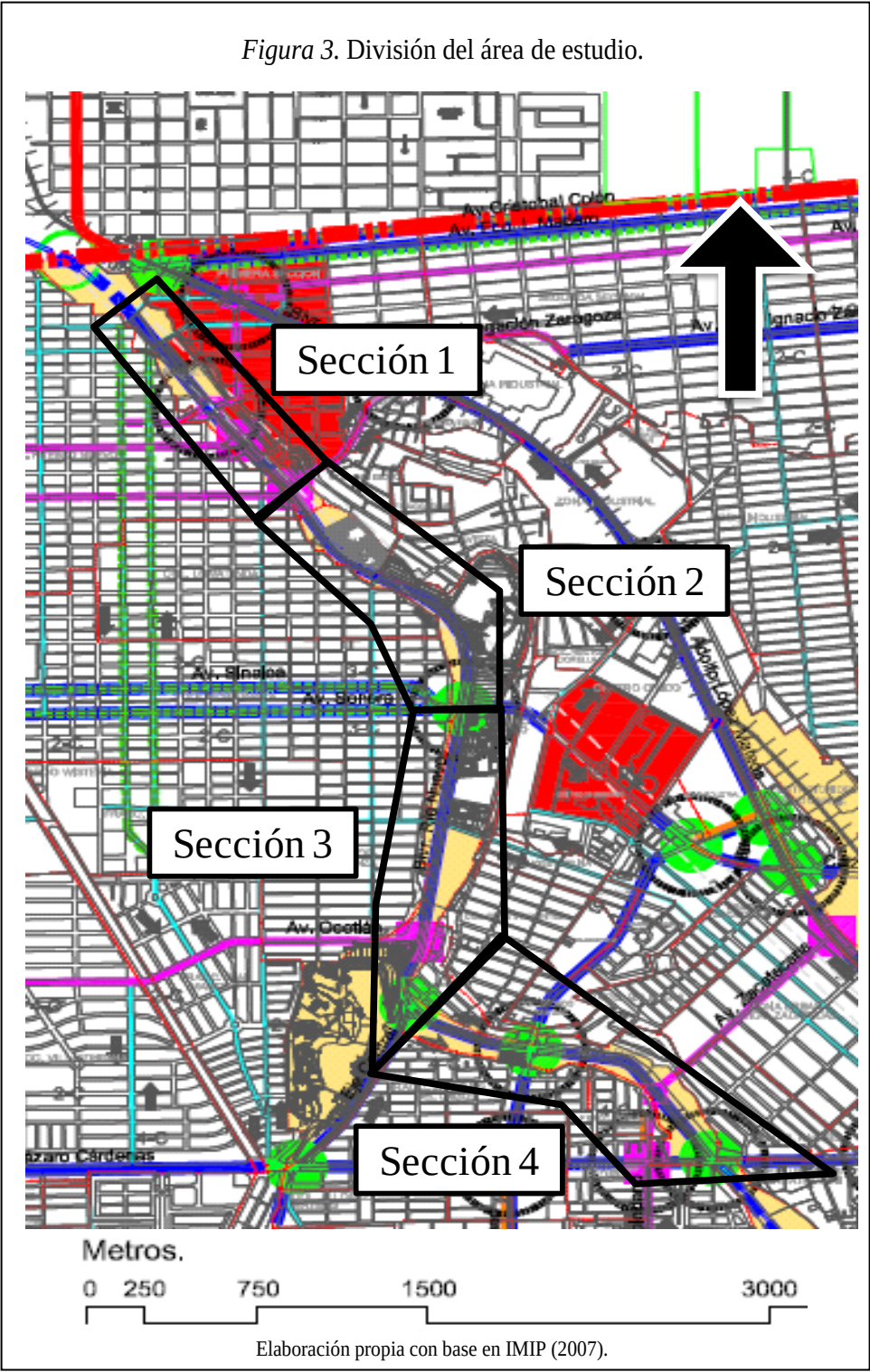
DESCRIPCIÓN FOTOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

En la siguiente descripción fotográfica se mencionan detalladamente los problemas de paisaje urbano que presenta cada una de las secciones del área de estudio; además se identifican los principales elementos arquitectónicos y de infraestructura que dominan el paisaje urbano del área de estudio.

División del área de estudio

Para facilitar el análisis del área de estudio (Calzada de los Presidentes) esta se dividió en cuatro secciones: la primera comprende de la calle Puente Blanco a la intersección de las calles Oaxaca y Aldama; la segunda, parte de la anterior intersección hasta la avenida Independencia; la tercera, de la

Independencia hasta la intersección de las calles Océano Atlántico y Paseo de Los Grandes Lagos; y por último, la cuarta, de la anterior intersección hasta el boulevard Lázaro Cárdenas.



Sección 1. Puente Blanco - Oaxaca y Aldama

La primera sección es la puerta de entrada a Mexicali (figura 20), en la cual no existe presencia de vegetación tanto en el camellón principal como en las banquetas. El camellón principal está en un terreno deprimido, en contraste con las calles. Los terrenos del área este también se encuentran a un nivel inferior al de la calle y no tienen alguna cobertura ni vegetal ni de asfalto, a pesar de que es un estacionamiento público.

Conforme se avanza hacia el sur se observan una subestación de energía eléctrica y una serie de torres de alta tensión; el desnivel del camellón principal va disminuyendo hasta llegar al mismo nivel de las calles. En este espacio es relativamente escasa la vegetación, sólo se presentan unos matorrales en el área del estacionamiento público.

La falta de cobertura vegetal tanto en el camellón principal como en las banquetas y terrenos aledaños hacen al área vulnerable a las acciones del viento, que levanta las partículas sueltas; y estas, a su vez, generan contaminación y poca visibilidad para los automovilistas y los peatones.

Las torres de alta tensión en la subestación de energía eléctrica, como las que se encuentran en los costados de la Calzada de los Presidentes, marcan y definen el espacio debido a la secuencia con la que están dispuestas.

En esta sección las laderas de la Calzada de los Presidentes no tienen cobertura vegetal de ningún tipo, la vegetación en esta sección se encuentra en la parte superior de las laderas, sólo en las casas habitación. Existe un complejo habitacional (figura 21) de cuatro niveles que está desalojado y se encuentra en proceso de demolición por el pasado sismo del 4 de abril de 2010. En contraste, está en proceso de construcción la comandancia de policía (figura 22) para este sector de la ciudad, la cual será de un solo nivel. A un costado de ella se encuentra un área verde que han plantado los taxistas del sitio, detrás de la futura comandancia.

El camellón principal cuenta con sólo algunos árboles, los cuales compiten con la banqueta que los está desplazando. La esquina oeste cuenta con vegetación que los dueños del centro de rehabilitación han plantado y mantenido. Los señalamientos viales de nombres de las calles son altos, pero los que están sobre las calles no están bien marcados y en algunas partes hacen falta.

Figura 20. Puerta de entrada a Mexicali. Camellón principal en el centro y laterales sin vegetación.



Figura 21. Camellón principal sin vegetación. Condominios Monte Albán en proceso de demolición (izq.) y subestación de energía eléctrica (der.)



Figura 22. Nueva comandancia (der.). Camellón principal sin vegetación y laderas del río. Presencia en plano vertical de torres de energía eléctrica y alumbrado público.



Figura 23. Estacionamiento. Camellón principal sin vegetación y estacionamiento de salón de eventos (der.) sin cobertura en el suelo y con poca vegetación.



Las bardas y paredes de los locales y casas con vista hacia la Calzada de los Presidentes son utilizadas como espacio publicitario y algunas tienen grafiti. Las viviendas que se encuentran en la parte superior de las laderas del río tienen localizados sus patios de aseo hacia la avenida.

En la esquina de las calles Jalisco y de los Presidentes hay un taller mecánico, en el que se generan problemas vehiculares al utilizar la guarnición y el carril interno como patio de trabajo. Tanto el taller mecánico como el salón de eventos sociales a un costado son de un solo nivel; en el patio del salón sólo existen algunas palmeras (figura 23) que permiten ver hacia la ladera oeste. Después del salón de eventos existe una planta de tratamiento de agua de la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali (CESPM), la cual genera malos olores; la extensión de la planta está cubierta perimetralmente por una barda alta.

Del otro lado de la acera el terreno está sin uso y sin cobertura, sólo se está construyendo un restaurante de un solo nivel. Continuando, se encuentra la parte posterior del Mercado Braulio Maldonado (figura 24), a cuyos locales se puede acceder en vehículo por la parte frontal del mercado. El uso del suelo es mixto, ya que existen tanto comercios como viviendas, lo que genera, una variación de las elevaciones de las fachadas que dan hacia la Calzada de los Presidentes.

Frente al mercado existen viviendas edificadas en la ladera del río, la cuales llegan hasta dos niveles; además, se encuentran dos comercios, y detrás de estos hay varios pinos salados de más de 10 m de alto. En toda esa área el camellón principal no cuenta con vegetación, sólo existe tierra suelta y algo de basura.

Figura 24. Camellón frente a Mercado Braulio Maldonado. Camellón principal sin vegetación frente a Mercado Braulio Maldonado (der.) con basura y casas sobre ladera del río (izq.) con problemas estructurales y planta de tratamiento de agua (centro).



Sección 2. Oaxaca y Aldama – Independencia

Esta sección (figura 25) cuenta con vegetación en el camellón principal (combinación de olivo negro, agave, acacia, palmera *washingtonia* y mezquite); además, presenta uso de grava y *mulch* como cubierta superior. Existe vegetación principalmente en la banqueta este, lo que deja a la oeste sin cobertura alguna; en esta sección las laderas del río cuentan con escasa vegetación, lo que propicia que la mayor parte del suelo este sin cobertura. La calle Jalapa no cuenta con pavimento en su totalidad, lo que genera residuos y deslaves en la época de lluvias.

Figura 25. Inicio sección 2. Laderas del río en intersección sin cobertura vegetal, camellón principal con vegetación y empedrado, y estacionamiento de equipo pesado sin cobertura.



En la esquina de las calles Aldama y de los Presidentes hay un estacionamiento de equipo pesado el cual no cuenta con pavimento ni vegetación. El área de reserva y patio de maniobras del Centro de Convenciones del CEART (figura 26) tampoco cuenta con alguna cobertura; incluso, la ladera detrás de él está desprotegida.

Tanto el Centro de Convenciones y el CEART (figura 27) son edificios nuevos que dominan el espacio existente debido a su volumetría; se observa una continuidad en el espacio por el uso de colores, alturas y formas similares; solamente el CEART cuenta con vegetación en el patio exterior, y a pesar de que el Centro de Convenciones cuenta con espacio para áreas verdes, no las tiene.

Figura 26. Estacionamiento de equipo pesado y Centro de convenciones. Camellón principal con vegetación y patio de maniobras del Centro de Convenciones (izq.) sin cobertura.



Figura 27. CEART. Entrada a CEART y camellón principal con vegetación. Presencia de palmeras, agaves, carisas, mezquites, césped y empedrado.



Hacia el sur se encuentra el palenque (figura 29), edificio de dos niveles y de forma circular que atrae la atención por el espacio libre que tiene a un lado; este último es un estacionamiento sin cobertura y sin vegetación. Tanto la ladera que se encuentra a un lado del palenque como la acera de enfrente no cuentan con cobertura, sólo existen algunos muros improvisados con llantas y otros materiales reciclados; algunos de estos muros son utilizados como propaganda comercial y, a pesar de ello, tienen escombros y basura a su alrededor.

La sección de camellón frente a la entrada del FEX (figura 28) tiene vegetación continua, en su mayoría mezquites y césped. El marco de entrada al FEX es un armado de metal elevado que contrasta con la forma masiva de las taquillas y la fuente de la entrada. En la entrada son utilizados colores llamativos como el morado y el verde, y se tienen algunos laureles, palmeras y césped, pero los dos primeros no son de gran tamaño. En contraste con la entrada al FEX, el estacionamiento que está enfrente (figura 29) es un área sin cobertura y está rodeado por un cerco de malla, además de que tiene laderas que presentan escombros y muros de refuerzo contruidos improvisadamente con materiales reciclados.

Figura 29. Estacionamiento del FEX (izq.) sin cobertura vegetal en laderas ni estacionamiento, uso de muros de contención como áreas de publicidad y depósitos de basura sobre laderas. El camellón principal presenta poca vegetación. El palenque del FEX (der.) es de forma circular.



Figura 28. Entrada a FEX. Marco de entrada con estructura metálica y camellón principal con vegetación, mezquites y césped.



A pesar de lo anterior, algunas viviendas se localizan sobre los muros improvisados. Las laderas en esta sección cuentan con vegetación como pino salado, maíz y palos verdes. Las torres de energía eléctrica se siguen presentando en esta sección; por la actividad que se realiza en el FEX se encuentran dispuestos varios anuncios publicitarios de gran tamaño y altura.

Sección 3. Independencia - Océano Atlántico y Paseo de Los Grandes Lagos

En el cruce de las calles Independencia y de los Presidentes se observa la presencia de las torres de energía eléctrica, semáforos y anuncios espectaculares que obstruyen el paisaje (figura 30). Los cables de las torres de energía eléctrica cruzan en dirección norte-sur (sobre la Calzada de los Presidentes) y este-oeste (sobre avenida Independencia). En esta sección las bases de las torres de energía eléctrica están pintadas con motivos decorativos. El tránsito es constante en ambas direcciones. El cerco del estacionamiento del FEX así como el de la casa ubicada contra esquina están cubiertos con anuncios publicitarios que obstruyen la vista. En la parte oeste la vegetación existente se conforma por algunos árboles en la parte superior de la ladera y arbustos bajos, junto con céspedes en la base de la ladera.

El camellón que se encuentra frente a la Unidad Deportiva Francisco Villa (figura 31), al Centro de Desarrollo Humano Integral Centenario, y al Salón de la Fama del Deporte de Mexicali, no cuenta con vegetación, a diferencia de los espacios que rodean a estos inmuebles. La vegetación predominante son los mezquites, palos verdes y algunos arbustos. Las laderas detrás de estos edificios

no están cubiertas completamente con vegetación ni con estructura que las refuerce. Tanto el edificio administrativo de la unidad deportiva como el techo que cubre la alberca se pierden entre los árboles que ocultan su vista, pero en el caso del Centro de Desarrollo Humano (CDH) no hay vegetación suficiente como para obstruir su vista. Los estacionamientos de la unidad deportiva y del CDH cuentan con pavimentación, pero el del CDH está en mejor estado. El edificio del CDH es de dos niveles, de forma rectangular y color gris. A un costado de él se localiza el Salón de la Fama del Deporte, el cual presenta una fachada de forma circular hacia la Calzada de los Presidentes y una de forma prismática hacia la ladera posterior; también tiene un área verde de gran tamaño en la entrada, y su estacionamiento está en la parte posterior. Detrás del Salón de la Fama se encuentra el edificio del Poder Judicial de la Federación, el cual sobresale por su altura, forma prismática y volumen masivo.

Figura 30. Cruce Independencia y los Presidentes, dominio en plano vertical de torres de energía eléctrica, cables, semáforos y anuncios publicitarios en ambos sentidos. Camellón principal sin cobertura vegetal (der.).



Figura 31. Unidad deportiva Francisco Villa (izq.) rodeada de árboles pero sin vegetación en su estacionamiento, Centro de Desarrollo Humano (der.) con poca vegetación y sin vegetación en su estacionamiento, y camellón principal sin vegetación.



A diferencia del lado este, el oeste no cuenta con infraestructura (figura 32), las laderas no tienen cobertura vegetal ni estructural; además, están deslavadas por las lluvias y tienen basura. A pesar de que se cuenta con espacio para áreas verdes, no las hay; sólo tienen matorrales en la parte baja, y en las orillas de la parte alta hay algunos árboles que los propietarios de los terrenos han plantado. Los cercos que delimitan los terrenos están elaborados con materiales de baja calidad, lo cual podría provocar peligro en el caso de un terremoto.

Toda la parte oeste de esta sección tiene las mismas características, a diferencia de la parte este, donde se encuentran, por ejemplo, el Centro de Justicia Penal de Baja California y el edificio de la Procuraduría General de Justicia del Estado, los cuales tienen una altura de cinco pisos y una fachada acristalada hacia el oeste. Ambos edificios tienen forma de prisma rectangular y usan colores claros. Las áreas verdes de estos edificios se encuentran frente a ellos, y tienen especies tales como laureles enanos, palmeras *washingtonia*, mezquites y césped. Después de estos edificios se localiza el puente Quintana Roo, cuya base está pintada con dibujos relativos al desierto.

El puente Quintana Roo (figura 33) divide el área ocupada por edificios de la que es sólo utilizada como estacionamiento y almacén para equipo pesado. En esta sección se puede observar la parte superior del entubado del antiguo río, ya que el camellón principal no cuenta con vegetación. Las torres de energía eléctrica están presentes también en esta área.

Toda la sección desde el puente Quintana Roo hasta la Facultad de Ciencias Administrativas presenta las mismas características: suelo en desuso (figura 34), presencia de escombros y falta de

vegetación; son muy similares a las características del lado oeste, sólo que ahí existe una vivienda y más vegetación sobre las laderas.

La Plaza Centenario, donde se encuentra el asta bandera, está descuidada (figura 35); el césped que debe existir casi ha desaparecido; además, la falta de vegetación alta permite la vista de las casas colindantes con la Calza de los Presidentes, las cuales brindan la vista de su patio posterior o de limpieza hacia dicha calzada. Se observa que el estacionamiento de la plaza tiene una plancha de asfalto, la cual carece de vegetación.

Figura 32. Ladera del río (der.) con cobertura vegetal sólo en la base y en la parte superior y faltante en laderas. El edificio de Justicia, de la Procuraduría del Estado (izq.), con vegetación frente a ellos y el camellón (izq.) sin cobertura vegetal. Las torres de energía eléctrica marcan el plano vertical junto con las luces mercuriales.



Figura 33. Laderas del puente sin cobertura vegetal (izq.), el entubado (der.) del río esta sobre el nivel del suelo, las torres de energía eléctrica (centro) marcan la dirección en el plano vertical.



Figura 34. Área de escombros. Banquetas con espacio para vegetación pero sin ella (der.), falta de vegetación en el camellón principal (centro) y escombros en terreno (izq.).



Figura 35. Descuido en la Plaza Centenario, sin árboles que provoquen sombra y césped en mal estado. Torres de energía eléctrica y cables (der.)



Sección 4. Océano Atlántico y Paseo de Los Grandes Lagos – Lázaro Cárdenas

La intersección de las calles Océano Atlántico y Paseo de Los Grandes Lagos y la Calzada de los Presidentes tiene tránsito constante al localizarse en la esquina sur la Facultad de Ciencias Administrativas (FCA), al oeste el Bosque y Zoológico de la Ciudad, al noreste la colonia El Vidrio, y al noroeste la Plaza Centenario con el asta bandera. La vista hacia el oeste está regida por la vegetación del Bosque y Zoológico (figura 36), a diferencia de la parte este, donde las casas habitación son utilizadas también como comercios.

El puente peatonal de la FCA (figura 37) es el elemento principal de esta sección, tanto por su tamaño como forma; de igual forma, la estructura de la facultad también sobresale por su color y material con el que está edificado. El camellón principal en esta sección cuenta con vegetación como mezquite, palo verde, cola de zorra y césped; pero no está presente en toda la extensión del camellón. Las torres de energía siguen presentes en esta sección. Las edificaciones frente a la FCA son viviendas de un solo nivel en su mayoría. La banqueta del área norte tiene espacio para vegetación; pero cuenta con muy poca. El área del estacionamiento de la FCA presenta el problema de falta de cobertura estructural y vegetal en la ladera sur.

Las viviendas frente a la FCA (figura 38) están construidas con diferentes materiales y no tienen una unión visual, incluso los cercos de estas son de diferentes tamaños, colores y materiales. En su mayoría el uso del suelo es habitacional, pero algunos terrenos son utilizados como comercios. A simple vista se puede observar que la colonia El Vidrio no cuenta con pavimentación en toda su

extensión, y la que existe no es de buena calidad. El camellón principal no cuenta con vegetación después del área de entrada a la FCA; la tierra está sin cobertura alguna. Se observa la presencia de los cables de las torres de energía eléctrica que interfieren con el paisaje.

El cruce de las calzadas Anáhuac y de los Presidentes (figura 39) está dominado en el plano elevado por las torres de energía eléctrica, los semáforos y las luces mercuriales. La única vegetación presente se encuentra en el área del edificio de la Comisión Estatal del Agua (CEA) y otra parte en el Centro de Comunicaciones, Cómputo, Control y Comando (C4); en su mayoría son palmeras *washingtonia*, mezquites, palos verdes, laureles enanos y buganvillas. Ambos edificios (CEA y C4) son de forma regular y de colores azules.

Figura 36. Bosque y Zoológico de la Ciudad y Plaza Centenario. Falta de vegetación en el camellón principal (der.), espacio enmarcado por las áreas verdes del Bosque y Zoológico de la Ciudad (izq.).



Figura 37. FCA y puente peatonal. Camellón principal con vegetación (izq.) en mal estado sólo frente a la Facultad de Ciencias Administrativas (FCA), paisaje enmarcado por el puente peatonal de forma curva (centro) en contraste con la forma rectangular de la FCA (der.).



Figura 38. Camellón frente a FCA. Falta de vegetación en el camellón principal después de la FCA y presencia de vivienda con diferentes estilos arquitectónicos y de baja calidad constructiva. Puente peatonal (izq.) y torres de energía eléctrica y cables (der.)



Figura 39. Cruce de las calles Anáhuac y de los Presidentes. Espacio vertical enmarcado por las torres de energía eléctrica y semáforos (centro), falta total de vegetación en camellón principal y laterales. Falta de banqueta transitable. Vegetación existente sólo dentro de espacio privado (der.).



El área desde el cruce de las calzadas Anáhuac y de los Presidentes hasta el boulevard Lázaro Cárdenas (figura 40) presenta las mismas características; la sección norte y noreste la ladera ha disminuido, pero para acceder a las calles internas se debe pasar por el interior de las colonias y no se puede entrar por la Calzada de los Presidentes. En esta sección siguen presentes las torres de energía eléctrica. El uso del suelo en su mayoría es habitacional; pero existen algunos comercios en la orilla de la calzada incluso dos escuelas privadas. El camellón principal en esta sección no tiene vegetación y tampoco existen áreas verdes en las banquetas del área sur y suroeste; estas áreas cuentan con una ladera y suelo sin cobertura estructural o vegetal.

El área final del análisis es la intersección del boulevard Lázaro Cárdenas (figura 41) y la Calzada de los Presidentes, en esta parte el camellón principal se encuentra cubierto con rocas y piedras, y existen unos agaves en la orilla del mismo. En el área este se encuentra un parque con vegetación como mezquites, agaves, palmeras *washingtonia* y nopales, pero también hay anuncios espectaculares. Del lado oeste el suelo está en desuso y no tiene cobertura, se encuentran conjuntos de escombros para relleno del desnivel.

Figura 40. Camellón principal, última sección. Ausencia total de vegetación en camellón principal y laterales, edificaciones de diferentes estilos y presencia de torres de energía eléctrica y alumbrado público en plano vertical.



Figura 41. Cruce de las calles Lázaro Cárdenas y de los Presidentes. El último tramo del camellón principal tiene empedrado pero sigue sin presentarse vegetación en ambos camellones. La vegetación presente se encuentra dentro de un predio plano (centro), pero en las laderas finales no existe, sólo hay anuncios publicitarios de gran altura y suelo sin cobertura (der.).



UNIDADES DE PAISAJE

De acuerdo con Steiner (2008) las unidades de paisaje son los patrones geográficos que resultan del proceso de comparar cada tipo de área fisiográfica o unidad de suelo homogéneo, las cuales determinan el conjunto general de categorías de uso de suelo o niveles de potencialidades o limitaciones para cada uso o actividad.

Para el caso de este trabajo, se consideró como unidad de paisaje a aquellas zonas que fueron resultado del análisis por capas del área de estudio, en las cuales se señalaron las áreas con mayor a menor valor paisajístico, y se determinaron las áreas específicas con problemas paisajísticos. Para su análisis se hizo una adaptación de la metodología de McHarg (Higueras, 2006; Steiner, 2008), tal como se describe a continuación.

Adaptación de la metodología de McHarg

La metodología de McHarg, también conocida como el “Método de análisis sustentable” de la Universidad de Pennsylvania, es el resultado del trabajo con sus colegas y estudiantes de esa institución, y fue desarrollado en la década de los sesenta. Aunque fueron varios los que contribuyeron a este método se consideran las aportaciones de McHarg como las más importantes y únicas, y consiste en analizar sectorialmente las diferentes variables que interaccionan en un territorio: relieve, vegetación, hidrología, suelo, etc., por medio de la superposición de diversos planos (Higueras, 2006; Steiner, 2008). Dicha metodología tiene origen, según comenta Steiner (2008), en los trabajos realizados a finales del siglo XIX, donde Olmsted y Eliot utilizaron dibujos a mano de pantanos, claros, montes, valles, límites, carreteras y caminos; y fotolitografías con los nombres y usos de los lugares; todas estas capas superpuestas en secciones con el fin de conocer el comportamiento geológico, topográfico y de vegetación de la zona metropolitana de Boston; lo que les dio como resultado el conocimiento de la disposición de la tierra.

Warren Manning, el aprendiz de Olmsted y Eliot, usó este método al realizar una serie de mapas para generar recomendaciones y cambios en los usos del suelo y de las rutas de circulación de la ciudad de Billerica, Massachusetts, en 1912. Después del trabajo elaborado por Eliot y Manning se realizaron varios más en otras ciudades de EUA y Europa, hasta que después de la Segunda Guerra Mundial, McHarg tomó a su cargo el curso que Tyrwhitt dejó, introduciendo el concepto de superposición de mapas (Steiner, 2008).

El método de McHarg supera a los anteriores por el enfoque sustentable que tiene el análisis, ya que contiene bases teóricas para la superposición de información; está enfocado hacia el trazado de mapas de los atributos naturales y los hechos por el hombre en el área de estudio, y el uso de fotografías semitransparentes. Las huellas transparentes de los valores claros y oscuros son superpuestas sobre cada una de las otras para construir los mapas sustentables necesarios para cada uso del suelo; con esta superposición de mapas se ilustra intrínsecamente la sustentabilidad para la clasificación del uso del suelo (Steiner, 2008).

El trabajo de McHarg se destaca al hacer denotar que una región debe ser entendida como un proceso biofísico y social comprensible a través de la operación de leyes naturales y de tiempo, el cual da como resultado las posibilidades y las limitantes para el uso humano; incluso, la combinación de mapas puede dar valores de diferentes calificaciones y niveles a cada una de las clasificaciones, dependiendo de las circunstancias y enfoques (Steiner, 2008).

McHarg explica que el “Método de análisis sustentable” consiste en identificar las áreas de interés como un conjunto de determinados procesos (tierra, agua, aire, etc.) que representan valores y pueden ser clasificados de mayor a menor, como la tierra más valiosa y la menos valiosa, los recursos de agua más abundantes y valiosos, las tierras agrícolas más productivas, las áreas con mayor fauna silvestre y las áreas con mayor y menor belleza escénica, la presencia y ausencia de edificios históricos, y así sucesivamente (Steiner, 2008).

Higueras (2006) comenta que de acuerdo con el método de McHarg, para realizar un análisis sustentable es necesario: primero, conocer los procesos naturales que afectan al hombre (hidrología, suelo erosionado, vegetación, contaminación, fauna, etc.); segundo, los procesos naturales que protegen o pueden dañar al hombre (marismas o llanuras de inundación); y tercero, los procesos naturales únicos o valiosos y los vulnerables (áreas de interés construidas o naturales). Los suelos óptimos para la creación de áreas verdes serán aquellos que cuenten con pendientes mayores a 10%, cerca de cursos de agua superficial, con vegetación existente relevante o que pueda ser potencialmente regenerada (Higueras, 2006).

Steiner (2008) explica los siete pasos para realizar un análisis sustentable:

1. Identificar los usos del suelo y definir las necesidades de cada uno.
2. Relacionar las necesidades de los usos del suelo con los factores naturales.
3. Identificar la relación entre determinados fenómenos sobre los mapas de necesidades biofísicas del medio ambiente y usos del suelo.

4. Elaborar mapas de congruencia de los fenómenos deseados y elaborar reglas de combinación para expresar niveles de idoneidad.
5. Identificar los contrastes entre la potencialidad de los usos del suelo y los procesos biofísicos.
6. Sobreponer los mapas de limitaciones y oportunidades, y a través de reglas de combinación, desarrollar un mapa de idoneidad intrínseca para varios usos del suelo.
7. Desarrollar un mapa compuesto de las clasificaciones de los usos del suelo más sustentables.

Para este trabajo se adaptó la anterior metodología y se realizaron los siguientes pasos:

1. Identificación de las unidades de vegetación, usos del suelo, vialidades, pendientes, comportamiento del suelo y paisaje; y definición de los valores de cada una de las unidades.
2. Relación de los valores del paisaje con los valores de las demás unidades.
3. Identificación de la relación de los valores del paisaje y las necesidades de las unidades de vegetación, usos del suelo, vialidades, pendientes y comportamiento del suelo.
4. Elaboración de mapas de valoración del área de estudio: vegetación, usos del suelo, vialidades, pendientes, comportamiento del suelo y paisaje.
5. Identificación de los contrastes entre las potencialidades de los valores del paisaje y las necesidades de las demás unidades.
6. Con la superposición de mapas de valores de las unidades y de oportunidades, se desarrolló un mapa de unidades de paisaje final.
7. Elaboración una matriz de clasificación de unidades de paisaje para realizar una propuesta de intervención con uso de vegetación.

Debido a que no es uno de los objetivos que se presentaron al inicio de este trabajo proponer la modificación de usos de suelo del área de estudio, el último punto del método de McHarg no se realizó; en su lugar se elaboró una matriz de clasificación de unidades de paisaje (ver tabla 3), la cual sirvió para identificar la combinación de los valores de las unidades de paisaje y determinar las áreas en las cuales se requería la intervención por medio del uso de vegetación.

Unidades de paisaje del área de estudio

Las unidades de paisaje son el resultado del análisis por capas del área de estudio, señalan las áreas con mayor a menor valor paisajístico, y determinan las áreas específicas con problemas paisajísticos (figura 53). Para identificar la combinación de los valores de las unidades de paisaje se creó la siguiente matriz, la cual se elaboró con base en información de Arellano, Mendoza, Reyes, Rocha y Ruiz (2007) e IMIP (2007).

Tabla 3. Matriz de clasificación de unidades de paisaje del área de estudio.

Variables	Valores		
	1 punto	3 puntos	5 puntos
Vegetación	Nula	Escasa	Media
Usos del suelo	Infraestructura	Mixto	Áreas verdes
	Almacenamiento	Comercial	Equipamiento
		Habitacional	
Vialidades	Colectores	Secundaria	Primaria
Topografía	Pendientes de laderas	-	Pendientes 0-2%
Comportamiento del suelo	Mayor movimiento	-	Menor movimiento
Paisaje	Desagradable	Aceptable	Agradable

Fuente: Elaboración propia con base en Arellano, Mendoza, Reyes, Rocha y Ruiz (2007) e IMIP (2007).

Una vez realizado el análisis anterior se localizaron las unidades de paisaje que comparten las mismas características, lo que dio como resultado el siguiente listado de valores de unidades:

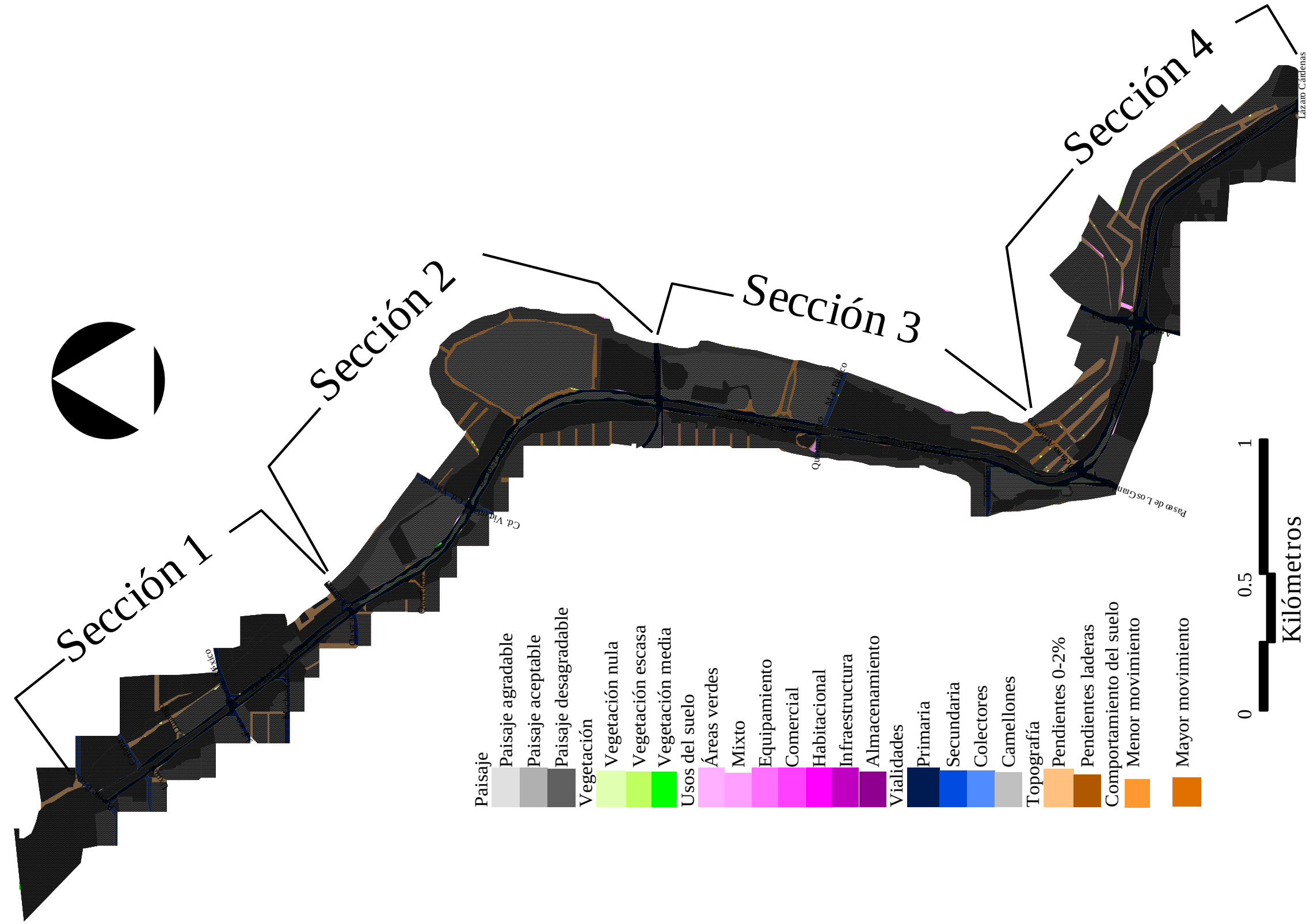
- Valores altos: se presentan principalmente en el equipamiento y áreas verdes, donde la vegetación que rodea a los edificios es media; además, están sobre vialidades primarias con una pendiente de 0 a 2%. El comportamiento del suelo es menor y existe paisaje agradable.
- Valores medios: principalmente están presentes dentro de las áreas comerciales, habitacionales y de uso mixto, donde la vegetación es escasa; están rodeados de vialidades secundarias. Pueden estar tanto en pendientes de 0 a 2% como cerca de las laderas del río. También pueden estar dentro de áreas de comportamiento mayor o menor, y cuentan con paisaje aceptable.

- Valores bajos: las áreas de almacenamiento e infraestructura comprenden esta unidad, la vegetación es nula en las pendientes de laderas, están cerca de colectores y están en el área con mayor movimiento del suelo y presentan paisaje desagradable.

En la figura 42 se puede observar que en las áreas que comprenden el paisaje agradable se presenta la combinación de usos de suelo con el equipamiento y áreas verdes, presencia de vegetación media, vialidades primarias, pendientes de 0 al 2% y con menor movimiento del suelo. En las áreas de paisaje aceptable está presente la combinación de usos de suelo mixto, comercial y habitacional, la vegetación escasa y vialidades secundarias; pueden o no presentarse pendientes o suelo casi plano, y el movimiento del suelo en mayor o menor medida. En las áreas de paisaje desagradable se encuentra la combinación de vegetación nula, usos de suelo como la infraestructura y el almacenamiento, vialidades como los colectores, pendientes de laderas y un mayor movimiento del suelo.

A continuación se presenta la descripción de los valores de las unidades del área de estudio, la identificación de la relación de los valores del paisaje con los valores de las demás unidades, y la identificación de los contrastes entre las potencialidades de los valores del paisaje y las necesidades de las demás unidades.

Figura 42. Unidades de paisaje del área de estudio.



Elaboración propia con base en: Acosta, Arellano, Mendoza, Reyes, Rocha y Ruiz (2007) e IMIP (2007).

Paisaje

La sección 1 es la que cuenta con paisaje desagradable, al estar rodeada de establecimientos comerciales principalmente en desuso y con presencia de grafiti; estacionamientos sin cobertura y vista de los patios de aseo, bardas y cercos de las viviendas sobre las laderas; inclusive, la presencia de vegetación es casi nula (figura 43). El paisaje agradable resultado de la presencia y alta calidad arquitectónica del equipamiento en la sección 2 contrasta con el paisaje desagradable conformado por las áreas de almacenamiento (estacionamientos sin cobertura ni vegetación), laderas con escombros y muros de contención elaborados con material de baja calidad, así como con la vista de los patios traseros de las viviendas sobre las laderas. La primera parte de la sección 3 presenta paisaje agradable por el equipamiento del CEART, el Centro de Convenciones, el FEX y el palenque, que son edificios nuevos y que usan vegetación; sin embargo, contrasta con las grandes áreas de almacenamiento y estacionamientos que rodean a los edificios, así como con el suelo en desuso, con escombros y basura. La presencia del área verde del Bosque y Zoológico aumenta la calidad del paisaje, a diferencia del estacionamiento de la Plaza Centenario, la cual no tiene vegetación. La sección 4 destaca por la arquitectura de la FCA y del puente peatonal, que se diferencian de los estilos de las viviendas frente a la FCA y de la nula vegetación tanto en el camellón como en las banquetas y estacionamiento de la FCA. El paisaje en la última área es desagradable, ya que el suelo está en desuso, erosionado y en algunas partes presenta escombros y basura.

Vegetación

Dentro de la primera sección el área construida es mayor al área de vegetación (figura 44), en las áreas verdes no existe la vegetación, sólo suelo erosionado, si bien hay vegetación presente dentro de los terrenos de las viviendas sobre las laderas del río.

La sección 2 cuenta con vegetación dentro del camellón principal, pero presenta problemas de erosión del suelo en las laderas del río y en los estacionamientos, ya que no tienen cobertura alguna.

La vegetación existente aún es de un nivel medio (2-4 m) en el camellón principal, la cual ayuda a generar sombra y sirve como muro para disminuir la vista desagradable hacia las laderas desprotegidas. A diferencia de la sección anterior, la tercera no cuenta con vegetación dentro del camellón principal, pero los estacionamientos y las laderas posteriores del equipamiento cuentan con vegetación media con alturas mayores a los 4 m, la cual sirve para cubrir el suelo de las laderas y

disminuir la erosión, así como también para generar sombra. Sobresale la vegetación dentro del Parque Zoológico, que conforma un núcleo que atrae la vista por el contraste con la nula vegetación dentro del estacionamiento de la Plaza Centenario. La sección 4 presenta vegetación escasa en el camellón principal, sólo frente a la FCA, la cual sirve para disminuir la erosión del suelo y generar sombra, pero en las demás áreas verdes la vegetación es nula, inclusive en el camellón, banquetas y laderas del río. La vegetación escasa a media se presenta dentro de las viviendas que están ubicadas sobre las laderas.

Paisaje-vegetación

La falta de vegetación en la sección 1 disminuye los valores positivos en el paisaje, y la combinación entre estacionamientos sin cobertura, laderas desprotegidas y la presencia de escombros generan un paisaje desagradable (figura 45). En esta sección el paisaje aceptable se presenta en las viviendas donde existe vegetación escasa y media, que genera sombra y ayuda a disminuir la erosión por efecto del viento. En la sección 2 el paisaje agradable se presenta gracias a la combinación de la alta calidad arquitectónica de los edificios de equipamiento y el uso de vegetación media, la cual resalta el valor paisajístico de esta sección, lo que contrasta con la vegetación escasa y el paisaje desagradable de los estacionamientos y laderas del río. En la sección 3 el equipamiento está rodeado de vegetación media y escasa, la cual además de generar sombra enmarca la entrada a los edificios, lo que aumenta el valor del paisaje, pero estos valores se disminuyen por la falta de vegetación en los estacionamientos, camellón principal, banquetas y laderas. Al igual que en la sección 1, la última sección presenta una combinación de vegetación nula y paisaje desagradable, que se debe a la presencia de suelo en desuso y erosionado por la falta de vegetación en toda esa sección.

Figura 44. Valores de la vegetación del área de estudio.



Elaboración propia con base en IMIP (2007).

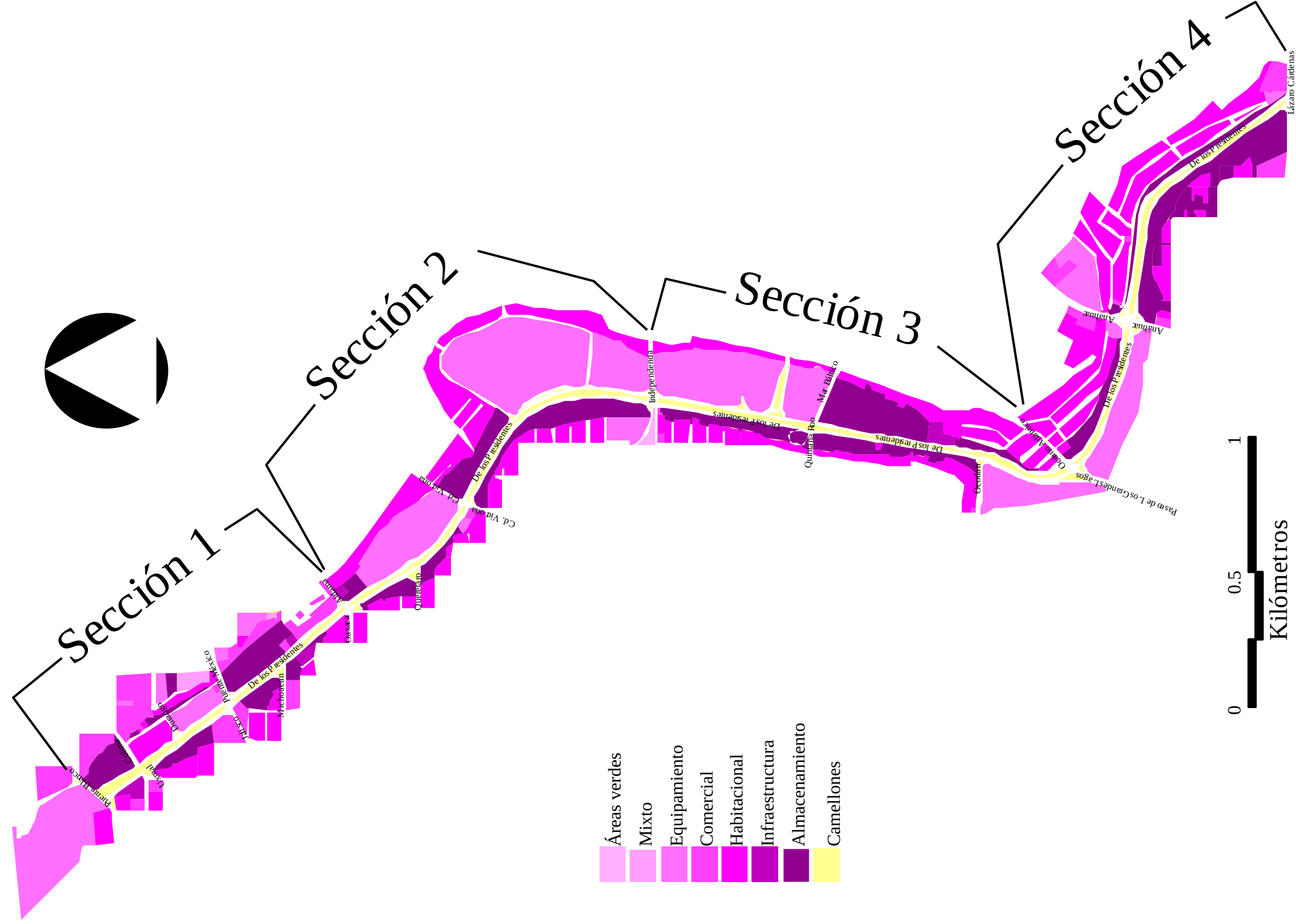
Usos del suelo

El uso habitacional y el de almacenamiento son los más frecuentes dentro de la sección 1 (figura 46). Al igual que en las siguientes secciones, las áreas de almacenamiento y equipamiento que se presentan sobre la Calzada de los Presidentes son, en su mayoría, estacionamientos, inclusive de equipo pesado. Las zonas habitacionales se encuentran mayormente dispuestas sobre las laderas del río. El uso principal de la sección 2 es de equipamiento, ya que allí se localizan el CEART y el FEX. La sección 3 presenta también un mayor uso de almacenamiento y equipamiento (estacionamientos o suelo en desuso cubierto con escombros). En la sección 4 las áreas habitacionales están más cerca de Calzada de los Presidentes, pero contrastan con la gran área de suelo de almacenamiento (laderas del río con escombros y basura).

Paisaje-uso del suelo

El valor paisajístico de la sección 1 se ve disminuido al presentarse grandes áreas de almacenamiento sin cobertura alguna, así como edificios comerciales de baja calidad arquitectónica (figura 47). Dentro de la sección 2 el valor del paisaje aumenta debido a la alta calidad de los edificios del equipamiento; la presencia de vegetación en el camellón principal y en la plaza de acceso al CEART, sirve para enmarcar la entrada a los edificios así como sombrear la entrada para los visitantes, en contraste con las laderas y estacionamientos sin cobertura. Se presenta un contraste de valores paisajísticos en la sección 3, entre el área de las viviendas con calidad visual variable, las áreas de almacenamiento sin cobertura y la presencia de equipamiento con alta calidad arquitectónica. En la sección 4, por la falta de uso en el suelo y cobertura, el valor del paisaje disminuye, a diferencia de la combinación entre uso habitacional y comercial presente en la misma sección.

Figura 46. Valores de los usos del suelo del área de estudio.



Elaboración propia con base en IMIP (2007).

Vialidades

En la toda el área de estudio la vialidad más importante es la Calzada de los Presidentes, que se despliega primordialmente en dirección norte-sur. En la sección 1 las calles Puente Blanco y Colima son colectores, y las calles Aldama y Oaxaca son vialidades secundarias (figura 48). En la sección 2, las calles Oaxaca y Querétaro son vialidades secundarias y la calle Ciudad Victoria es un colector; esta sección se limita con la avenida Independencia, que también es una vialidad primaria. En la sección 3 existe un conector –la calle Quintana Roo– y una vialidad secundaria –la calle Ocotlán–. En la sección 4, después del entronque con las vialidades principales Océano Atlántico y Paseo de Los Grandes Lagos, se encuentra la avenida Anáhuac.

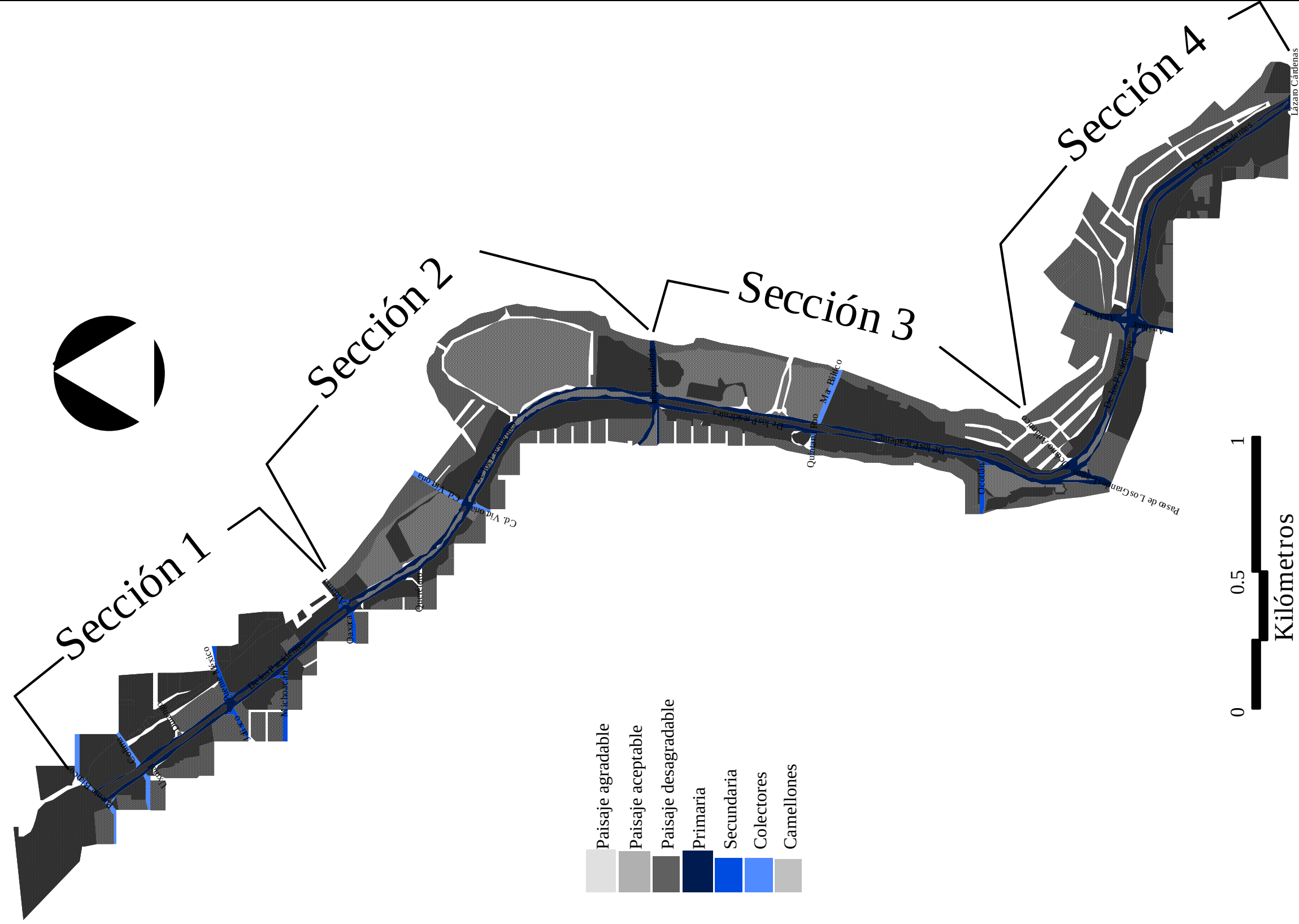
Paisaje-vialidades

En las cuatro secciones del área de estudio se presenta una vialidad principal, la cual aumenta el valor paisajístico cuando en la sección también existe vegetación que sirve para diferenciar las secciones (figura 49). En la sección 1, a pesar de que existen dos colectores y dos vías secundarias, el valor paisajístico disminuye por la falta de vegetación. La presencia de una vía primaria, una secundaria y un colector en la sección 2 aumenta el valor paisajístico. En la sección 3 existen una vialidad primaria, una secundaria y un colector, los cuales aumentarían el valor paisajístico si contaran con vegetación en todo su desarrollo y no sólo en partes. La sección 4 presenta una vialidad principal sin vegetación, lo que disminuye su valor paisajístico.

Pendientes

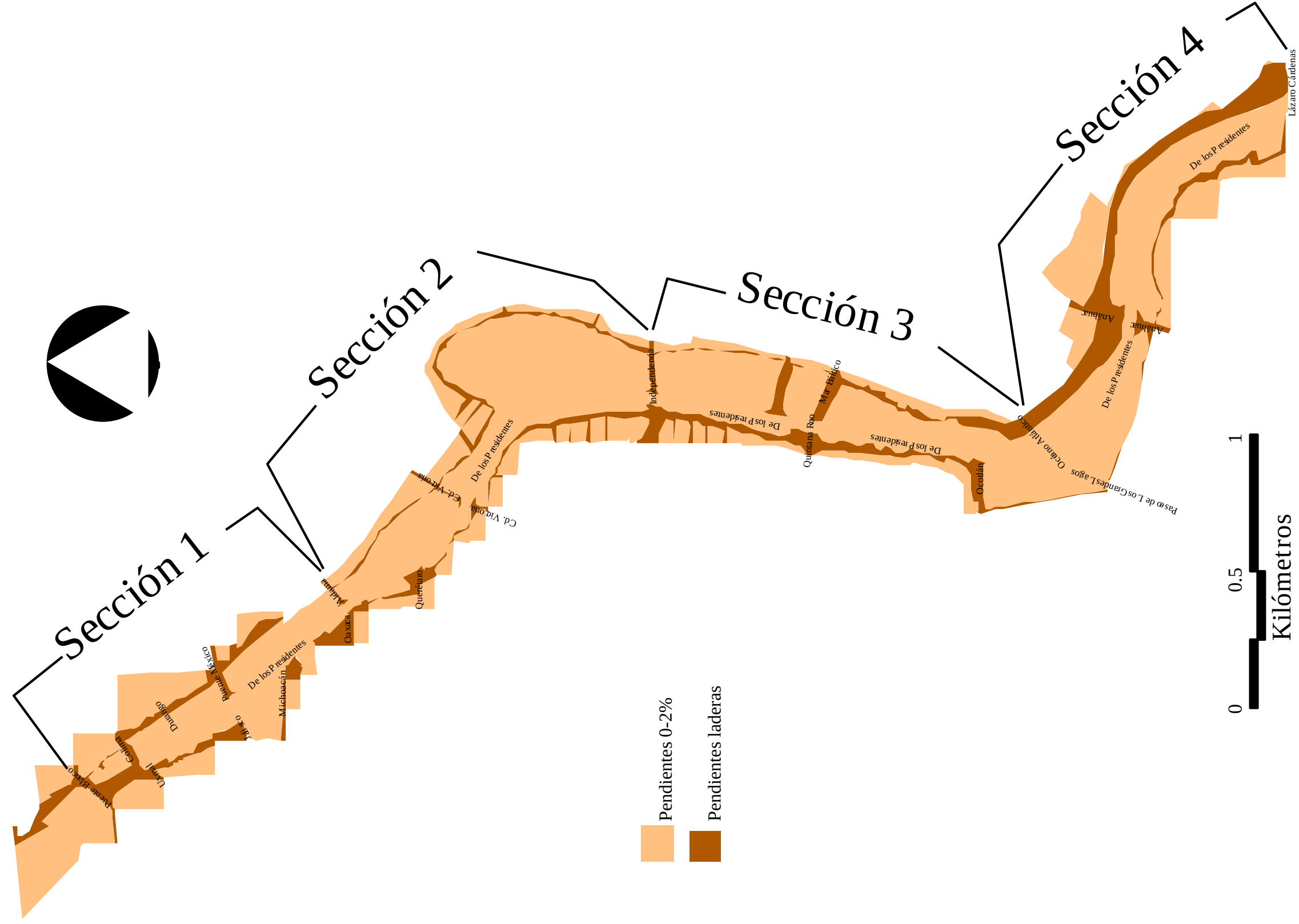
El centro del área de estudio (Calzada de los Presidentes) está en una depresión, formada anteriormente por el caudal de un río, la calle central y los terrenos sobre el área del río no presentan pendiente, sólo hay una pendiente hacia la calle principal, desde la calle Puente Blanco hasta la calle Colima (figura 50). Las demás pendientes se localizan en los puentes de las calles Colima y Quintana Roo. Las partes posteriores de los terrenos centrales cuentan con una ladera que lleva a los patios de servicio de las viviendas; y la dirección de la pendiente de las calles que dan hacia la Calzada de los Presidentes es hacia ella.

Figura 49. Valores del paisaje y de las vialidades del área de estudio.



Elaboración propia con base en IMIP (2007).

Figura 50. Valores de las pendientes del área de estudio.



Elaboración propia con base en IMIP (2007).

Paisaje-pendientes

En la sección 1 la presencia de las pendientes en las laderas del río no genera el aumento de valor paisajístico posible, debido a la falta de cobertura vegetal, presencia de escombros y basura, así como muros de contención con problemas estructurales y grafiti (figura 51). El suelo sin pendientes presenta mayor valor paisajístico debido al equipamiento en la sección 2. En la sección 3 la presencia de vegetación (palo verde, mezquite y pino salado) en la orilla superior de las laderas (dentro de las viviendas) aumenta el valor paisajístico de la zona, a diferencia del área sin pendiente, donde no hay vegetación. La presencia de escombros, basura y suelo erosionado en las pendientes de la sección 4 disminuye su valor paisajístico, a diferencia de la presencia de viviendas y vegetación en el suelo con pendientes y sin ellas.

Comportamiento del suelo

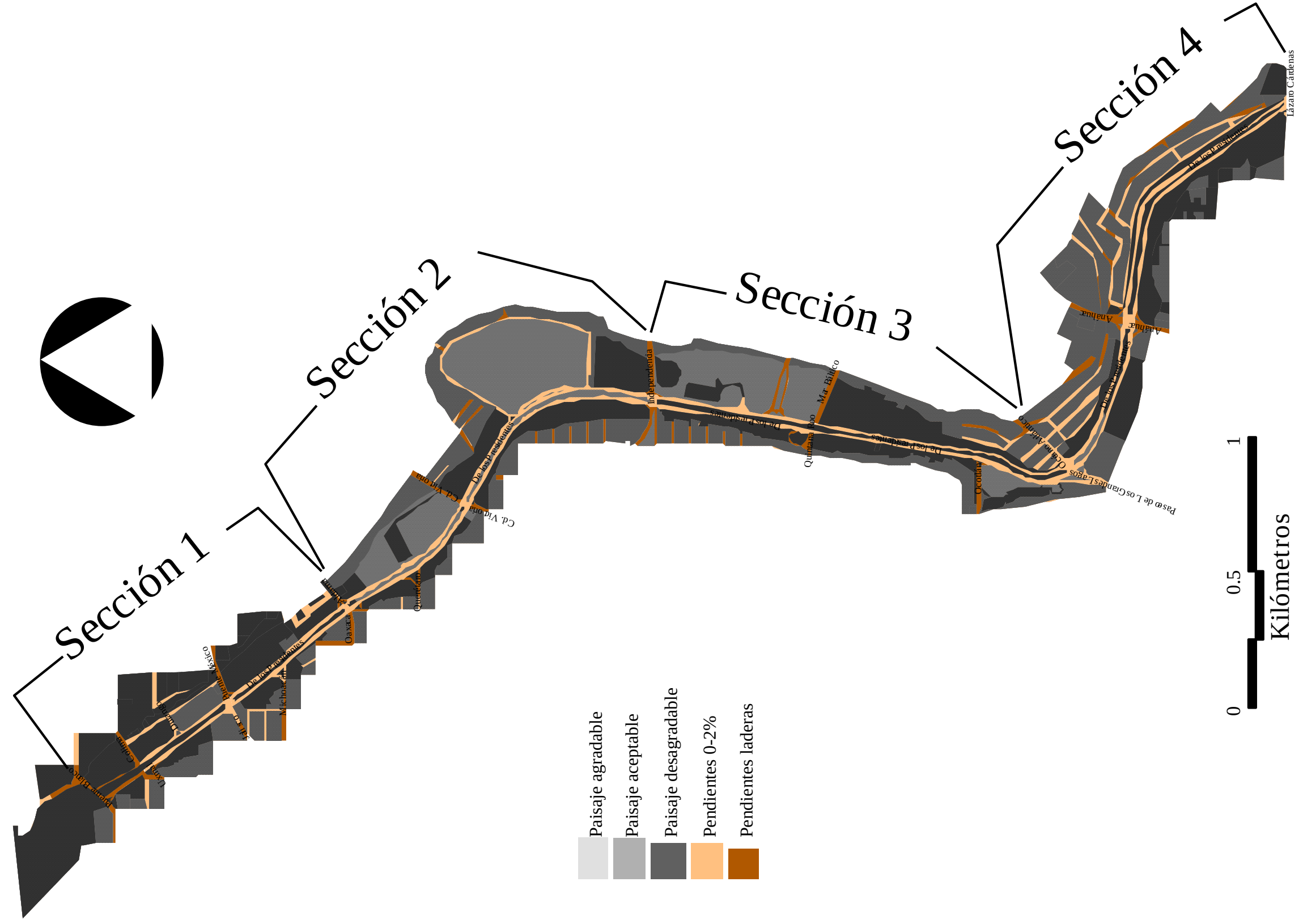
La ciudad de Mexicali se encuentra en una zona sísmica, el área de estudio anteriormente era un río, por lo que el suelo presenta un comportamiento diferente a otras áreas (figura 52). Las secciones con menos movimiento se presentan de las calles Puente Blanco hasta Ciudad Victoria y Querétaro, y de las calles Ocotlán, Océano Atlántico y Paseo de Los Grandes Lagos hasta el boulevard Lázaro Cárdenas. La sección con mayor movimiento se encuentra en la parte central del área de estudio, de las calles Ciudad Victoria y Querétaro hasta las calles Ocotlán, Océano Atlántico y Paseo de Los Grandes Lagos; en esta área es donde se debe restringir la construcción de edificios altos o se debe mejorar su cimentación, debido a los riesgos que se presentan por la posibilidad de mayor movimiento del suelo; así como también, cubrir y reforzar las laderas de todas las secciones para que no representen un posible daño.

Paisaje-comportamiento del suelo

Dentro de la sección 1, el valor paisajístico se ve dañado por las posibles afectaciones debidas al movimiento menor del suelo (figura 53). La sección 2 está dentro de la zona de mayor movimiento del suelo, lo que implica cubrir las laderas del río y reforzarlas estructuralmente. Al igual que en la sección anterior, la sección 3 en su mayoría presenta mayor daño posible, por lo que se deberá reducir la

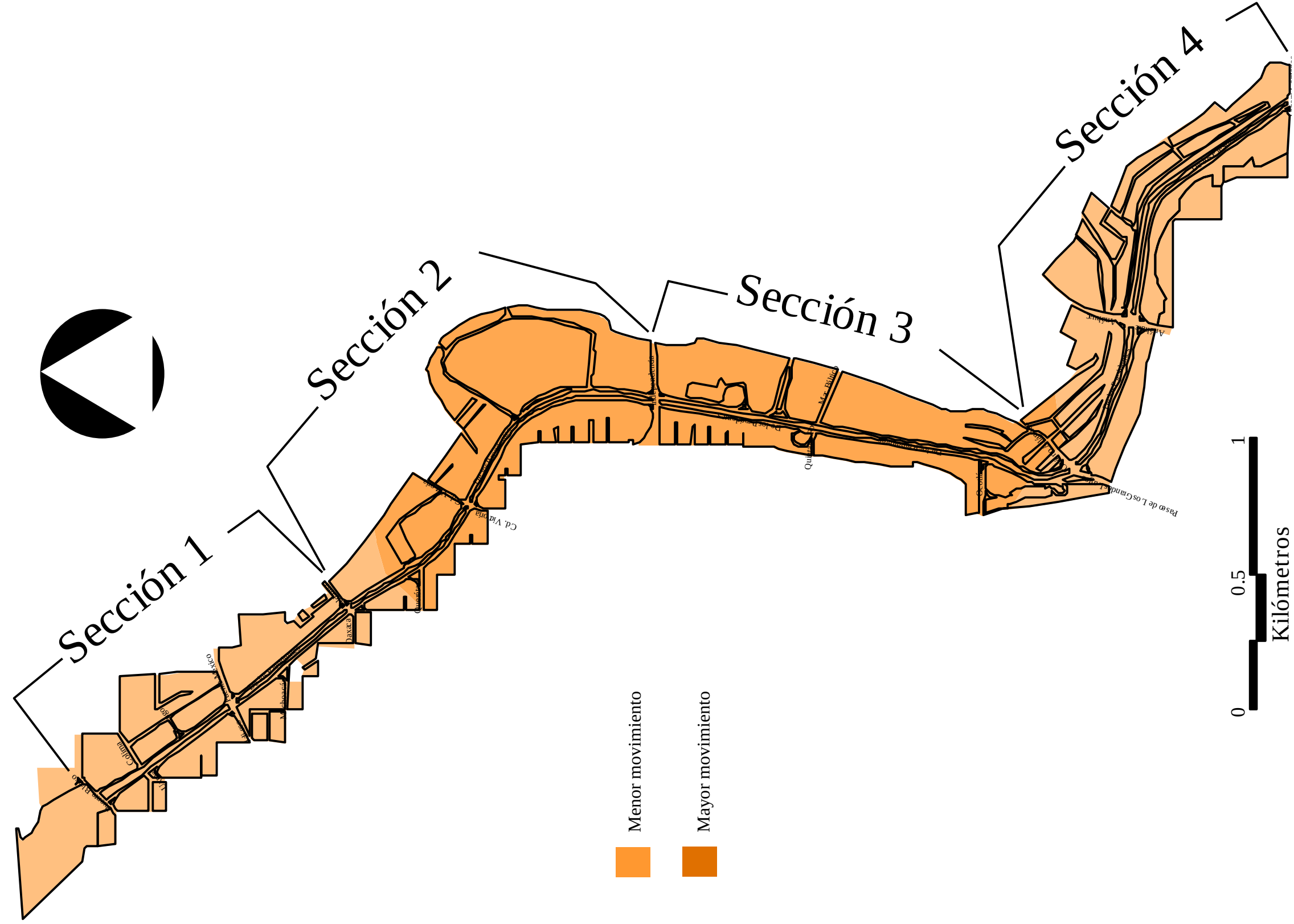
edificación de altos elementos o mejorar su cimentación. La sección 4 presenta un movimiento menor, pero un paisaje desagradable, por lo que se deberán cubrir las laderas y el suelo en desuso.

Figura 51. Valores del paisaje y pendientes del área de estudio.



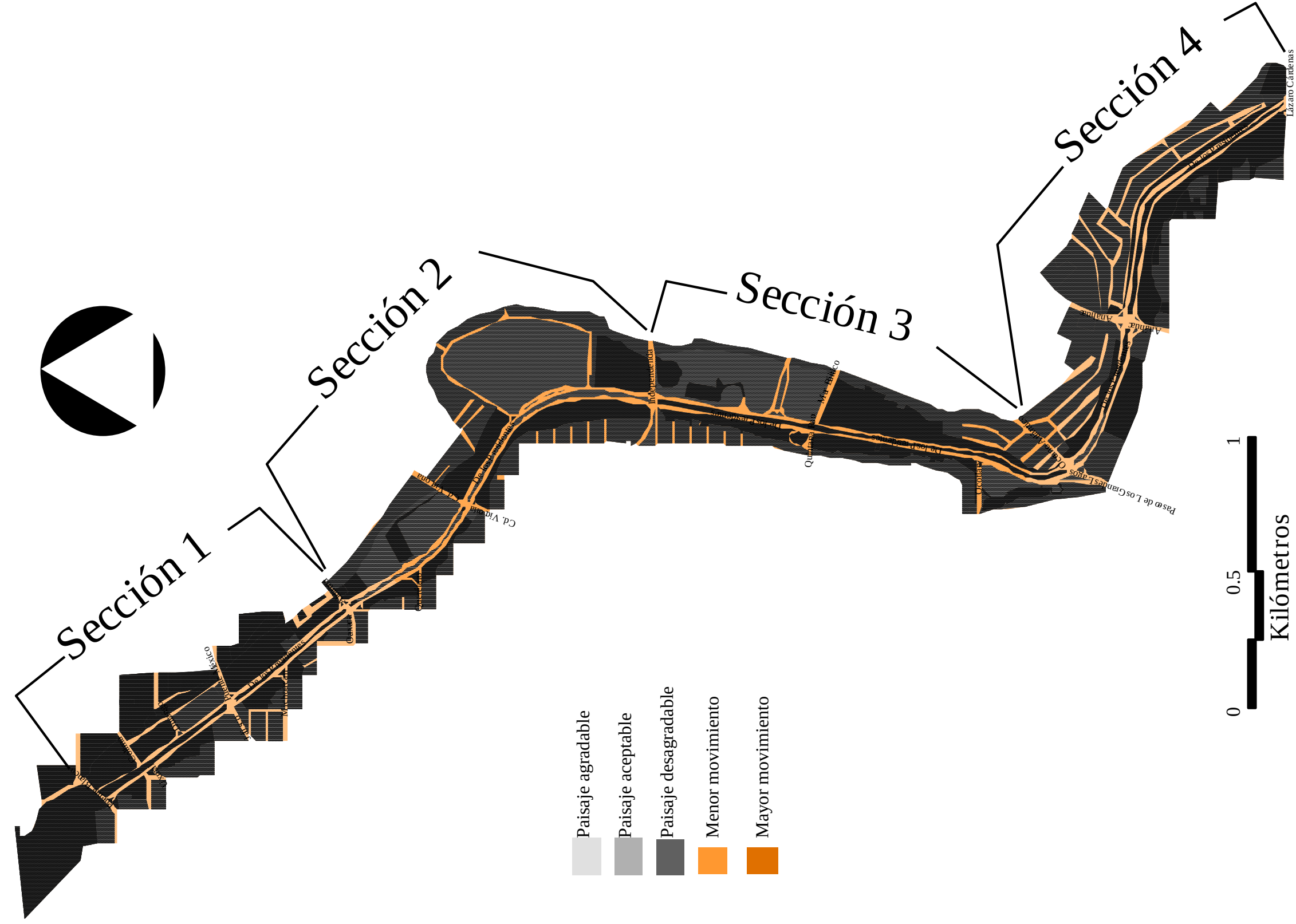
Elaboración propia con base en IMIP (2007).

Figura 52. Valores del comportamiento del suelo del área de estudio.



Elaboración propia con base en: Acosta, Arellano, Mendoza, Reyes, Rocha y Ruiz (2007) e IMIP (2007).

Figura 53. Valores del paisaje y del comportamiento del suelo del área de estudio.



Elaboración propia con base en: Acosta, Arellano, Mendoza, Reyes, Rocha y Ruiz (2007) e IMIP (2007).

CAPITULO IV

PROPUESTA DE SOLUCIONES Y/O USO DE LOS CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD APLICABLES A LA SELECCIÓN DE VEGETACIÓN NATIVA Y ADAPTADA EN EL ÁREA DE ESTUDIO

La siguiente propuesta de soluciones utiliza los criterios de sustentabilidad aplicables a la selección de vegetación nativa y adaptada que se desarrollaron anteriormente, y está enfocada en generar soluciones a los problemas ambientales y de paisaje urbano presentes en el área de estudio, por medio del ahorro de los recursos naturales, sociales y económicos.

Con el seguimiento de la descripción fotográfica y de las unidades de paisaje del área de estudio se proponen soluciones para aumentar los valores paisajísticos y ayudar a disminuir los problemas ambientales. La propuesta se divide en tres categorías: propuesta para unidades de paisaje con valores altos, propuesta para unidades de paisaje con valores medios, propuesta para unidades de paisaje con valores bajos; además se presenta una propuesta de diseño para el mejoramiento del paisaje urbano del área de estudio, donde la vegetación seleccionada se tomó de la tabla 2.

PROPUESTA PARA UNIDADES DE PAISAJE CON VALORES ALTOS

- Aumentar el uso de vegetación hasta llegar del nivel medio a un nivel de abundante, aun cuando en estas unidades el paisaje es agradable y la vegetación es media.
- Enmarcar la entrada de los edificios con vegetación diferente a la de los alrededores.
- Utilizar elementos arquitectónicos como fuentes, estatuas o monumentos para resaltar la imagen de los espacios importantes.
- Utilizar *mulch* o piedras para cubrir el suelo alrededor de la vegetación existente, con el fin de protegerlo de la pérdida de humedad en las áreas que se requiera.
- Reubicar vegetación, de ser necesario por fallas de diseño anterior.
- Dentro de las áreas con mayor movimiento del suelo, limitar el uso de vegetación alta.

PROPUESTA PARA UNIDADES DE PAISAJE CON VALORES MEDIOS

- Aumentar la cantidad de vegetación, al igual que en la propuesta para las unidades con valores altos.
- Plantar árboles mayores a 2 y 3 m de altura en las áreas donde se requieran árboles altos, como el camellón principal y las banquetas laterales, a fin de disminuir el tiempo de crecimiento dentro del paisaje urbano.
- Aumentar el uso de vegetación de copa amplia para provocar más sombra.
- Utilizar cubrepisos y arbustos bajos en las laderas sin cobertura.
- Mejorar los muros de contención sobre las laderas.
- Usar vegetación con follaje de medio a denso para ocultar las vistas desagradables.
- Combinar tamaños y combinar especies de vegetación a fin de evitar la monotonía en el paisaje.
- Utilizar de dos a tres especies a lo largo del área de estudio, con la intención de generar sentido de identidad y continuidad.
- Limitar el uso de árboles con ramas frágiles y con alturas mayores a 10 m dentro de áreas con mayor movimiento en el suelo.

PROPUESTA PARA UNIDADES DE PAISAJE CON VALORES BAJOS

- Utilizar vegetación que disminuya la erosión del suelo por acción de viento, como cubrepisos, enredaderas o árboles de follaje denso, ya que la mayor parte de los problemas ambientales y de paisaje urbano se encuentran en estas áreas.
- Cubrir las laderas con arbustos o cubrepisos que ayuden proteger la mayor parte del suelo erosionado.
- Reforzar estructuralmente los muros de contención de las laderas y de las casas con el fin de evitar incidentes.
- Utilizar vegetación que requiera poco mantenimiento en las áreas sin uso, así como el menor riego posible.
- Utilizar árboles a lo largo de las banquetas, donde las haya.
- Rodear las áreas con problemas de malos olores con vegetación que produzca aromas agradables.
- Cubrir las bardas que tienen grafiti con vegetación trepadora o arbustos.

- Crear terrazas en las laderas para facilitar el acceso para el mantenimiento y riego.
- Intercalar especies de vegetación a lo largo de las laderas, banquetas y camellón principal, con el objetivo de disminuir la monotonía.
- Utilizar vegetación sobresaliente al inicio y final del área de estudio a fin de marcar la diferencia con el resto del paisaje.
- Restringir el uso de árboles mayores a 10 m en las áreas con mayor movimiento del suelo.

Especies seleccionadas

El número de especies seleccionadas se debe principalmente a la observación que hace Falcón (2007), acerca del aspecto negativo de contar con demasiada variedad o con uniformidad excesiva; además, dichas especies presentan una valoración alta en la tabla 2 “Valoración de las características, funciones ambientales, funciones paisajísticas y normatividad, de la vegetación nativa y adaptada aplicables al área de estudio”, y sus características son las adecuadas para cubrir las necesidades de la propuesta.

- Árboles: acacias (*Acacia stenophylla*, *Acacia abyssinica*), fresno (*Fraxinus velutina*), mezquite (*prosopis alba*), mezquite (*prosopis chilensis*), tabachín (*caesalpinia pulcherrima*) y trueno (*ligustrum lucidum*).
- Arbustos: carisa (*carissa grandiflora*), casia (*cassia artemisioides*), rosa laurel (*nerium oleander*), tuyá (*platycladus orientalis*) y yuca (*yucca schidigera*).
- Enredadera: buganvilia (*bougainvillea sp.*).
- Palmeras: palmera abanico (*washingtonia filifera*) y palmera mexicana (*washingtonia robusta*).
- Perenes: cola de zorro (*cortaderia selloana*).
- Suculentas: deditos (*carpobrotus edulis*), sábila (*aloe barbadensis*) y siempre viva (*dudleya attenuata*).

En la tabla 4 se presentan los valores de las especies elegidas para utilizarse en la propuesta del caso de estudio.

Tabla 4

Valoración de las características, funciones ambientales, funciones paisajísticas y normatividad, de la vegetación nativa y adaptada seleccionada para la propuesta del caso de estudio.

Origen	Tipo	Proteccion NOM-059-ECOL-2001	Planta		Características								Funciones ambientales								Funciones paisajísticas					Suma	Reglamento Mexicali		Suma total
			Nombre común	Nombre científico	Agua	Luz	Mantenimiento	Follaje	Crecimiento	Altura	Suelo	Permanencia	Control de la radiación solar	Control de temperatura	Control del viento	Control de la humedad	Control de la precipitación	Purificación de la atmósfera	Control de la erosión por viento	Control de la acústica	Creación de muros	Creación de techos	Creación de pisos	Control de circulación	Creación de núcleos		Posible daño al público	Puede obstruir el transito	
Na	Ab	N	Yuca, dátil	Yucca schidigera	5	5	5	3	3	5	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	35	0	0	35	
Na	Ar	N	Fresno	Fraxinus velutina	5	5	5	5	5	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	-1	0	35	
Na	Pa	N	Palma abanico	Washingtonia filifera	3	5	5	5	1	5	5	5	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	37	0	0	37	
Na	Pa	N	Palma abanico mexicana	Washingtonia robusta	3	5	5	3	5	5	5	5	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	39	0	0	39	
Na	Su	N	Siempreviva	Dudleya attenuata	5	5	5	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	20	
Ad	Ab	N	Carisa, caricia	Carissa grandiflora	3	5	5	5	5	3	1	5	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	36	0	-1	35	
Ad	Ab	N	Casia	Cassia artemisioides	5	5	3	5	5	3	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	0	-1	35	
Ad	Ab	N	Rosa laurel	Nerium oleander	1	3	5	5	5	5	5	5	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	41	0	-1	40
Ad	Ab	N	Tuya, enebro	Platycladus orientalis (Tuja orientalis)	3	5	5	5	3	5	5	5	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	44	0	-1	43
Ad	Ar	N	Acacia	Acacia stenophylla	5	5	5	1	3	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	-1	0	33	
Ad	Ar	N	Acacia	Acacia abyssinica	5	5	5	3	3	5	5	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	37	-1	0	36	
Ad	Ar	N	Mezquite	Prosopis alba	5	5	5	5	5	5	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37	-1	0	36	
Ad	Ar	N	Mezquite	Prosopis chilensis	5	5	5	3	5	5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	-1	0	33	
Ad	Ar	N	Tabachín	Caesalpinia pulcherrima	3	5	5	3	3	5	5	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	32	-1	0	31	
Ad	Ar	N	Trueno	Ligustrum lucidum	3	3	3	5	3	5	5	5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	40	-1	0	39	
Ad	En	N	Buganvilia	Bougainvillea sp.	3	5	3	5	3	5	1	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	32	
Ad	Pe	N	Cola de zorro, hierba de las pampas	Cortaderia selloana	3	5	5	5	5	3	1	5	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	34	0	0	34	
Ad	Su	N	Deditos, diente de león, dedo de moro	Carpobrotus edulis	5	5	5	5	5	1	1	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	34	0	0	34	
Ad	Su	N	Sábila	Aloe barbadensis	5	5	5	3	5	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	29	

Elaboración propia con base en: XVII Ayuntamiento de Mexicali (2005), Chong (1989), Gobierno Municipal (2005) y Peña (1990, 1998).

DISEÑO

Los principales lineamientos de diseño en la propuesta de soluciones y/o uso de los criterios de sustentabilidad para el caso de estudio son los siguientes:

- 1) Para lograr la unificación del paisaje se propone el uso de la vegetación seleccionada de la tabla 3, con el fin de generar continuidad visual a lo largo de la vialidad principal –Calzada de los Presidentes–.
- 2) Por las dimensiones del camellón central, es ahí donde se localizarán la mayor variedad de especies y elementos de diseño, y en las banquetas laterales las especies se limitarán sólo a árboles, arbustos y palmeras.
- 3) Los accesos principales tanto para estacionamientos como edificios en general, serán marcados por especies altas como las palmeras.
- 4) Con la finalidad de disminuir las vistas desagradables presentes en la mayor parte de los estacionamientos y áreas de almacenaje, se propone el uso de vegetación con follaje denso.
- 5) Cada una de las secciones tendrá una combinación específica de especies y un acomodo especial para caracterizarlas y distinguirlas.
- 6) En cada uno de los cruces entre la vialidad principal y las secundarios o conectores se presentará un núcleo de vegetación formada por suculentas, arbustos y enmarcado por árboles o palmeras.

Además, para enmarcar la parte inicial y final de la vialidad principal se propusieron fuentes monumentales rodeadas de vegetación, las cuales enfatizarán la entrada a México en la parte norte y, al sur, delimitarán el paisaje urbano.

Debido a que el presente trabajo tiene como objetivo principal el mejoramiento del paisaje urbano, la propuesta de soluciones y/o uso de los criterios de sustentabilidad no se realizó en las áreas de las laderas del río ni dentro de los estacionamientos, ya que estos son, en su mayoría, de propiedad privada.

Sección 1

En esta sección se cubre el cerco que da hacia EUA con buganvilia y mezquite para formar una barrera que limite la vista hacia el estacionamiento sin cobertura y la parte del río sin entubar.

Se enfatiza la entrada hacia México con una fuente y un monumento dentro del camellón principal, rodeado de tabachines, carisa y laureles, los cuales por sus colores resaltan la importancia del área; y se cubre gran parte del suelo erosionado con buganvilia y deditos; todo lo anterior enmarcado verticalmente con palmeras abanico (figura 54).

La vegetación que se propone para la parte media del camellón se compondría de mezquite, tabachín (arbusto), fresno, deditos y palma abanico, los cuales ayudarán a generar sombra y además a combatir la erosión del suelo.

Para la parte final del camellón se proponen laureles y yucas, las cuales generan un núcleo que contrasta con la vegetación en la parte interna del camellón; mientras que en las banquetas laterales la vegetación sería buganvilia y mezquite, ya que además de generar sombra forman una barrera que disminuye la vista hacia las áreas con paisaje desagradable.

En la segunda parte de la misma sección, la primera vegetación que se propone sería siempreviva, sábila y laurel, para enmarcar el inicio del camellón; y la vegetación interna sería mezquite, palma mexicana, carisa y tuya; para formar barreras visuales así como disminuir la erosión del suelo (figura 55).

La vegetación en las banquetas laterales sería tabachín y carisa, ya que por el follaje que presentan reducen la vista hacia las áreas con paisaje desagradable.

La distribución de la vegetación propuesta para la sección 1 se puede observar en la figura 56.

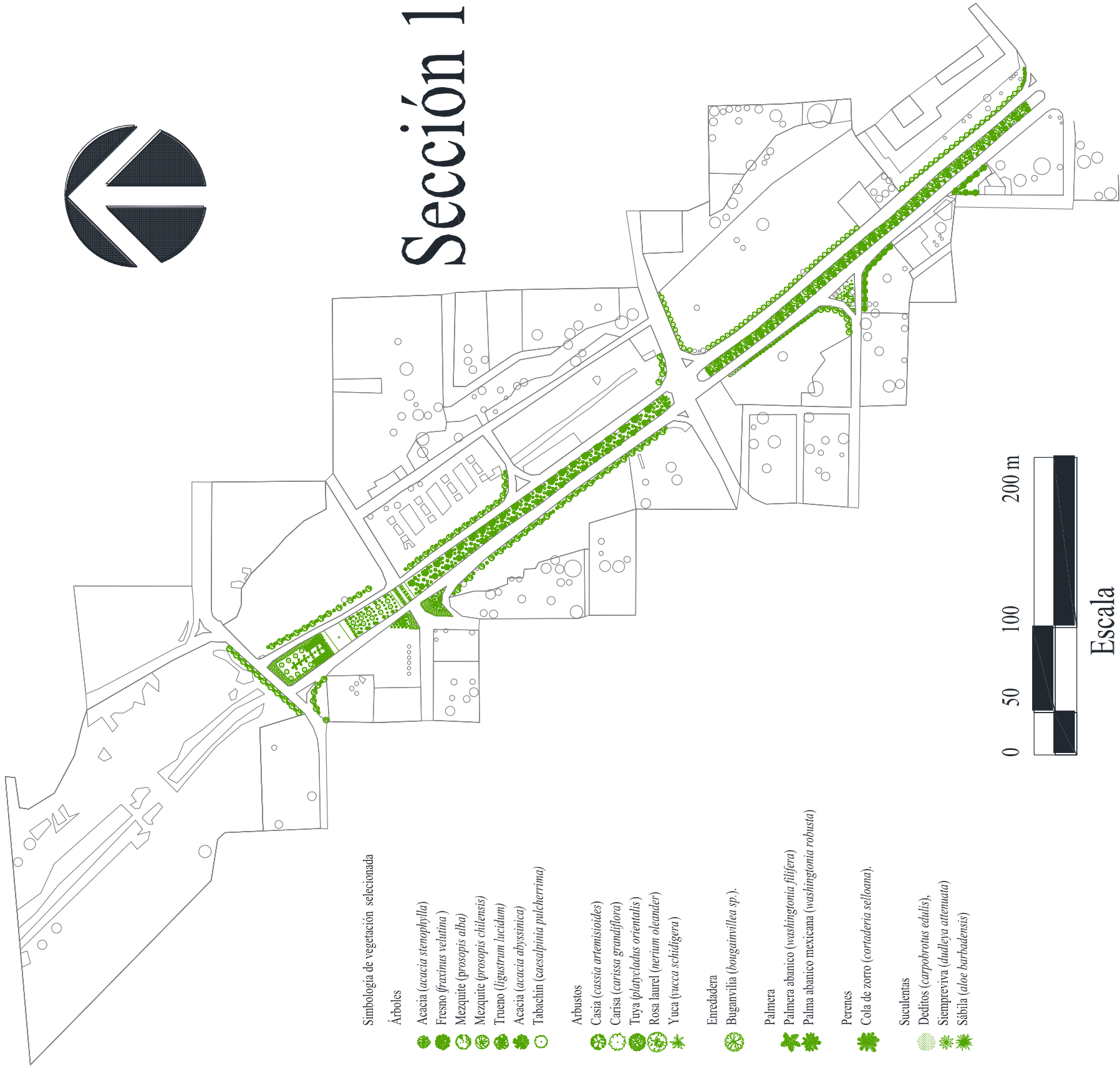
Figura 54. Vegetación propuesta sección 1, entrada a Mexicali, comparar con figura 20.



Figura 55. Vegetación propuesta sección 1, estacionamiento y camellón central, comparar con figura 23.



Figura 56. Plano de aplicación de propuesta sección 1.



Elaboración propia con base en: XVII Ayuntamiento de Mexicali (2005), Chong (1989), Gobierno Municipal (2005), IMP (2007) y Peña (1990, 1998).

Sección 2

Como en esta sección el camellón interno cuenta con una parte de vegetación, de modo que la propuesta se aplicaría a la sección que no la presenta, a fin de completar la barrera visual; se cubriría primeramente con deditos, zábila y siempreviva, después con mezquite y casia, y en las banquetas laterales se colocarían trueno y tabachín (arbusto), con el fin de provocar núcleos visuales por los colores de los árboles y arbustos (figura 57).

En la segunda parte de esta sección también existe algo de vegetación en el camellón principal, por lo que se completaría primeramente con laurel y en la parte interna –para enmarcar la entrada hacia el FEX– se pondría buganvilia, acacia y carisa; la parte final se enmarcaría con palma abanico, tabachin (arbusto) y casia; debido a que los colores de estas especies servirían para resaltar la entrada hacia el área del equipamiento (figura 58).

En las banquetas laterales de esta sección se utilizaría mezquite y fresno, así como palma abanico para marcar las entradas. La distribución de la vegetación propuesta para la sección 2 se puede observar en la figura 59.

Sección 3

Esta sección sólo cuenta con una parte de camellón interno, la que sería marcada primero con siempreviva, yuca, cola de zorro, buganvilia y palma mexicana, mientras que el interior contaría con mezquite, fresno, tabachín y palma mexicana para lograr la unificación visual del área; las banquetas laterales utilizarían palo verde y tabachín (arbusto), con el fin de formar barreras visuales, provocar sombra y disminuir la erosión por efecto del viento (figuras 60-61).

La distribución de la vegetación propuesta para la sección 3 se puede observar en la figura 62.

Figura 57. Vegetación propuesta para el inicio de la sección 2, comparar con figura 25.



Figura 58. Vegetación propuesta el estacionamiento de equipo pesado y Centro de Convenciones, comparar con figura 26.



Figura 59. Plano de aplicación de propuesta sección 2.



Elaboración propia con base en: XVII Ayuntamiento de Mexicali (2005), Chong (1989), Gobierno Municipal (2005), IMIP (2007) y Peña (1990, 1998).

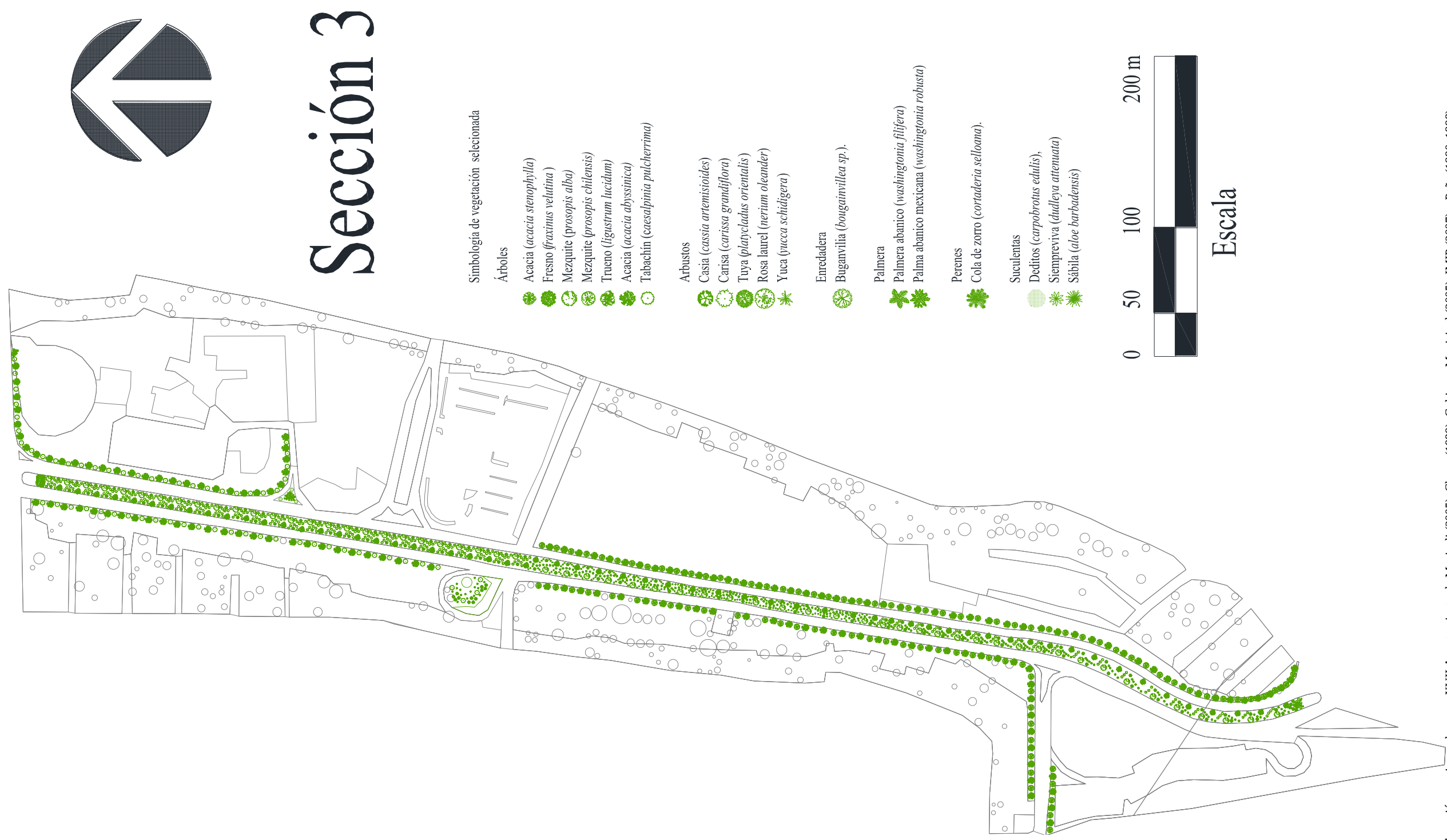
Figura 60. Vegetación propuesta para la Unidad deportiva Francisco Villa y camellón central, comparar con figura 31.



Figura 61. Vegetación propuesta para el área de escombros y camellón central, comparar con figura 34.



Figura 62. Plano de aplicación de propuesta sección 3.



Elaboración propia con base en: XVII Ayuntamiento de Mexicali (2005), Chong (1989), Gobierno Municipal (2005), IMIP (2007) y Peña (1990, 1998).

Sección 4

La primera parte de esta sección se enmarcaría con deditos, carisa, palma abanico y buganvilia, mientras que la parte interna usaría fresno, carisa, casia y buganvilia, las cuales sirven para formar núcleos visuales y formar barreras visuales.

Las banquetas laterales presentarían trueno y mezquite, además de palma abanico para enmarcar verticalmente las entradas a los estacionamientos (figuras 63-64).

Las banquetas laterales de la segunda parte presentarían mezquite y tabachín, así como acacia y mezquite, ya que esta área es donde se presenta mayormente suelo en desuso, así se beneficiaría al disminuir la erosión por efecto del viento debido al follaje denso que presenta la vegetación recomendada.

La segunda parte utilizaría carisa y palma mexicana, y en la parte interna se propone tabachín, fresno, buganvilia, siempreviva y palma mexicana; dicha vegetación ayudaría a enmarcar el monumento que se propone para el final del área de estudio.

La distribución de la vegetación propuesta para la sección 4 se puede observar en la figura 65.

Finalmente, en la figura 66 se presenta la distribución general de las especies seleccionadas para la propuesta de soluciones y/o uso de los criterios de sustentabilidad para el caso de estudio.

Figura 63. Vegetación propuesta para el camellón frente al Bosque y Zoológico de la Ciudad y Plaza Centenario, comparar con figura 36.



Figura 64. Vegetación propuesta para el Cruce de las calles Lázaro Cárdenas y de los Presidentes, comparar con figura 41.



Figura 65. Plano de aplicación de propuesta sección 4.

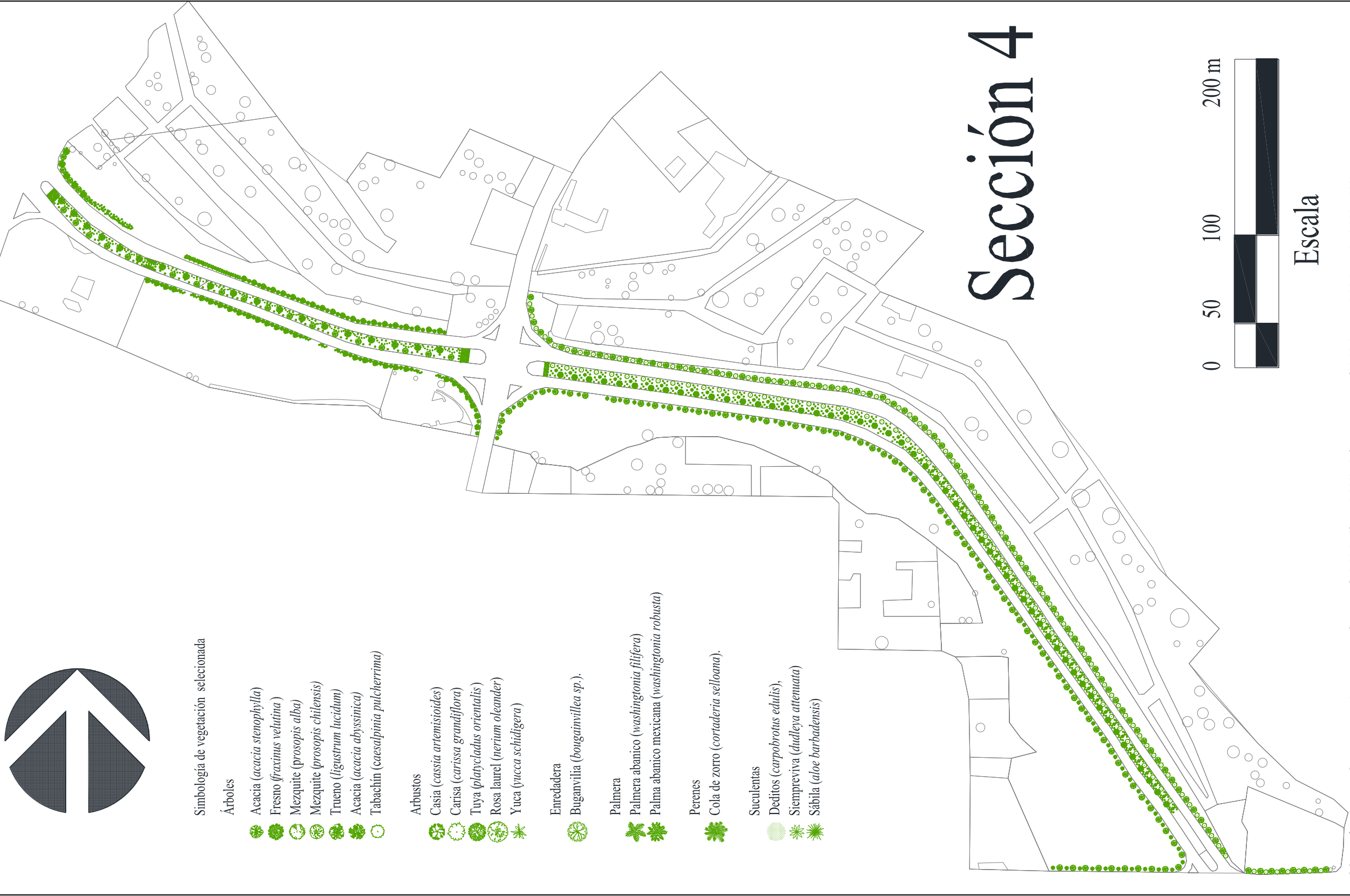
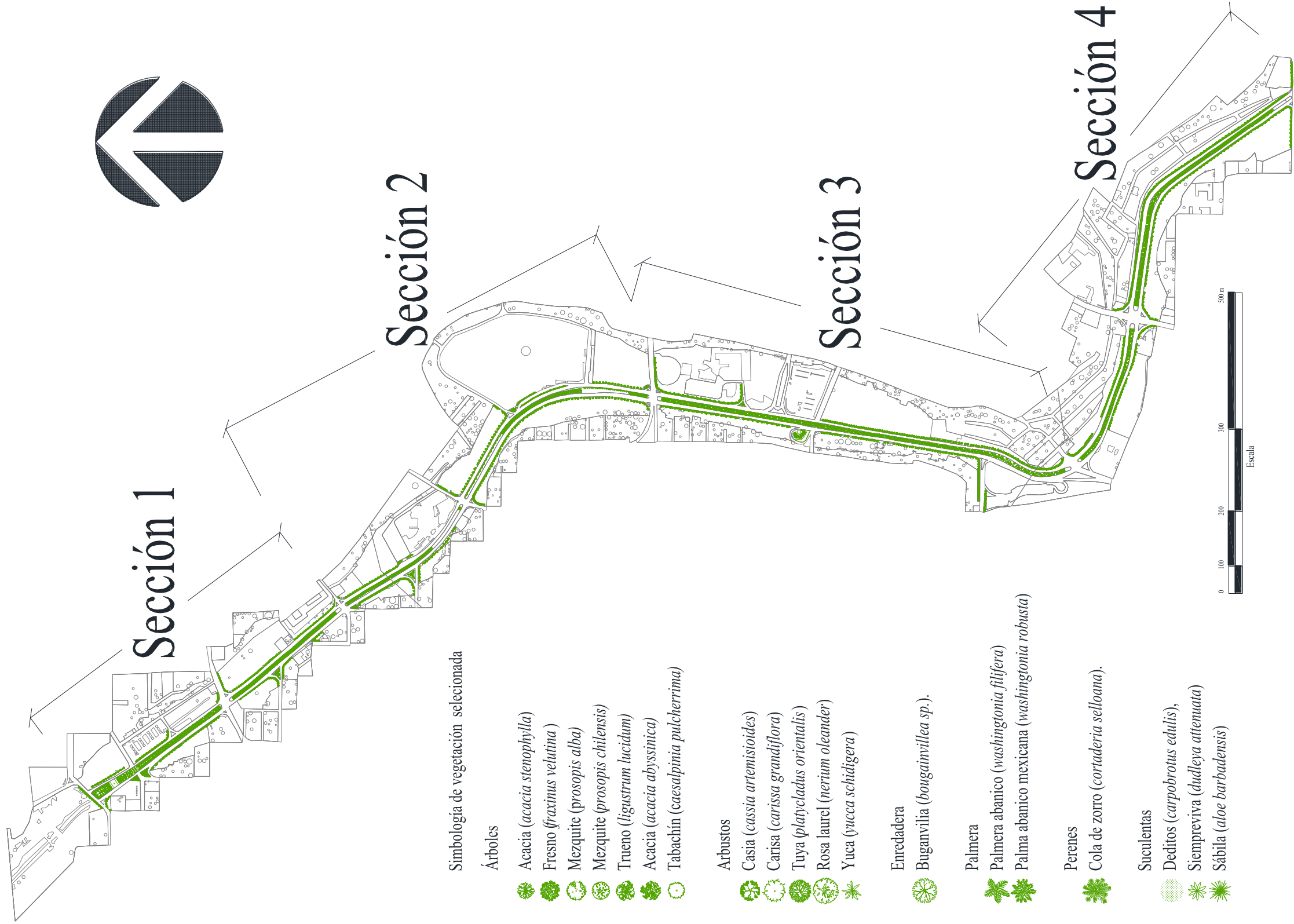


Figura 66. Plano aplicación de propuesta del área de estudio.



Elaboración propia con base en: XVII Ayuntamiento de Mexicali (2005), Chong (1989), Gobierno Municipal (2005), IMIP (2007) y Peña (1990, 1998).

CONCLUSIONES

La pregunta general de esta investigación, relativa a cuál es la vegetación nativa y adaptada recomendable para el cuidado del medio ambiente y el mejoramiento del paisaje urbano de una ciudad desértica como Mexicali, B.C, fue respondida mediante la tabla 2, “Valoración de las características, funciones ambientales, funciones paisajísticas y normatividad, de la vegetación nativa y adaptada aplicables al área de estudio”, que a partir de autores como Chong (1989) y Peña (1990), retoma la importancia del uso de vegetación nativa para el cuidado del medio ambiente y mejoramiento del paisaje urbano, así como el uso de vegetación adaptada, la cual viene a completar el limitado listado de vegetación nativa de la región.

La tabla hace un aporte a la valoración de las funciones paisajísticas al considerar la creación de núcleos, aspecto que no era mencionado por los autores citados, y que viene a aumentar la información sobre las funciones de la vegetación en el ámbito formador de paisaje.

Asimismo, y dado que la pregunta fue circunscrita a la ciudad de Mexicali, en la tabla de valoración se consideraron los limitantes normativos para el uso de vegetación en áreas urbanas mencionados en el *Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali*, y el listado de especies protegidas por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, lo cual es una contribución a la información existente.

Por otra parte, la pregunta específica que inquiere sobre los criterios de sustentabilidad aplicables a la selección de vegetación nativa y adaptada de zonas desérticas para el cuidado del medio ambiente y el mejoramiento del paisaje urbano de la Calzada de los Presidentes, recibió respuesta mediante la adecuación de criterios de sustentabilidad propuestos por otros autores, como Falcón (2007), Arreola (2009), Higuera (2006) y Olgyay (2002), entre otros. Entre los criterios que se consideran están las características de la vegetación, donde se da preferencia a aquella que implique ahorro de agua, crecimiento rápido de las plantas, mayores alturas, menor mantenimiento, y que soporte la mayor cantidad de radiación solar, debido a las características climáticas de la región.

También se toman en cuenta criterios para la selección de vegetación con base en las funciones ambientales que posee, como son: control de la radiación solar, de la temperatura, del viento, de la humedad, de la precipitación, de la erosión por viento y de la acústica, así como su contribución a la purificación de la atmósfera. Junto con ellos, se consideraron criterios como la creación de muros,

de techos y de pisos, y el control de la circulación, a los que se les sumó la creación de núcleos como una aportación de este trabajo.

Dichos criterios principalmente están orientados hacia el ahorro de recursos naturales, al favorecer a la vegetación que consume menos agua y no requiere de suelo especial, lo que también disminuye el gasto económico para el ayuntamiento; inclusive, los criterios ayudan a la creación de espacios de convivencia social, con el uso de vegetación generadora de sombra y con aromas agradables.

A partir del trabajo realizado se concluye que en las zonas desérticas los criterios de sustentabilidad más importantes al momento de elegir la vegetación que se usará en el paisaje urbano son el ahorro de agua y la resistencia al calor. En tal sentido, la vegetación actual en la Calzada de los Presidentes cumple parcialmente esos criterios, ya que las especies que se encuentran ahí requieren poco riego y han resistido las altas temperaturas; sin embargo, la cantidad de vegetación existente es muy limitada para cubrir las necesidades del área, por lo que la propuesta de soluciones y/o uso de criterios ayudaría al paisaje y al medio ambiente de dicha calzada.

Por otra parte, con la revisión de la normatividad municipal se deduce que es necesario que el Ayuntamiento de Mexicali sea más específico en su reglamento de áreas verdes así como en la guía de forestación urbana para el municipio, ya que las normas mencionadas en dicho reglamento, si bien tratan de limitar el uso de vegetación que pueda dañar a los ciudadanos y obstruir el tránsito, no restringen el uso de especies que requieran de mantenimiento constante y de suelo especial.

La aplicación de los criterios utilizados en la tabla de valoración puede ser útil para que, a través del uso de vegetación, dentro del paisaje urbano se disminuyan los efectos de las islas de calor urbano, pues la vegetación contribuye a reducir la temperatura y refrescar el ambiente, a la vez que puede ser elemento que contribuya a aumentar el valor de los predios y el sentido de pertenencia al lugar.

RECOMENDACIONES

Este trabajo facilita la selección de vegetación para uso dentro del paisaje urbano, y por la forma como está elaborada, la tabla de valoración brinda al usuario las herramientas necesarias para elegir rápidamente y con base en criterios de sustentabilidad, la vegetación que además de cumplir con los requisitos estéticos ayuda al medio ambiente.

Se recomienda que se utilicen tanto los criterios de sustentabilidad como la tabla de valoración dentro del área de estudio, la Calzada de los Presidentes, ya que con ellos se contrarrestan los problemas de paisaje y ambientales que se presentan en la zona.

Por ello, se recomienda que sea utilizada tanto por arquitectos y paisajistas como por los jardineros de la región, ya que en dichos ámbitos se toman las decisiones sobre el uso de vegetación en el paisaje urbano.

Al Ayuntamiento de Mexicali se le recomienda basarse en los criterios de sustentabilidad establecidos en este trabajo, aunado a la tabla 2, en el momento de seleccionar la vegetación que se pretenda plantar en áreas urbanas, a fin de avanzar en el mejoramiento del medio ambiente de la región al disminuir el consumo de agua y controlar la erosión, entre otros beneficios. Inclusive, la aplicación de los criterios ayuda a disminuir el pago por el consumo de agua y de mantenimiento.

Otro de los aspectos por los cuales se le recomienda al Ayuntamiento de Mexicali dar seguimiento a los criterios que se proponen en este trabajo se refiere al paisaje urbano, el cual puede mejorarse al limitar la vista hacia las áreas con baja calidad paisajística, enmarcar las entradas hacia los edificios, eliminar el dominio del plano vertical que genera la presencia de las torres de energía eléctrica y alumbrado público, entre otras de las funciones establecidas en los criterios.

Con respecto al cabildo de Mexicali, es recomendable que la normatividad sobre áreas verdes sea más específica, al limitar el uso de especies que requieran mantenimiento frecuente, suelo especial y que no soporten el clima de la región, a fin de que se logren los beneficios de ahorro económico en lo relativo al mantenimiento de áreas verdes, y de esta manera destinar más recursos para la creación de espacios públicos arbolados.

A la propia ciudadanía de Mexicali se le recomienda el uso de la tabla 2, ya que por la forma sencilla y práctica en que se presenta la información, facilita la selección de especies que también pueden ser utilizadas en las banquetas y áreas comunes, y no sólo en camellones o áreas verdes del área de estudio. También, el seguimiento de los criterios de sustentabilidad puede ser establecido por

los ciudadanos, ya que con ellos se mejoran las condiciones medioambientales y del paisaje de la región.

Es recomendable que otras entidades con características climáticas y paisajísticas similares a la región de Mexicali adapten los criterios de sustentabilidad expuestos en este trabajo y que incluyan su propia normatividad, a fin de establecer lineamientos en el uso de vegetación dentro de las áreas urbanas que ayuden a cuidar el medio ambiente y mejorar el paisaje urbano de manera sustentable.

Para aquellos investigadores que quieran adaptar los criterios de sustentabilidad y la tabla 2, se recomienda que tomen en cuenta las características fisiográficas de la región en la cual pretenden realizar la adaptación; no obstante, es necesario que también se incluyan los limitantes o las indicaciones que se promuevan en la normatividad de la ciudad en que se aplicará, a fin de que el trabajo que se realice esté adecuado a la realidad de la región. La valoración de las características y funciones de la vegetación se pueden modificar de acuerdo con la cantidad de valores que presente la vegetación nativa y adaptada de la región. Dentro de la adaptación de los criterios se es deseable que se promueva el ahorro de los recursos naturales, económicos y sociales, para cumplir con los objetivos de la sustentabilidad.

El listado de la vegetación nativa de esta zona desértica es muy limitado, por lo que hay que complementarlo con vegetación adaptada, aunque consume más agua que la nativa y soporta menos las altas temperaturas.

La vegetación nativa es una de las características más importantes en el paisaje de las zonas desérticas, por lo que es deseable mantener vigente su presencia dentro de las ciudades desérticas.

Por último, adosados a los criterios de sustentabilidad que se presentan en este trabajo es recomendable que se incluya la frecuencia de uso o las preferencias de selección que la propia sociedad hace sobre las especies que se utilizarán en la región, a fin de que se cuente con mayores elementos que orienten hacia la adopción de estos criterios, al tomar en cuenta la cultura local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, J., Arellano, G., Mendoza, L., Reyes, R., Rocha, E. y Ruiz, E. (2007). *Microzonificación sistemática de Mexicali. Informe final*. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada. Departamento de Sismología. Mexicali. Octubre de 2007.
- Aguilar, A. (2004). Los asentamientos humanos y el cambio climático global. En Martínez, J. y Fernández, A. (Coords.), *Cambio climático: una visión desde México* (pp. 267-278). México: Instituto Nacional de Ecología y Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Aguilar, A. (2006). Algunas consideraciones teóricas en torno al paisaje como ámbito de intervención institucional. *Gaceta ecológica*, 79, 5-20
- Aguilar, C., Escalante T., Espinosa D., (2001). Endemismo, áreas de endemismo y regionalización biogeográfica. En Llorente-Bousquets J. y Morrone J. (eds.), *Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, conceptos, métodos y aplicaciones* (pp. 31-38). México: UNAM. Consultado el 17 de noviembre del 2009 de:
<http://books.google.com.mx/books?id=dhcakHP1fAYC&pg=PT47&dq=endemismo#v=onepage&q=endemismo&f=false>
- Agyeman, J., Bullard, R., y Evanz, B. (2003). Introduction. Joined-up thinking: bringing together sustainability, environmental justice and equity. En Agyeman, J., Bullard, R., y Evanz, B. (Eds.), *Just sustainabilities: development in an unequal world* (pp. 1-18). Londres: Earthscan
- Aiello, D., Yellott, J. (1984). El oeste árido y las relaciones humanas ante el mismo. En Golany, G. (Ed.) *Planificación urbana en zonas áridas* (pp. 85-100). México: Limusa
- Alcaraz, F. (2009). *Desiertos y semidesiertos*. España: Universidad de Murcia
- Aponte, G. (Enero-diciembre, 2003). Paisaje e identidad cultural. *Tabula Rasa*, 1, 153-164. Consultado el 7 de marzo de 2010 de:
http://openpdf.com/viewer?url=http://www.revistatabularasa.org/numero_uno/Gaponte.pdf
- Aronson, S. (2008). *Proyectar en tierras ásperas y frágiles*. España: Editorial Gustavo Gili
- Arreola, C. (2009). Apuntes de curso: *Diseño de jardines. Aplicaciones prácticas*. Mexicali
- Bazant, J. (2008). *Espacios urbanos. Historia, teoría y diseño*. México: Limusa.

- Bejarano, J. (1998). *Economía de la agricultura*. Colombia: TM Editores, Universidad Nacional e IICA.
- Campos, I. (2003). *Saneamiento ambiental*. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia
- Cancer, L. (2002). La conservación del medio ambiente. En Melendo y cols. (Eds.), *Manual de técnicas de montaña e interpretación de la naturaleza* (pp. 161-186). Barcelona: Paidotribo
- Cano-Santana, Z., Carabias, J., Meave, J. y Valverde, T. (2005). *Ecología y medio ambiente*. México: Pearson Educación de México
- Capel H. (1975). La definición de lo urbano. *Estudios Geográficos*, 138-139 (número especial de "Homenaje al Profesor Manuel de Terán").
- Choay, F. (1994). El reino de lo urbano y la muerte de la ciudad. En Ramos, A. (2004), *Lo urbano en 20 autores contemporáneos* (pp. 61-72). Barcelona: Ediciones UPC
- Chong, A. (1989). Vegetación de zonas áridas. Inventario, caracterización y clasificación por funciones para uso paisajístico. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California. Facultad de Arquitectura, Mexicali.
- Comisión Estatal de Servicios Públicos de Mexicali CESPM (1997). *Programa de Saneamiento de la ciudad de Mexicali*. Consultado el 15 de septiembre del 2010 de: <http://www.cocof.org/aproyectos/pmexicali-esp.htm#bm7>
- Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y los Estados Unidos Sección Mexicanas (s/f). *Entregas de agua a México del Río Colorado*. Consultado el 9 de octubre de 2010 de: <http://portal.sre.gob.mx/cilanorte/index.php?option=displaypage&Itemid=116&op=page&SubMenu=>
- Consejo de Europa (2000). *Convenio Europeo del Paisaje*. Florencia: Consejo de Europa. Consultado el 20 de abril del 2010 de: <http://www.cidce.org/pdf/Convenio%20Paisaje.pdf>
- Cosgrove, D. (2002). Observando la naturaleza: el paisaje y el sentido europeo de la vista. *Boletín de la A.G.E.*, 34, 63-89
- Daly, H. (2008). *Desarrollo sustentable. Definiciones, principios y políticas*. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial
- Edwards, A. (2005). *The sustainability revolution: portrait of a paradigm shift*. Canada: New Society Publishers
- Enríquez, A. (2009). Conservación de los paisajes áridos ibéricos. *Foresta*, 46, 52-58

- Evans, B. y Theobalt, K. (2003). Local agenda 21 and the shift to 'sofe governace'. En S. Buckingham (Ed.), *Local environmental sustainability* (pp. 74-92). Inglaterra: Woodhead Publishing.
- Faber, N, Jorna, R, y Van Engelen, J. (Marzo, 2005). The sustainability of "sustainability". A study into the conceptual foundations of the notion of "sustainability". *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 7 (1), 1-33
- Falcón, A. (2007). *Espacios verdes para una ciudad sostenible. Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión*. España: Editorial Gustavo Gili
- Fraume, N. (2007). *Diccionario ambiental*. Eco ediciones. Consultado el 2 de agosto de 2011 de:
http://books.google.com.mx/books?id=77Jot7HN1iIC&pg=PA353&dq=diccionario%2Becologia%2Bflora%2Bvegetacion%2Bnativa&hl=es-419&ei=7ki4TuinM5LRiAKF2s3gDg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3&ved=0CDMQ6AEwAg#v=onepage&q&f=false
- Gándara, F. y Molinard, S. (2009). Herramientas para la participación ciudadana. En Mariñez, F. (Ed.), *Compromiso Ciudadano* (pp. 219-233). México: Fondo Editorial de Nuevo León.
- García-Cueto y cols. (Abril, 2007). Detection of the urban heat island in Mexicali, B.C., México and its relationship with land use. *Atmosfera*, 20 (2), 111-131. México: UNAM
- Gobierno de Baja California. (1992). *Ley de ecología y protección al medio ambiente para el estado de Baja California*. México: Gobierno de Baja California
- Gobierno del Estado de Baja California. Secretaria de Planeación y Finanzas. Dirección de Inversión Pública (2009). *Resumen de Inversión 2009*. Consultado el 16 de septiembre de 2010 de:
<http://www.bajacalifornia.gob.mx/portal/gobierno/finanzas/inversion07/avances/2009/Mexicali.pdf>
- Gobierno Municipal (2005, 6 de mayo). *Reglamento de áreas verdes para el municipio de Mexicali, Baja California. Periódico oficial No. 1*. Tomo CXII. Consultado el 17 de noviembre del 2010 de:
<http://www.ordenjuridico.gob.mx/Estatal/BAJA%20CALIFORNIA/Municipios/Mexicali/REG01.pdf>

- Golany, G. (1984). Planeación de sitios urbanos en zonas áridas: Consideraciones básicas. En Golany G. (Ed.), *Planificación urbana en zonas áridas* (pp. 25-44). México: Limusa.
- González, A. y Medina, N. (1995). *Ecología*. México: McGraw-Hill
- González, C. y Romero, H. (marzo, 2006). Criterios para la sustentabilidad urbana. Estudio de caso de la ciudad de San Fernando. VI Región. Chile. *Mapping Interactivo. Revista Internacional de Ciencias de la Tierra*. Consultado el 20 de enero del 2011 de http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1163
- González-Bernáldez, F. (1981). *Ecología y paisaje*. Madrid: Blume
- Gould, S. (1998). An evolutionary perspective on strengths, fallacies, and confusions in the concept of native plants. *Arnoldia*, 58 (1), 3-10. Consultado el 2 de agosto de 2011 de: <http://arnoldia.arboretum.harvard.edu/pdf/articles/483.pdf>
- Greene G. (1984). Diseño del paisaje campestre y el paisaje urbano en regiones áridas. En Golany G. (Ed.), *Planificación urbana en zonas áridas* (pp. 227-232). México: Limusa.
- Gutiérrez, M. (1994). *Geografía urbana. El nacimiento de las primeras ciudades en el viejo Mundo*. México: Instituto de Geografía y Facultad de Arquitectura UNAM.
- Hernández, C. (2007). *Un Vitruvio ecológico. Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*. España: Editorial Gustavo Gili
- Herrera, I. y Morales, F. (1993). *Factores ambientales y estilos de desarrollo*. México: Trillas.
- Higueras, E. (2006). *Urbanismo bioclimático*. España: Editorial Gustavo Gili
- Holahan, C. (2003). *Psicología ambiental. Un enfoque general*. México: Limusa.
- Hough, M. (1995). *Naturaleza y ciudad planificación urbana y procesos ecológicos*. Barcelona: Gustavo Gili
- Hough, M. (1998). *Naturaleza y ciudad*. España: Editorial Gustavo Gili
- Instituto Municipal de Investigación y Planeación Urbana (IMIP). (2007). *Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Mexicali 2025*. México: XVIII Ayuntamiento de Mexicali.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Consultado el 2 de noviembre de 2010 de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=2>
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (2007). *Guía del planeamiento urbanístico energéticamente eficiente*. España: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

- Inzunza, J. (marzo- abril, 2005). Clasificación de los climas de Köppen. *Ciencia...Ahora*, 15 (8).
- Iracheta, A. (1997). *Planeación y desarrollo: una visión del futuro: problemas y perspectivas del desarrollo y la urbanización en México y el Estado de México*. México: Plaza y Valdes.
- Jacorzynski, W. (2004). *Entre los sueños de la razón: filosofía y antropología de las relaciones entre hombre y ambiente*. México: Porrúa.
- James, P. y Gittins, J. (2007). Local landscape character assessment: an evaluation of community-led schemes in Cheshire. *Landscape research*, 32 (4), 423-442
- Jellicoe, G y Jellicoe, S. (2000). *El paisaje del hombre*. España: Editorial Gustavo Gili
- Landsberg H. (1984). Planeación para las realidades climáticas de regiones áridas. En Golany G. (Ed.), *Planificación urbana en zonas áridas* (pp. 45-62). México: Limusa.
- Laurie, M. (1983). *Introducción a la arquitectura del paisaje*. España: Editorial Gustavo Gili
- Leff, E. (2007). *Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder*. México: Siglo XXI.
- Lucero, H. (Ed.). (2002). Mexicali 100 años. *Arquitectura y urbanismo en el desierto del Colorado*. México: Patria.
- Marsh, W. (2005). *Landscape planning: environmental applications*. Estados Unidos: John Wiley & Sons Inc.
- Martignoni, J. (2008). *El paisaje como materia prima*. España: Editorial Gustavo Gili
- Montalvo, R. (2007). Hacia un modelo de crecimiento ordenado de los centros de población en el estado de Tlaxcala. Tesis de doctorado no publicada, El Colegio de Tlaxcala, San Pablo de Apetatitlán, México.
- Morláns, M. (2005). *Introducción a la Ecología del Paisaje*. España: Universidad Nacional de Catamarca
- Morse, S. (2010). *Sustainability: a biological perspective*. Inglaterra: Cambridge Univ. Pr.
- Munier, N. (2006). *Introduction to sustainability: road to a better future*. Netherlands: Kluwer Academic Pub.
- Nebel, B. y Wright, R. (1999). *Ciencias ambientales: ecología y desarrollo sostenible*. México: Pearson
- Nowak, D. y Greenfield, E. (2010). *Urban and Community Forests of the Mountain Region*. EU: United States Department of Agriculture

- Olgyay, V. (2002). *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. España: Editorial Gustavo Gili
- Peña, C. (1990). *Usos, funciones y características de las plantas en el diseño del paisaje. Funciones ecológicas*. Mexicali: UABC
- Peña, C. (1998). *Las plantas en el diseño del paisaje. Funciones arquitectónicas y estéticas*. Mexicali: UABC
- Popolizio, E. (s/f). *Modelo desértico*. Consultado el 7 de marzo de 2010 de: <http://ing.unne.edu.ar/dep/goeciencias/fotointer/pub/SISTEMA%20DE%20MODELADODESERTICO.pdf>
- Presidencia de la Republica, Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República. (2007). *Plan nacional de desarrollo 2007-2012*. México: Presidencia de la República. Consultado el 10 de enero de 2011 de: http://pnd.calderon.presidencia.gob.mx/pdf/PND_2007-2012.pdf
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. PNUMA. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. (2006). *Resumen Ejecutivo. Perspectivas de los desiertos del mundo*. Junio 2006
- Radding, C. (2005). *Landscapes of Power and Identity*. London: Duke University Press
- Rau, J. y Wooten, D. (1980). *Environmental impact analysis handbook*. Estados Unidos: McGraw-Hill
- Riddell, R. (2004). *Sustainable urban planning: tipping the balance*. Reino Unido: Blackwell Publishing
- Riojas, J. (1999). *Problemas ambientales. Análisis y valoración*. México: Universidad Iberoamericana
- Rojas R. (2005). Panorama de los modelos de planeación urbana y ambiental. En Rojas y cols. *Planeación urbana y regional: un enfoque hacia la sustentabilidad* (pp. 113-150). México: UABC
- Rossi A. (1971). *La arquitectura de la ciudad*. Barcelona: Gustavo Gili
- Salvador, P. (2003). *Planificación verde en las ciudades*. España: Editorial Gustavo Gili
- Segura, S. (2005). Las especies introducidas ¿benéficas o dañinas? En Sánchez y cols. (Ed.). *Temas sobre restauración ecológica* (pp. 127-133). México: Instituto Nacional de Ecología. Consultado el 2 de agosto de 2011 de:

- http://books.google.com.mx/books?id=7oZix0puXbgC&pg=PA131&dq=flora+nativa&hl=es&ei=0UA4TtCxFe7WiALCp4TNDg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=8&ved=0CEsQ6AEwBw#v=onepage&q=flora%20nativa&f=false
- Soria, O. (1984). ¿Cómo hacer la revisión de la literatura? En Morel, E. y Sánchez, J. (Cords.) (1988), *Quehacer científico II. Selección de temas*. (pp. 69-98). República Dominicana: Corripio
- Steenbergen, C. y Reh, W. (2001). *Arquitectura y paisaje. La proyección de grandes jardines europeos*. España: Editorial Gustavo Gili
- Steiner, F. (2008). *The living landscape: an ecological approach to landscape planning*. USA: Island Press
- Thompson, I. (2007). The ethics of sustainability. En Benson, J. y Roe, M. (Eds.), *Landscape and sustainability* (pp. 16-36). Inglaterra: Psychology Press.
- Thompson, R. y Ahern, J. (2000). *The State of Urban and Community Forestry in California*. EU: Urban Forest Ecosystems Institute California Polytechnic State University San Luis Obispo
- Toca, A. (1998). *Arquitectura y ciudad*. México: Instituto Politécnico Nacional
- Toledo, A. (2006). Hacia una nueva visión de las relaciones entre el agua, el hombre y el paisaje. *Gaceta ecológica*, 78, 5-10
- Trujillo, G. (2000). *Las rutas de la luz. El paisaje de Baja california*. México: UABC
- United Nations. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*. Consultado el 21 de noviembre de 2011 de: (<http://www.un-documents.net/ocf-02.htm#I>)
- United States Environmental Protection Agency EPA (s/f). *Desarrollo Inteligente e Islas Urbanas de Calor* [Tríptico]. Autor y Red de Desarrollo Inteligente
- Venegas, R. (2004). El Río Colorado. Características físicas y biológicas. En Sánchez V. (2004). *El revestimiento del canal todo americano ¿Competencia o cooperación por el agua en la frontera México- Estados Unidos?* (pp. 27-55). México: Colegio de la Frontera Norte y Plaza y Valdez.
- Vilchis, M. y Baeza, O. (2006). Las Arenitas: un proyecto de desarrollo suburbano en el desierto. En Schorr, M. (Cord.), *Estudios del desierto* (pp. 129-144). México: UABC-Porrúa.
- Walshe, N. (Octubre, 2008). Understanding students' conceptions of sustainability. *Environmental Education Research*, 14 (5), 537-558. Inglaterra: Routledge

- XII Ayuntamiento de Mexicali (1987). *Plan municipal de desarrollo 1987-1989*. Mexicali: Gobierno de Mexicali.
- XIX Ayuntamiento de Mexicali (2008). *Plan municipal de desarrollo 2008-2010*. Mexicali: Gobierno de Mexicali.
- XVII Ayuntamiento de Mexicali (2003). *Anuario del centenario. Estadística municipal 2003*. Mexicali: Gobierno de Mexicali.
- XVII Ayuntamiento de Mexicali. (2005). *Guía de forestación para el municipio de Mexicali, Baja California*. Mexicali: Gobierno de Mexicali
- XX Ayuntamiento de Mexicali (s/f). *Mexicali XX Ayuntamiento*. Consultado el 2 de noviembre de 2011 de: <http://www.mexicali.gob.mx/ayuntamiento/submenu.aspx?op=2>

ANEXOS

ANEXO 1. CASOS ANÁLOGOS (FIGURAS Y TABLAS)

Arizona

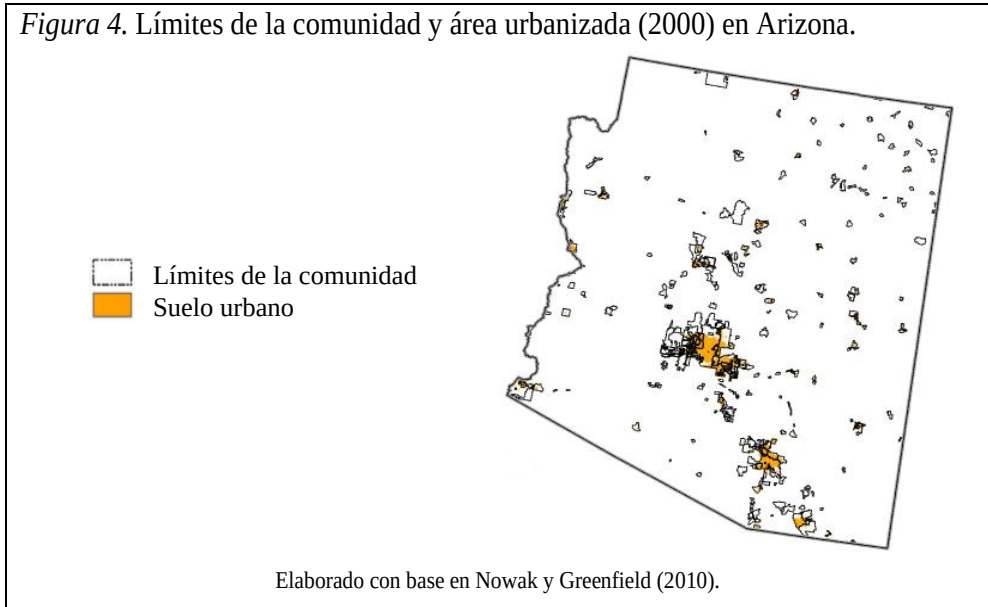
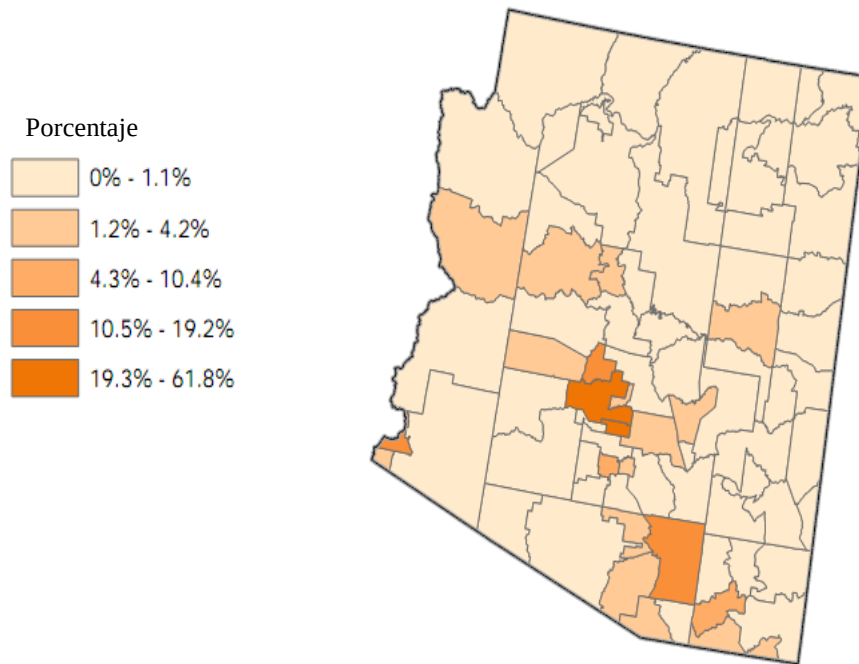


Tabla 5

Resumen Arizona. Elaborado con base en Nowak y Greenfield (2010).

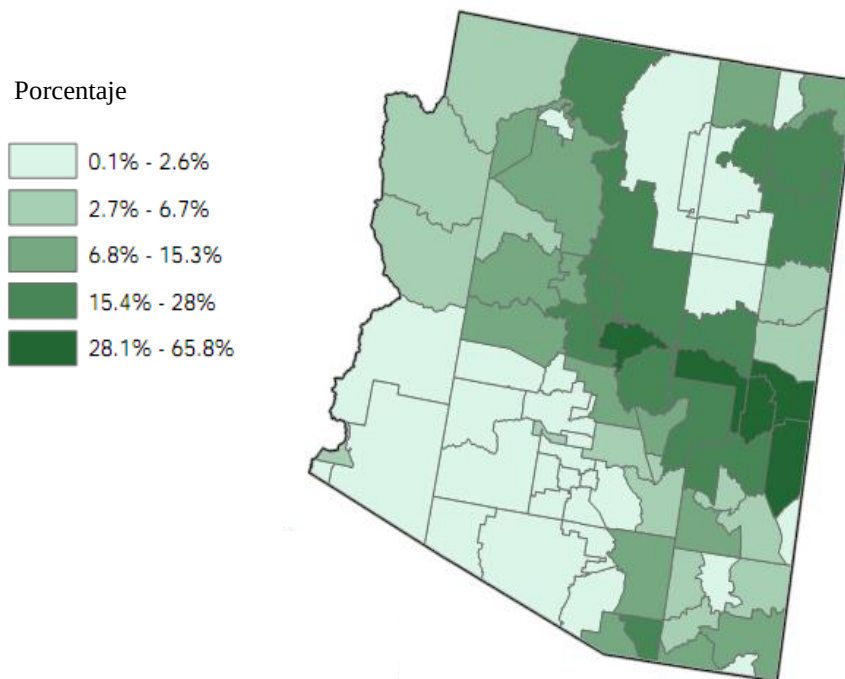
Arizona		Estado	Área urbana
Población	1990	3,665,228	3,206,973
	2000	5,130,632	4,523,535
Área total (km²)	1990	295,254.2	3,139.0
	2000	295,254.2	4,350.7
Densidad de población (personas/km²)	1990	12.4	1,023.5
	2000	17.4	1,041.9
Cubierta arbolada (2000)	km²	27,354.5	191.9
	% área	9.3	4.4
	Per cápita (m²/persona)	5,331.6	42.4
	% cubierta arbolada	9.3	5.9
Espacios disponibles a forestar (2000)	km²	265,309.0	3,048.5
	% área	90.1	70.2
Superficie cubierta impermeable (2000)	km.	1,876.5	1,102.1
	% área	0.6	25.4
	Per cápita (m²/persona)	365.8	243.6
	Número estimado de árboles	n/a	9,200,000

Figura 5. Porcentaje del área de los condados clasificados como suelo urbano (2000).



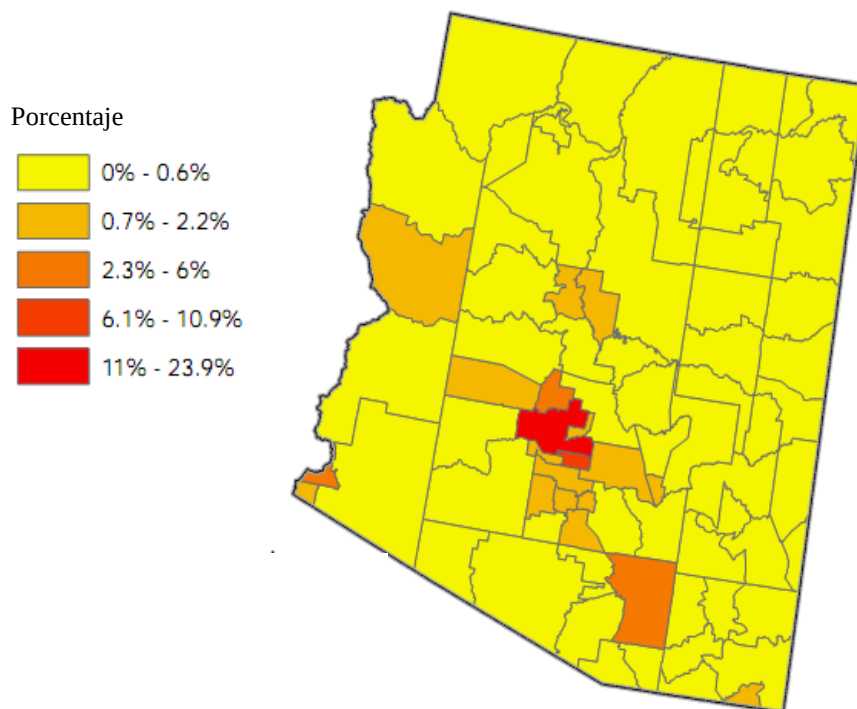
Elaborado con base en Nowak y Greenfield (2010).

Figura 6. Porcentaje del espacio arbolado en la subdivisión de los condados.



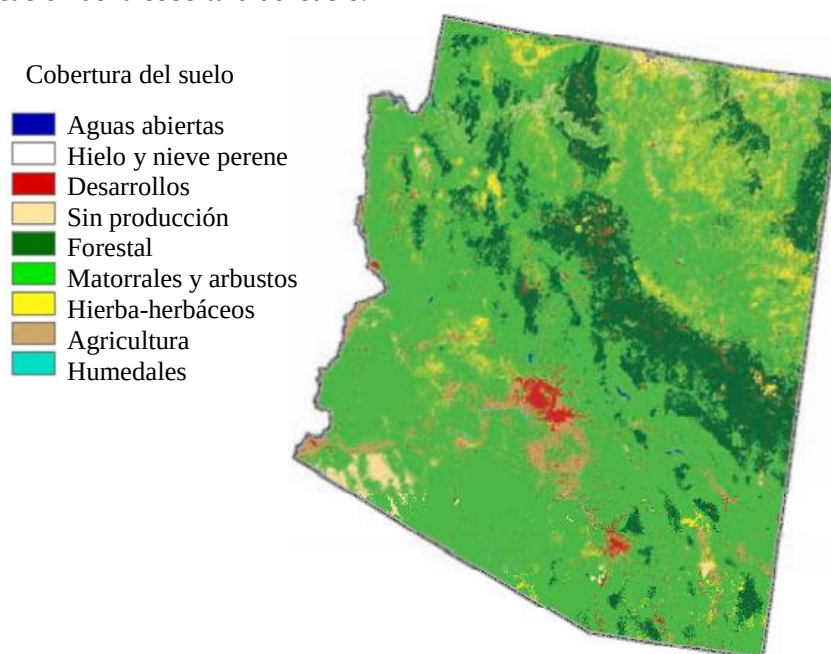
Elaborado con base en Nowak y Greenfield (2010).

Figura 7. Porcentaje de superficie cubierta impermeable con subdivisión de condados.



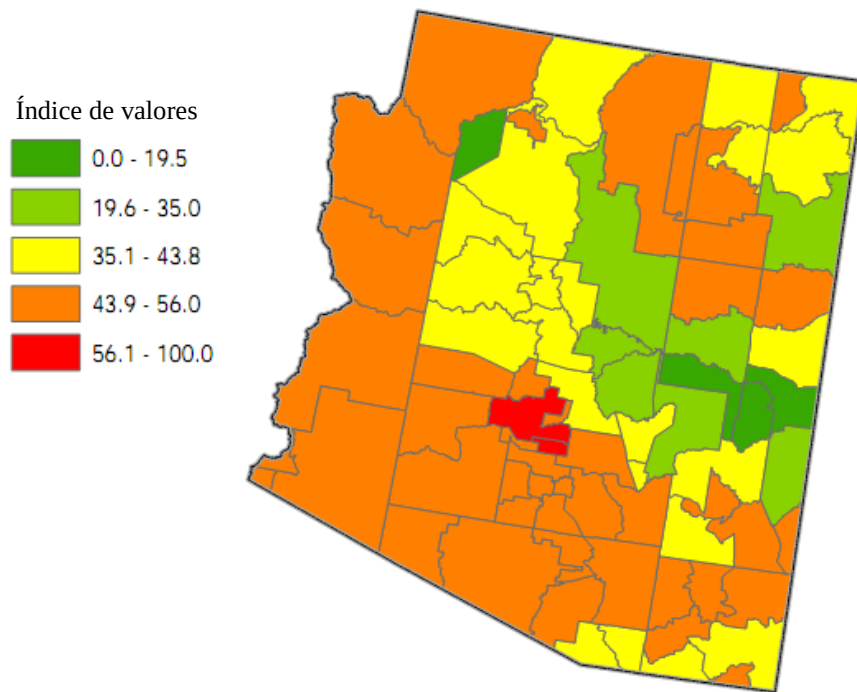
Elaborado con base en Nowak y Greenfield (2010).

Figura 8. Clasificación de la cobertura del suelo.



Elaborado con base en Nowak y Greenfield (2010).

Figura 9. Índice de prioridad de siembra para las subdivisiones de condados, cuanto más alto sea el valor del índice mayor es la prioridad de plantación. Elaborado con base en Nowak y Greenfield (2010).



Elaborado con base en Nowak y Greenfield (2010).

Nuevo México

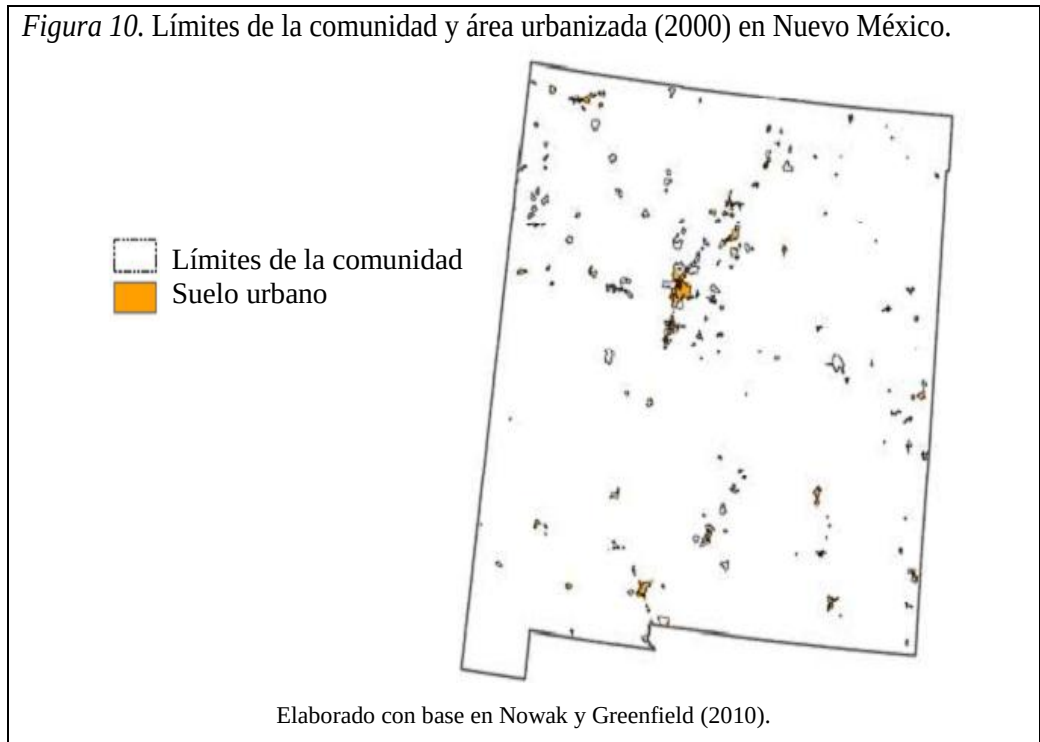
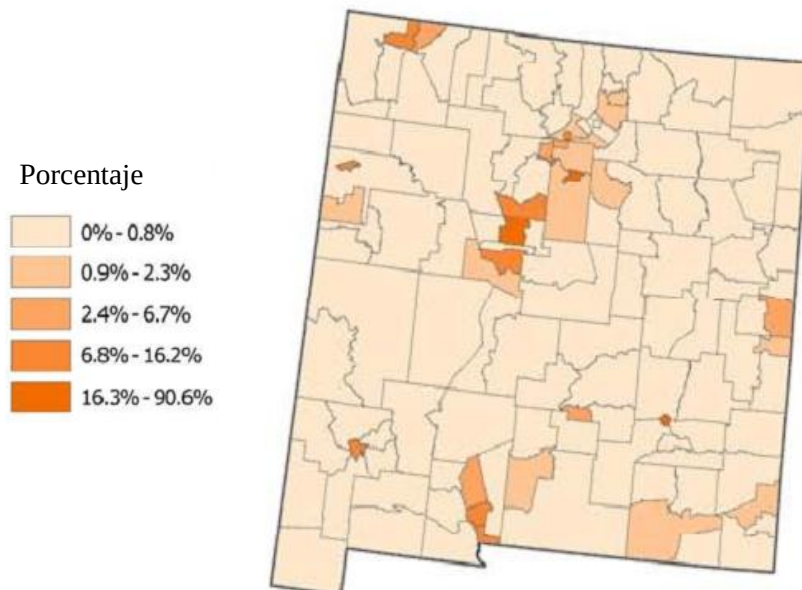


Tabla 6

Resumen Nuevo México. Elaborado con base en Nowak y Greenfiel (2010).

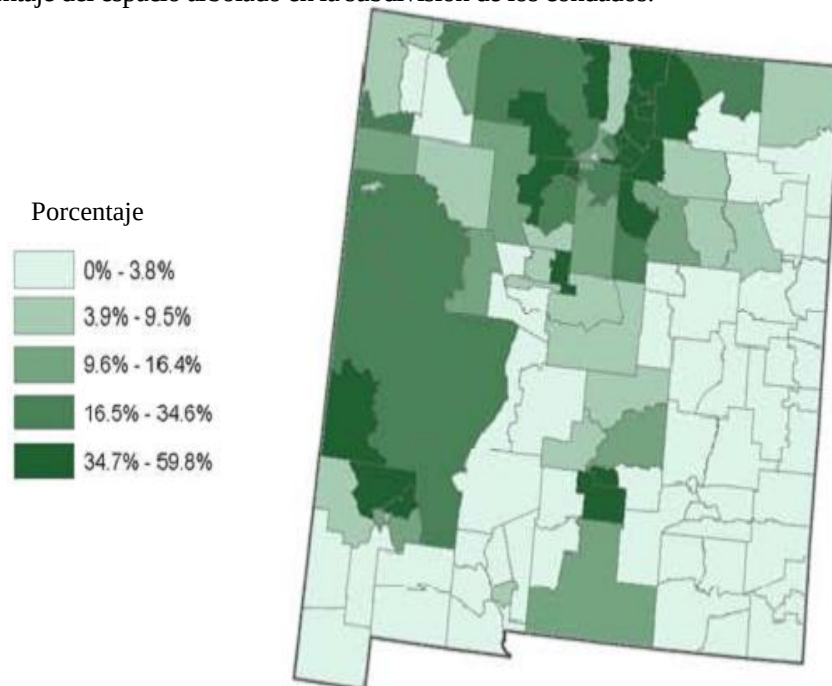
Nuevo México		Estado	Área urbana
Población	1990	1,515,069	1,105,651
	2000	1,819,046	1,363,501
Área total (km ²)	1990	314,915.3	1,495.6
	2000	314,915.3	1,952.2
Densidad de población (personas/km ²)	1990	4.8	741.3
	2000	5.8	700.9
Cubierta arbolada (2000)	km ²	35,566.8	106.8
	% área	11.3	5.5
	Per cápita (m ² /persona)	19,552.4	78.3
	% cubierta arbolada	11.4	6.6
Espacios disponibles a forestar (2000)	km ²	277,769.0	1,515.2
	% área	88.4	77.9
Superficie cubierta impermeable (2000)	km.	930.8	324.6
	% área	0.3	16.7
	Per cápita (m ² /persona)	511.7	238.0
Número estimado de árboles		n/a	5,100,000

Figura 11. Porcentaje del área de los condados clasificados como suelo urbano (2000).



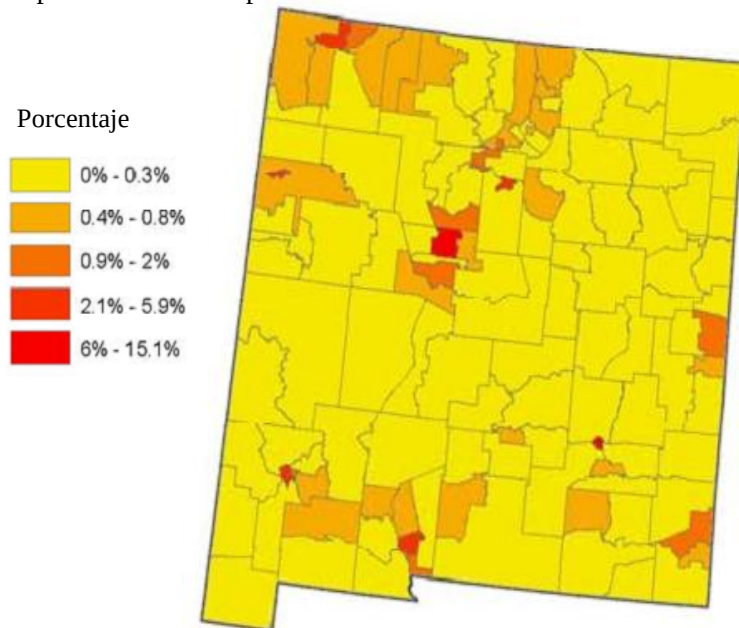
Elaborado con base en Nowak y Greenfield (2010).

Figura 12. Porcentaje del espacio arbolado en la subdivisión de los condados.



Elaborado con base en Nowak y Greenfield (2010).

Figura 13. Porcentaje de superficie cubierta impermeable con subdivisión de condados.

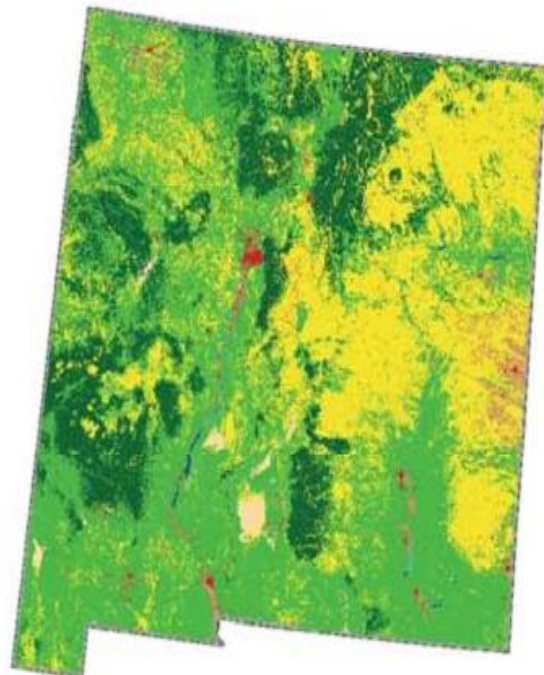


Elaborado con base en Nowak y Greenfield (2010).

Figura 14. Clasificación de la cobertura del suelo.

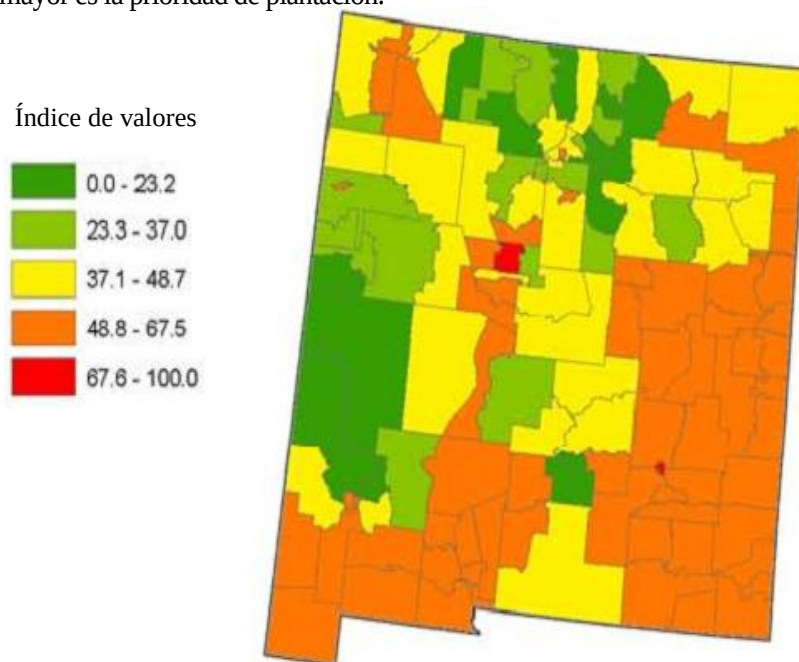
Cobertura del suelo

- Aguas abiertas
- Hielo y nieve perene
- Desarrollos
- Sin producción
- Forestal
- Matorrales y arbustos
- Hierba-herbáceos
- Agricultura
- Humedales



Elaborado con base en Nowak y Greenfield (2010).

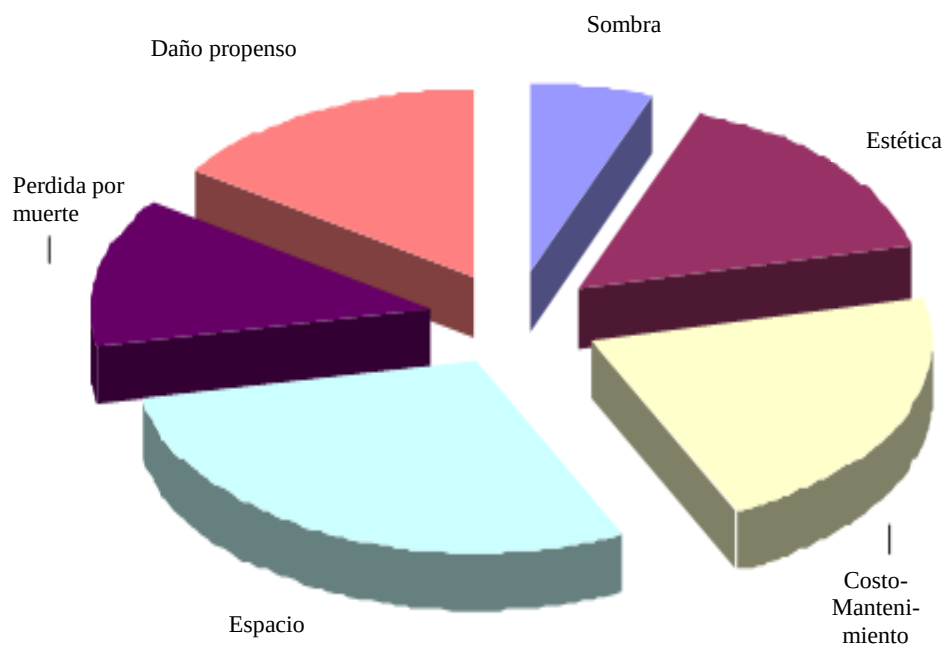
Figura 15. Índice de prioridad de siembra para las subdivisiones de condados, cuanto más alto sea el valor del índice mayor es la prioridad de plantación.



Elaborado con base en Nowak y Greenfield (2010).

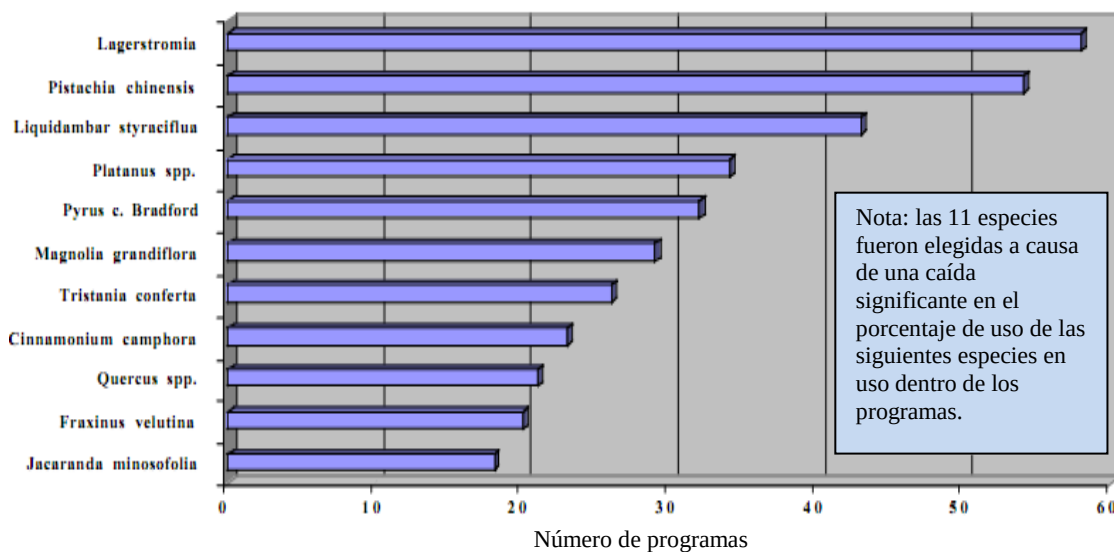
California

Figura 16. Consideraciones más importantes en la selección de árboles en calles.



Elaborado con base en Thompson y Ahern (2000).

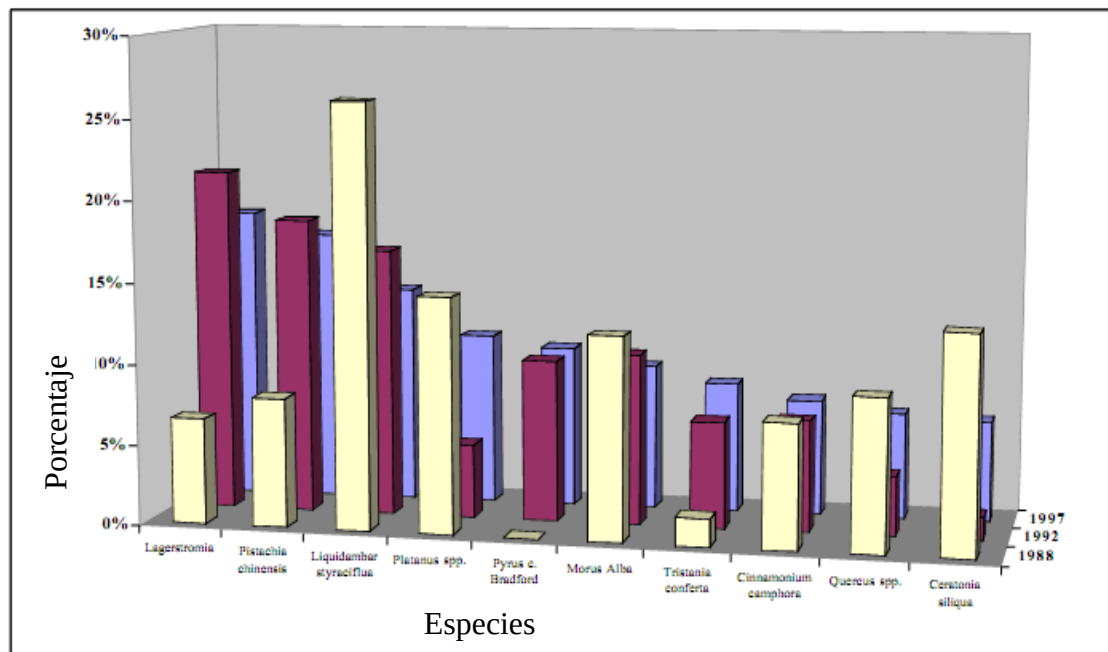
Figura 17. Los 11 árboles comúnmente plantados en las calles, 1997.



Nota: las 11 especies fueron elegidas a causa de una caída significativa en el porcentaje de uso de las siguientes especies en uso dentro de los programas.

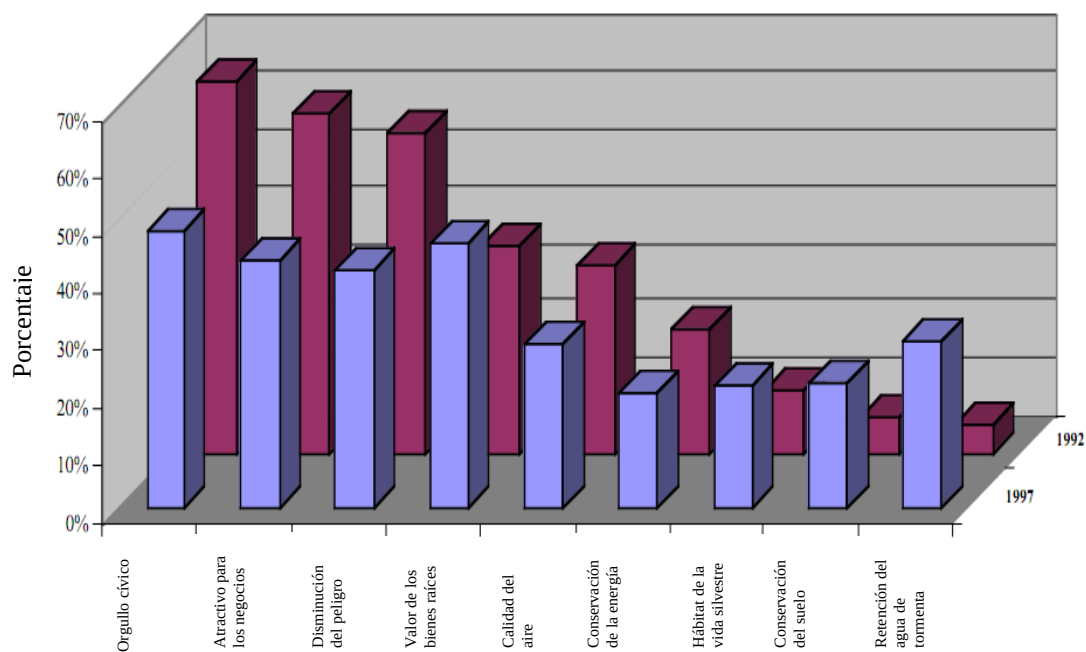
Elaborado con base en Thompson y Ahern (2000).

Figura 18. Frecuencia de plantación en 1988 y 1992 para los 10 árboles más comúnmente plantados en 1997.



Elaborado con base en Thompson y Ahern (2000).

Figura 19. Beneficios más expresados en los programas de Forestación Urbana y Comunitaria.



Elaborado con base en Thompson y Ahern (2000).