

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE CIENCIAS



MAESTRÍA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS

**"PROPUESTA DE PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA VERDE EN  
VALLE DE GUADALUPE EN DOS ESCALAS"**

TESIS

Que para obtener el grado de

MAESTRA EN CIENCIAS

Presenta

LAURA EDITH IBARRA FLORES

ENSENADA, B.C., diciembre del 2019

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**MAESTRÍA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS**

**“PROPUESTA DE PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA VERDE EN VALLE DE  
GUADALUPE EN DOS ESCALAS”**

**TESIS**

Que para obtener el grado de

**MAESTRA EN CIENCIAS**

presenta:

Laura Edith Ibarra Flores

Aprobado por:



Dra. Martha Ileana Espejel Carbajal

Directora



Dra. María Concepción Arredondo García

Sinodal



Dra. Lina Ojeda Revah

Sinodal



Dra. Claudia Rivera Torres

Sinodal

## Resumen

La infraestructura verde (IV) es una aproximación adecuada para proponer una mejor planeación del valle de Guadalupe, debido a que la IV propicia la conservación de los paisajes naturales y agrícolas, además de que permite adaptarse y visualizar diferentes escalas. A pesar de que el valle de Guadalupe cuenta con regulación vigente (Ordenamiento Ecológico y Programa Sectorial de Desarrollo Urbano), no se ha podido controlar el crecimiento desmedido de giros comerciales y turísticos que propician el cambio en el uso de suelo con la consiguiente fragmentación del paisaje. Por lo tanto, es necesario adoptar estrategias encaminadas a la conservación de la vocación agrícola del mismo, partiendo de enfoques que van de abajo hacia arriba y centradas en atender las problemáticas actuales desde la visión y conocimiento de quienes habitan este territorio. Los objetivos de esta investigación atienden dos escalas. A escala meso se construyó un mapa del polígono urbano de valle de Guadalupe, en el que se realizó un análisis desde el enfoque de la infraestructura verde y se detectaron las zonas críticas a tomar en cuenta para su planeación. A escala micro, se co-diseñó un espacio verde multifuncional, con un grupo comunitario de la Colonia Artículo 115, que replica el paisaje del valle en un parque y que, además, representa una oportunidad para que los habitantes de todas las edades puedan realizar actividades en comunidad. Los métodos utilizados en la meso escala fueron: la descripción ambiental y social del área de estudio. Se utilizó un sistema de información geográfica para realizar una clasificación supervisada de usos de suelo, con la cual se obtuvieron las unidades de recursos del sitio. Se corrieron métricas del paisaje utilizando Fragstats 4.2 y Landscape Ecology Statistics, y por último se modeló un mapa a partir del análisis de los usos de suelo actuales, contrastados con los del ordenamiento vigente. Para la escala micro se describió el área de estudio, y por medio de la técnica conocida como bola de nieve, se encontró un grupo de mujeres que aceptaron participar en el co-diseño de un parque para su comunidad. El acercamiento fue por medio de visitas y entrevistas, así como lluvia de ideas de cada una de ellas para construir el proyecto final. Los resultados fueron la obtención de una visión integrada del valle, así como de su paisaje y sus sitios críticos de restauración donde es posible crear proyectos de infraestructura verde, así como el co-diseño de un parque con mujeres clave de la colonia Artículo 115 demostró que trabajar en paralelo con los beneficiados de los proyectos ayuda a cumplir con sus imaginarios, a la vez que se obtienen espacios multifuncionales.

Palabras clave: planeación, paisaje, co-diseño, espacio verde, multifuncionalidad.

## Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada y que me permitió estudiar la Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas, así como por la beca de movilidad 2018 nacional.

A la Fundación Río Arronte por su financiamiento a través del proyecto: A.347 Formulación y Adopción de un Plan de Manejo de la Cuenca Guadalupe, Ensenada, Baja California.

Al comité vecinal de la Colonia Artículo 115, quienes estuvieron dispuestas desde el principio a colaborar con este proyecto, un agradecimiento muy especial por su entusiasmo y sus ganas de trabajar por el bien de su colonia.

A mi directora de tesis, la Dra. Ileana Espejel por su valiosa guía, orientación y consejos en la realización de este trabajo y por siempre creer en mí. A mis sinodales, la Dra. María Concepción Arredondo, Dra. Lina Ojeda Revah y Dra. Claudia Rivera Torres, quienes me apoyaron en todo momento con sus consejos, guías y conocimiento.

A mis profesores de la maestría, por su tiempo, dedicación y disposición de ayudar y aconsejar. Muy en especial a la Dra. Paola Ovalle, por compartir su conocimiento y sus consejos en todo momento; y al Dr. Ricardo Eaton, quien siempre me apoyó en el uso de sistemas de información geográfica y métricas de paisaje. Mil gracias.

A Josué Gamahaliel Valdéz Moreno, alumno egresado de Arquitectura, quien fue el encargado de realizar la visualización tridimensional del proyecto de parque. Agradezco mucho su tiempo y paciencia.

A la Dra. Alicia Castillo, del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad de la UNAM Morelia, quien no sólo me recibió como alumna en su equipo de trabajo del Laboratorio de Socioecología y Comunicación para la Sustentabilidad, sino que también me recibió en su casa. Estoy muy agradecida por el tiempo y las enseñanzas compartidas. Agradezco también a todo el equipo que trabaja en el laboratorio, pues aprendí mucho de cada uno de ellos. Gracias por recibirme y hacerme sentir parte del equipo.

A mis padres, mis hermanas y sobrina, que siempre han confiado en mí y me han brindado su apoyo incondicional.

A mis compañeros de maestría: Dulce, Paola, Diana, Jhoselinn, Krystal, Andrea, Felipe, Jesús, Sergio, Luis Carlos y Víctor por todos los momentos compartidos. A la Generación de la Oportunidad. Gracias.

A Mario, mi compañero de vida, que me acompañó durante todas las etapas de realización de este trabajo.

## Contenido

Resumen .....	iii
Agradecimientos .....	iv
Capítulo I .....	1
1.1 Introducción .....	1
1.2 Marco conceptual.....	3
1.2.2 Paisaje.....	3
1.2.1 Infraestructura verde.....	4
1.2.3 Sistema socio-ecológico .....	8
1.2.4 Ruralidad .....	10
1.2.5 Planeación participativa .....	11
1.3 Antecedentes .....	14
1.4 Planteamiento del problema .....	17
1.5 Preguntas de investigación .....	18
1.6 Objetivos.....	18
1.6.1 Objetivo General.....	18
1.6.2  Objetivos específicos.....	18
Capítulo 2. Meso escala. El Valle de Guadalupe.....	19
2.1 Descripción del área de estudio .....	19
2.1.2 Historia y contexto socioeconómico .....	23
2.1.3 Principales actividades .....	24
2.1.4 Población actual .....	25
2.1.5 Principales problemáticas del área de estudio .....	25
2.2 Métodos .....	28
2.2.1 Clasificación supervisada de usos de suelo.....	29
2.2.2 Métricas de paisaje .....	34
2.2.3 Propuesta de sitios prioritarios para la implementación de infraestructura verde .....	35
2.3 Resultados.....	38
2.3.1 Análisis del paisaje .....	38
2.3.2 Métricas de paisaje.....	46
2.3.3 Propuesta de sitios prioritarios para la implementación de infraestructura verde .....	52
Capítulo 3. Micro escala. Colonia Artículo Ciento Quince .....	58

3.1 Descripción del área de estudio .....	58
3.1.1 Contexto ecológico .....	59
3.2.2 Contexto socioeconómico .....	60
3.2 Métodos .....	63
3.2.1 Visitas y entrevistas .....	66
3.2.2 Diseño participativo de parque .....	66
3.2.3 Concepto .....	73
3.3 Resultados .....	76
3.3.1 Diseño participativo de parque .....	76
Capítulo 4. Discusión .....	82
Capítulo 5. Conclusiones .....	87
Referencias .....	90
Anexos .....	95
Anexo 1. Firmas espectrales de las clases de usos de suelo para la clasificación supervisada. ....	95
Anexo 2. Paleta vegetal para parque colonia Artículo 115 .....	98
Anexo 3. Paleta de pavimentos .....	105
Anexo 4: Fotografías del estado actual del parque de la colonia Artículo 115 .....	107

## Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Componentes de la IV a meso y micro escala</i> .....	5
Tabla 2. <i>Ejemplos de IV y características</i> .....	6
Tabla 3. <i>Sistema de recursos en Valle de Guadalupe, bajo el esquema de Ostrom (2009)</i> .....	26
Tabla 4. <i>Principales problemáticas de Valle de Guadalupe enlistados en el PSDUT 2018</i> .....	27
Tabla 5. <i>Clases y sitios de entrenamiento para la clasificación supervisada</i> .....	33
Tabla 6. <i>Valores asignados a la zonificación y usos de suelo para intersecar</i> .....	37
Tabla 7. <i>Resultados de la clasificación supervisada de usos de suelo (2017)</i> .....	40
Tabla 8. <i>Resultados del análisis de Fragstats en nivel Clase</i> .....	47
Tabla 9. <i>Resultados del análisis con el plugin LecoS</i> .....	48
Tabla 10. <i>Área (ha) de cada categoría del cuadrante</i> .....	49
Tabla 11. <i>Número de parches por cuadrante</i> .....	49
Tabla 12. <i>Índice de parche mayor por cuadrante</i> .....	50
Tabla 13. <i>Índice de forma del paisaje</i> .....	50
Tabla 14. <i>Índice de yuxtaposición</i> .....	51
Tabla 15. <i>Conectividad</i> .....	51

Tabla 16. <i>Resultado de la intersección.</i> .....	52
Tabla 17. <i>Superficies según estatus del polígono.</i> .....	54
Tabla 18. <i>Zonas de mayor conflicto en usos de suelo.</i> .....	54
Tabla 19. <i>Indicadores de marginación</i> .....	61
Tabla 20. <i>Indicadores de rezago social</i> .....	61
Tabla 21. <i>Indicadores de carencia en viviendas</i> .....	62
Tabla 22. <i>Matriz Planeación Operativa para la realización de las actividades</i> .....	66

## Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Diagrama del marco conceptual en las escalas de trabajo: territorio (meso) y comunidad (micro). Fuente: elaboración propia.....	13
<i>Figura 2.</i> Síntesis de la problemática en Valle de Guadalupe. ....	15
<i>Figura 3.</i> Escalas de aproximación del proyecto: contexto, meso escala y micro escala. Elaboración propia. ....	16
<i>Figura 4.</i> Diagrama de identificación de problema principal con sus causas y consecuencias. Fuente: elaboración propia. ....	17
<i>Figura 5.</i> Esquema metodológico para la escala meso. ....	29
<i>Figura 6.</i> Diagrama de usos de suelo en VDG a utilizar en la clasificación. ....	30
<i>Figura 7.</i> Imagen resultada de la superposición de las bandas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 11 y 12. Se muestra el área de estudio recortada. Los colores no están asociados a ninguna simbología. ....	32
<i>Figura 8.</i> Ejemplo de composición de bandas, imagen combinación 7-3-2, que resalta en color rojo las zonas de vegetación.....	33
<i>Figura 9.</i> Número de habitantes de la Colonia Artículo 115 de 1995 a 2010. Fuente: INEGI .....	60
<i>Figura 10.</i> Esquema metodológico para la escala micro. ....	63
<i>Figura 11.</i> Modelo conceptual y metodológico inter-transdisciplinario para la investigación. Fuente: adaptado y modificado de (König et al., 2013). ....	64
<i>Figura 12.</i> Primer bosquejo de necesidades realizado en el área de estudio en conjunto con el grupo de mujeres. ....	69
<i>Figura 13.</i> Análisis espacial Colonia Artículo 115. ....	71
<i>Figura 14.</i> Análisis de sitio. ....	72
<i>Figura 15.</i> Análisis de percepción. ....	73
<i>Figura 16.</i> Concepto raíz.....	74
<i>Figura 17.</i> Bosquejo de diseño y zonificación.....	75
<i>Figura 18.</i> Diagrama de necesidades. Elaboración propia. ....	76
<i>Figura 19.</i> Planta de conjunto. ....	77
<i>Figura 20.</i> Perspectiva. ....	77
<i>Figura 21.</i> Acceso. ....	78
<i>Figura 22.</i> Área infantil y módulo de baños. ....	78
<i>Figura 23.</i> Puente sobre caudal y salón comunitario. ....	79
<i>Figura 24.</i> Jardines de biorretención, pavimentos permables.....	79

<i>Figura 25.</i> Perspectiva del parque desde el caudal del arroyo. ....	80
<i>Figura 26.</i> Perspectiva del parque desde las zonas de descanso hacia la explanada. ....	80
<i>Figura 27.</i> Alzado lateral, relacione de elementos conectores escala meso – micro. ....	81

## Índice de Mapas

<i>Mapa 1.</i> Subcuenca Guadalupe y área de estudio. ....	21
<i>Mapa 2.</i> Área de estudio en la meso escala. ....	23
<i>Mapa 3.</i> Estrategia de Ordenamiento Territorial. ....	36
<i>Mapa 4.</i> Resultado de la clasificación supervisada utilizando el complemento SCP y el algoritmo de máxima probabilidad. Elaboración propia. ....	39
<i>Mapa 5.</i> Cuadrante 1 de la clasificación. Noroeste. ....	41
<i>Mapa 6.</i> Cuadrante 2 de la clasificación. Localidad Francisco Zarco. ....	42
<i>Mapa 7.</i> Cuadrante 3 de la clasificación. Delegación El Porvenir. ....	43
<i>Mapa 8.</i> Cuadrante 4 de la clasificación. Lomeríos. ....	44
<i>Mapa 9.</i> Detalle 5 de la clasificación. Suroeste. ....	45
<i>Mapa 10.</i> Detalle 6 de la clasificación. San Antonio de las Minas. ....	46
<i>Mapa 11.</i> Intersección de usos. Elaboración propia. ....	53
<i>Mapa 12.</i> Usos de suelo y en rojo zonas de conflicto en los usos de suelo y necesarias para la conectividad. Elaboración propia. ....	56
<i>Mapa 13.</i> Área de estudio en la micro escala. Fuente: IMIP (2016) ....	58

# Capítulo I

## 1.1 Introducción

El Valle de Guadalupe es conocido por ser una zona vitivinícola que se localiza en la ciudad de Ensenada, en el estado de Baja California, México. Está ubicado 25 kilómetros al norte de la ciudad de Ensenada y 85 kilómetros al sur de la ciudad de Tecate, es un valle de origen fluvial a través del cual corre el arroyo Guadalupe (Periódico Oficial del Estado de Baja California, 2006). En este valle las actividades agrícolas han dominado a lo largo del tiempo, sobre todo los cultivos de tipo mediterráneo, que se ven favorecidos por un clima de veranos secos e inviernos lluviosos, entre ellos se encuentran: vid, olivo, cítrico y algarrobo, así como hortalizas adaptadas a este clima. También hay ganadería extensiva, el ganado está suelto en los cañones con vegetación riparia y de chaparral (Secretaría de Fomento Agropecuario, 2015). Son tres las delegaciones que lo conforman: Francisco Zarco, El Porvenir y San Antonio de las Minas, cada una con su poblado y algunos desarrollos habitacionales dispersos (Periódico Oficial del Estado de Baja California, 2018).

A pesar de contar con ordenamientos y planes de desarrollo urbanos y turísticos desde 1993, el Valle de Guadalupe se enfrenta a una vertiginosa transformación causada por una urbanización desordenada que conlleva pérdida de naturalidad y de zonas agrícolas. Las causas son variadas y están concatenadas: intereses económicos contrapuestos, deficiente seguimiento a los instrumentos de desarrollo urbano y ordenamiento ecológico, crecimiento desordenado que causa conflictos con los usos del suelo planeados (Periódico Oficial del Estado de Baja California, 2018). El resultado es que la vocación agrícola del valle se está sustituyendo por la residencial-campestre y, aunque los residentes y turistas aprecian el paisaje, no es equiparable el precio del uso del suelo para conservación de los paisajes naturales, que el del uso de suelo vitivinícola o turístico y residencial.

Si se está perdiendo el imaginario colectivo plasmado en los ordenamientos (un paisaje vitivinícola y enoturístico, rodeado de laderas de chaparrales y

seccionado por un arroyo temporal de encinos y alisos), es imperante encontrar alternativas para conservar dicho imaginario paisajístico. El concepto de infraestructura verde puede ofrecer una oportunidad en la planeación de tal manera que se conserve la calidad del paisaje natural y rural (Moreno-Flores, 2013). La infraestructura verde se define como una red de espacios verdes interconectados, que conservan las funciones naturales de los ecosistemas, y a la vez proveen de beneficios a las poblaciones humanas (Benedict y McMahon, 2006). A través de ella se diseñan ambientes saludables, se fomenta la conexión entre las zonas naturales existentes, se reduce la fragmentación del hábitat, se aumenta la calidad ecológica, se mitigan los efectos del cambio climático y se logra una mejor gestión del agua de lluvia (Comision Europea, 2010).

La infraestructura verde se entiende como un sistema que sostiene la vida natural, es un marco ecológico para la sostenibilidad ambiental, social y económica debido a que debe ser planeada holísticamente, partiendo de un enfoque similar al de la planeación, diseño y financiamiento de la infraestructura gris; por lo tanto, no se debe pensar en los espacios verdes como espacios que solo cumplen funciones estéticas, o que solo son agradables. El término infraestructura verde implica algo que “debemos tener”, una necesidad, no una amenidad (Benedict y McMahon, 2002). Además, es importante que los productos de planeación sean participativos para propiciar la educación ambiental y la conservación a largo plazo (Pedroza Villarreal y Veloquio González, 2014).

Esta investigación integra una propuesta de proyectos de infraestructura verde como estrategia para conservar la calidad rural y vitivinícola del Valle de Guadalupe en dos escalas espaciales: 1) meso escala en la subcuenca donde se ubica el Valle de Guadalupe, en donde se realizó un análisis espacial por medio de una clasificación supervisada de usos de suelo, una descripción utilizando métricas del paisaje, y finalmente, una correlación con el mapa de ordenamiento, para determinar los sitios con mayor necesidad de implementación de proyectos de infraestructura verde, y; 2) microescala en la colonia Artículo 115 dentro del mismo

valle, donde se realizó el co-diseño de un espacio verde que incorpora elementos de infraestructura verde, y es un espacio de recreación para la comunidad.

## 1.2 Marco conceptual

### 1.2.2 Paisaje

El concepto de paisaje tiene varias acepciones, según la disciplina que lo refiera. En esta investigación se utilizan las definiciones de la ecología y de la arquitectura del paisaje. De acuerdo a Muñoz-Pedrerros (2004) para los arquitectos, el paisaje es la expresión espacial y visual del medio, es un recurso natural, escaso, valioso y con demanda creciente, fácilmente depreciable y difícilmente renovable; que constituye un nivel de organización de los ecosistemas, en un determinado contexto físico-espacial (Moreno-Flores, 2013).

El paisaje presenta una versatilidad socio-espacial que permite analizar en múltiples escalas los patrones y procesos que le son propios, ofrece la capacidad de abordar áreas rurales, ecosistemas silvestres, redes e infraestructuras, así como de planificar vastas extensiones vacías o urbanizadas, otorgando una mirada integral sobre el territorio (Moreno-Flores, 2013). Los paisajes poseen características ecológicas y atributos espaciales que facilitan su análisis, en el caso de los paisajes rurales, mayormente agrícolas, estos suelen contar con una gran diversidad de especies, dependiendo de su heterogeneidad, por lo que su diseño debe contemplar el soporte a la biodiversidad y a los servicios ecosistémicos (Landis, 2017).

Para los ecólogos, el paisaje es un mosaico de unidades morfológicas y funcionales (Forman, 1995). La ecología del paisaje permite comprender cómo funciona el paisaje en diferentes escalas (Rivera-Torres, 2019). Desde el punto de vista estructural el paisaje funciona cuando presenta tres elementos: matriz (elemento dominante), corredores y parches. La agrupación de estos elementos determina la dominancia y heterogeneidad de cada paisaje con las propiedades características pertenecientes a cada uno de estos. Juntos proveen y determinan las funciones del paisaje que comprenden un ecosistema que funciona efectivamente (Forman, 1995).

Ambas acepciones del concepto de paisaje incluyen los paisajes construidos y los paisajes culturales. En cuanto a los paisajes agrícolas, existen algunas premisas para su diseño con el fin de mantener la biodiversidad y los servicios ambientales (Landis, 2017) que son:

1. Mantener la heterogeneidad.
2. Considerar la conectividad.
3. Mantener la continuidad de los recursos.
4. Dar importancia a la vegetación nativa para la conservación de la biodiversidad.
5. Planear paisajes multifuncionales.

### 1.2.1 Infraestructura verde

El concepto de infraestructura verde es una aproximación estratégica en el marco de las iniciativas de planificación sustentable del territorio para promover la conservación del paisaje y de sus componentes de valor natural y cultural, así como regular los impactos generados a partir de la expansión urbana y la fragmentación ecológica (Moreno-Flores, 2013). La Comisión Europea (2010) destaca que entre los objetivos de la infraestructura verde se encuentran:

- Mejorar la capacidad de la naturaleza para facilitar bienes y servicios ecosistémicos.
- Fomentar una mejor calidad de vida y bienestar humano
- Mejorar la biodiversidad,
- Reconectar zonas naturales aisladas y aumentar la movilidad de la fauna.
- Proteger contra los efectos del cambio climático y otras catástrofes medioambientales
- Evitar la erosión del suelo.

Los servicios ecosistémicos que proporcionan la implementación de IV poseen la característica de ser multifuncionales, pudiendo atender funciones ecológicas, culturales y de producción (Lovell y Taylor, 2013). De esta manera, la

infraestructura verde no sólo contribuye a lograr beneficios particulares, sino que su aplicación promueve múltiples beneficios, como son: el manejo del agua de lluvia, mejora en la calidad del aire, disminución del efecto de isla de calor, mejora de la conectividad paisajística, además de proporcionar a las comunidades más espacios verdes que, a su vez, genera comunidades más sustentables y resilientes (Meerow y Newell, 2017).

Se propone el uso de la planificación vía infraestructura verde como un medio para alcanzar metas de conexión y restauración del paisaje. Este tipo de planificación es especialmente adecuada para áreas como el Valle de Guadalupe, que se caracterizan por una fuerte interacción de sistemas ecológicos y sociales (Hansen y Pauleit, 2014). De acuerdo a Benedict y McMahon (2006), se pueden hacer proyectos acoplados desde la escala local (microescala) hasta la regional (macroescala), con sus interfases (mesoescala), esto permite acoplar proyectos a las diferentes necesidades de un espacio específico. La infraestructura verde promueve la mejora en la calidad de vida, enfocándose en rescatar servicios ecosistémicos y promoviendo el acceso a espacios verdes, a espacios de recreación, conexión de la población con su legado histórico y cultural, regeneración, acceso a la educación, cohesión social y creando lugares atractivos para vivir (Mell, 2009). De esta manera, la infraestructura verde contribuye positivamente en la creación de áreas que funcionan mejor cuando establecen una relación directa entre el espacio y la gente que lo habita.

La Tabla 1 muestra algunos de los componentes de la infraestructura verde que pueden ser encontrados a escalas meso y micro.

**Tabla 1**  
*Componentes de la IV a meso y micro escala*

<b>Meso escala</b>	<b>Micro escala</b>
Áreas naturales: arroyos, humedales, cerros, cañadas, corredores biológicos.	Espacio público: parques, vialidades, camellones, glorietas.
Áreas rurales: zonas agrícolas.	Áreas residenciales: patios y jardines.

Fuente: (IMPLAN Hermosillo, 2014).

Infraestructura verde es un concepto utilizado para los sistemas que proveen múltiples servicios ecosistémicos en las áreas urbanas: es un híbrido entre la infraestructura construida (gris) y los ecosistemas hechos por el hombre (Ahern, 2013). Asimismo, comprende la provisión de redes de áreas verdes planificadas, espacios verdes multifuncionales y vinculados, que a su vez:

- Contribuyen a la protección de hábitats naturales y biodiversidad.
- Posibilitan la respuesta al cambio climático.
- Permiten estilos de vida más sostenibles y saludables.
- Mejoran la habitabilidad y el bienestar urbano.
- Mejoran la accesibilidad a espacios recreativos y ecológicos clave.
- Apoyan el desarrollo urbano y rural.
- Colaboran en la mejor planificación y gestión a largo plazo de los espacios verdes y corredores (Countryside Agency, 2006).

Los beneficios que ofrece la implementación de infraestructura verde son mundialmente conocidos y adoptados por diferentes países y ciudades alrededor del mundo. Algunos de los ejemplos más representativos se muestran resumidos en la tabla 2:

**Tabla 2**  
*Ejemplos de IV y características*

<b>Lugar y año</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Características</b>
<b>INTERNACIONAL</b>		
Unión Europea, 1992	Red Natura 2000	-Red ecológica -Designación de zonas de conservación, de protección para las aves, y de flora y fauna silvestre.
Portland, E.U., 2009	Manejo de agua de lluvia con infraestructura verde	-Restauración población salmón Coho -Mejor habitabilidad -Movilidad no motorizada -Ahorro estimado 224 mdd en costos de mantenimiento y reparación del alcantarillado
Unión Europea, 2011	Cinturón Verde Europeo	-Estrategia para detener pérdida de biodiversidad -Restauración de ecosistemas degradados -Preservación y desarrollo de paisajes naturales y culturales

Vitoria-Gasteiz, España, 2012	Infraestructura Verde Urbana	-Red interconectada de espacios verdes y elementos naturales, seminaturales urbanos y periurbanos -Multifuncionalidad del ecosistema urbano -Mejora de servicios ecosistémicos -Promoción del uso público compatible de los espacios verdes
Bruselas, 2016	Red Verde y Azul de Bruselas	-Protección y creación de espacios verdes -Preservación patrimonio natural y biodiversidad -Restauración de espacios azules y verdes -Conexión
Costa Este, Estados Unidos, 1991	Corredor Verde de la Costa Este en Estados Unidos	-Corredor verde de senderos con señalización, mapas y guías de usuario -Movilidad no motorizada -Mejora de la salud pública y medio ambiente
Maryland, E.U., 1990	Infraestructura Verde de Maryland, E.U.	-Protección de grandes extensiones de territorio natural para conservación de biodiversidad -Servicios ambientales -Uso sustentable de recursos naturales
<b>INTERNACIONAL Y NACIONAL</b>		
Desierto Sonorense, E.U. y México, 2012	Infraestructura Verde para Comunidades del Desierto Sonorense	-Manejo del agua de lluvia -Aumento de la vegetación -Conservación de hábitats -Estrategias comunitarias de infraestructura verde
<b>NACIONAL</b>		
Ciudad de México, 2010	Infraestructura Verde y Corredores Ecológicos de los Pedregales	-Mejora de espacios públicos -Accesibilidad a la naturaleza -Promoción y mejora de la movilidad no motorizada -Mejora calidad de vida en la ciudad
<b>REGIONAL</b>		
Tijuana, 1987	Ecoparque	-Manejo integrado de recursos -Propuesta moderna de infraestructura verde como base de una ciudad sustentable

Fuente: (Rivera-Torres, 2019), (USEPA, 2015), (Comision Europea, 2010), (Suárez, Camarena, Herrera, y Lot, 2011), (Watershed Management Group, 2012), (Chamat, 2012), (JIPW, 2013), (De la Parra y Ojeda-Revah, 2014).

A nivel nacional no se cuenta con muchos ejemplos, sin embargo el uso de infraestructura verde ha surgido entre los temas de debate, como, por ejemplo, en los foros que realiza COCEF (Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza) que han sido cuatro hasta el momento, y que se realizan con el fin de capacitar a los

funcionarios de gobierno, consultores y profesionistas en las estrategias y tecnologías de infraestructura verde para lograr su paulatina implementación en proyectos de infraestructura urbana públicos y privados (COCEF, 2016). En 2014 se realizó el primer Foro Regional sobre Infraestructura Verde (FRIV) en la ciudad de Tijuana, organizado por el Colef (Colegio de la Frontera Norte), cuyo objetivo fue evaluar los factores clave para la incorporación de IV en la gestión urbana ambiental, y su enfoque se dio hacia las áreas verdes, desarrollo verde y mecanismos de planeación urbana (COLEF, 2014).

Para el área de estudio, Valle de Guadalupe, se tienen reconocidos problemas que pueden solventarse por medio de la implementación de infraestructura verde, los cuales pueden ser una estrategia para recuperar espacios (de cualquier tamaño) que aporten beneficios ecológicos (manteniendo y propiciando la vegetación nativa y la riqueza de especies) y sociales (involucrando a todos los miembros de la comunidad) y obtener resultados socialmente sostenibles (Lovell y Taylor, 2013).

Una característica de la infraestructura verde es que puede ser planeada de manera multiescalar, es decir, se puede partir desde las micro-escalas hasta las meso-escalas, dependiendo de qué objetivos se desean conseguir. De esta manera, se hace posible que cada comunidad se involucre en la planeación de espacios de infraestructura verde que cumplan con los objetivos y necesidades particulares de cada una de las comunidades. Particularmente, esta manera de planificación con la comunidad, para que sea exitosa, requiere lograr un proceso de comunicación (Tress y Tress, 2003).

### 1.2.3 Sistema socio-ecológico

El término SSE (Sistema Socio-Ecológico) engloba un concepto holístico, sistémico e integrador del “ser humano-en-la-naturaleza” (Berkes y Folke, 1994). Es un sistema donde los componentes culturales, políticos, sociales, económicos, ecológicos y tecnológicos, entre otros, interactúan de manera compleja y adaptativa (Resilience Alliance, 2010). La manera de abordar y estudiar los sistemas socio-ecológicos varía, no hay un solo acercamiento; esto se debe, sobre todo, a que

estos estudios suelen darse en contextos transdisciplinarios, donde existen varios enfoques, y no hay un único marco de referencia para su estudio (Farhad, 2012).

El análisis de los SSE surge como respuesta a la expansión de los modelos de producción-consumo, que generan impactos graves sobre el sistema bio-geo-físico del planeta (Farhad, 2012). Parten de la suposición de que los sistemas sociales y ecológicos están acoplados, y que no se puede delimitar sólo un ecosistema o un sistema social, porque sus fronteras resultarían arbitrarias (Farhad, 2012). Berkes y Folke acuñaron el término *social-ecological system* (sistema social-ecológico) con la finalidad de que ambas dimensiones (social y natural) obtuvieran igual representatividad (Berkes y Folke, 1994). Esta visión de igualar a los sistemas sociales y ecológicos nace de la premisa de que el sistema social se encuentra inmerso en el ecosistema. Este pensamiento es similar al de algunas sociedades tradicionales, como es el caso de los pueblos ancestrales de los Andes que viven bajo el concepto de *Sumak Kawsay*, que garantiza la relación armónica ser humano-naturaleza (Guillén-García y Phélan-Casanova, 2011) y es un concepto que ayuda a entender los paisajes naturales y culturales acoplados.

Para describir las características e interacciones de los SSE, Berkes y Folke (1994) presentan un marco conceptual de cinco elementos:

1. Los ecosistemas
2. Los seres humanos y la tecnología
3. El conocimiento local
4. Las instituciones
5. Los derechos de propiedad (Farhad, 2012).

Complementariamente, Ostrom (2009) propone, cuatro subsistemas principales para analizar los SSE: 1) sistema de recursos; 2) unidades de recursos; 3) sistemas de gobernanza y 4) usuarios (Ostrom, 2009).

El campo de los SSE representa un esfuerzo importante para desarrollar metodologías de investigación innovadoras para operacionalizar la investigación transdisciplinaria (Ostrom, 2009) como es la que se llevó en esta investigación, y

proporciona análisis más amplios que los que podrían lograrse con investigación centrada sólo en la dimensión social o sólo la ecológica (Olsson, et al., 2004).

#### 1.2.4 Ruralidad

Un término importante, en el contexto de la presente investigación, es lo rural, o la ruralidad. Las definiciones más comúnmente utilizadas casi siempre tienen una connotación del carácter agrario, tanto se utilizan las palabras rural y campo como sinónimos (Pérez Prado, 1993). Sin embargo, estas definiciones se están enfrentando a una reconstrucción conceptual, producto de los cambios que se han suscitado en el ámbito rural; particularmente para el área de estudio, la cual se localiza en una zona árida, donde la ruralidad no puede definirse al igual que en el resto del país. La nueva ruralidad, es una forma de ver el desarrollo rural desde una perspectiva diferente, que integre herramientas que permitan nuevos debates, como la inclusión frente a la exclusión y la equidad frente a las desigualdades sociales, étnicas y de género (Echeverri Perico y Pilar Ribero, 2004). Se concibe como una forma de reconsiderar el desarrollo rural en términos de una variedad de metas normativas como: lograr reducir la pobreza, orientarse hacia la sustentabilidad ambiental, alcanzar la equidad de género, la revaluación del campo, su cultura y su gente, facilitar la descentralización y la participación social así como de superar la división rural-urbana (Kay, 2016).

En la actualidad, el mundo identifica en lo rural una promesa y una esperanza, por medio de la integración de los territorios, de acuerdo con sus vocaciones, como una fuente de oportunidades para la generación y el soporte del crecimiento económico (PNUD, 2011).

En este contexto, se propone identificar la visión del territorio regional bajo la mirada de la nueva ruralidad, de manera que se aspire a: 1) mejorar las condiciones de vida de los habitantes del espacio rural; 2) a que cada persona sea vista desde sus potencialidades y capacidades (Vela-Jiménez, 2011), 3) lograr el respeto al legado histórico y a la condición del medio natural y 4) preservar el medio natural, y hacer un uso sostenible de los recursos (Commins, 2002).

### 1.2.5 Planeación participativa

En este punto es muy importante considerar la intervención de la participación social en la planeación urbana como un aspecto fundamental para la toma de decisiones. Es esencial reconocer el derecho de intervención de todos los ciudadanos, ya que esto origina conocimientos, nuevas modalidades de acción y persigue fines igualitarios para la sociedad (Pedroza Villarreal y Veloquio González, 2014).

La estrategia crea una red sinérgica y articulada para proveer servicios ecológicos, culturales y sociales que contribuyen al bienestar de las comunidades. En un estudio realizado en 2012 por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) sobre la aplicación de infraestructura verde en el Pedregal de San Ángel (Ciudad de México), al mismo tiempo de la propuesta de inclusión de infraestructura verde como método de rescate de los remanentes del Pedregal se utilizó la planeación participativa, lo que dio como resultado la creación de talleres participativos con funcionarios de gobierno, actores sociales y ciudadanos que de manera colectiva aportaron su conocimiento para la búsqueda de alternativas de solución a la problemática urbana en ciertas zonas (Camarena Berruecos, 2012). De esta manera se resalta la importancia de abordar las problemáticas socioambientales desde enfoques transdisciplinarios, que permitan entender la complejidad de dichos socioecosistemas.

Por otro lado, para el diseño de estrategias ecológicas es necesario entender cómo las instituciones académicas y sus investigadores perciben a los actores sociales y económicos en el manejo de los recursos naturales. Esto debido a que el manejo de ecosistemas no representa sólo un evento de índole ecológica, sino que también es un fenómeno social y, por lo tanto, económico, cultural y político (Castillo y Toledo, 2000). De esta manera, se requieren formas de investigación que sean participativas: este tipo de enfoque participativo deberá fomentar la comunicación entre sectores, considerar a las comunidades rurales como administradores clave de los ecosistemas, además de comunicar los hallazgos científicos para garantizar

que las decisiones ambientales se tomen de manera informada (Castillo, et al., 2005).

En el proceso de planeación se deberá utilizar el enfoque de gestión adaptativa, tener perspectiva y basarse en el lugar, considerar escalas múltiples (mayor espacio alrededor del lugar focal), usar indicadores cuantificables, expresar contenido normativo y apuntar en mejorar la comunicación entre las partes (ecologistas, tomadores de decisión, planificadores, público) (Yli-Pelkonen y Niemelä, 2005). La planeación participativa es una condición necesaria para la democracia y gobernanza, y promueve la legitimidad en la toma de decisiones (Villada-Canela, 2013). En términos de planeación urbana es necesario promover que los habitantes sean capaces de asumir y participar en sus procesos de desarrollo (Vela-Jiménez, 2011).

En este sentido, los proyectos de infraestructura verde pueden apoyar la transformación a pequeña escala de las comunidades, al mismo tiempo que las empodera al involucrar a sus habitantes en los procesos de planeación participativa de los espacios, asegurando que estos satisfacen las necesidades locales (Lovell y Taylor, 2013). Este enfoque de planeación deberá ser transdisciplinario e incluyente con todos los grupos de la comunidad, de manera que se asegure su éxito y apoyo a largo plazo (Watershed Management Group, 2012). El objetivo de este enfoque es asegurar la inclusión y proporcionar a los ciudadanos un mejor nivel de vida al contribuir al desarrollo de infraestructuras más eficientes y que nacen de una mejor comprensión de las necesidades de sus pobladores, teniendo en cuenta sus necesidades ambientales y sociales (Mell, 2009). Incorporar la participación activa en las estrategias de planificación de manera transdisciplinaria puede derivar en una situación de ganar-ganar para todos los involucrados, y prevenir conflictos futuros.

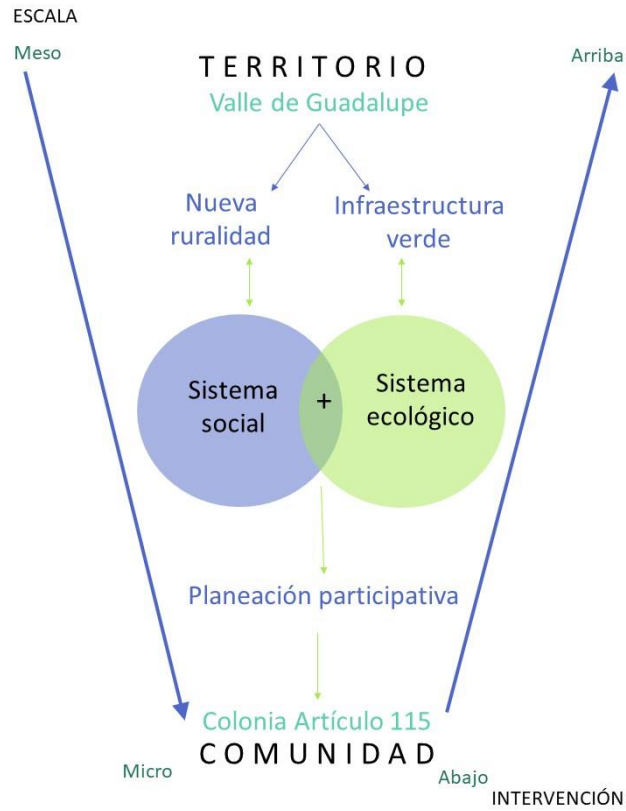


Figura 1. Diagrama del marco conceptual en las escalas de trabajo: territorio (meso) y comunidad (micro). Fuente: elaboración propia.

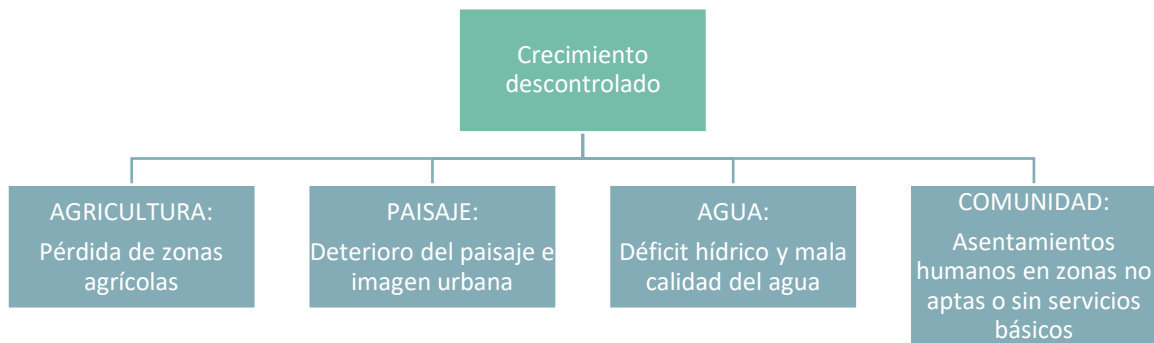
### 1.3 Antecedentes

El Valle de Guadalupe es una región que lleva casi 30 años enfocada en el desarrollo agrícola, en especial vitivinícola y enoturístico. Su empuje se debe a una propuesta en los años 90 de algunos vinicultores para ordenar el uso del suelo y evitar los conflictos con los usos urbano y turístico los cuales ya visualizaban que podrían darse en el futuro; así como promover una iniciativa denominada Clúster del Vino, que tenía como objetivo promover la actividad turística vitivinícola en la región (SPA, et.al., 2016).

En 1993 se elabora el primer estudio de vocación de uso del suelo (García et. al., 1993, Espejel et al., 1999, Espejel et al., en prensa). En 2006 se publica el Programa de Ordenamiento Ecológico Corredor San Antonio de las Minas - Valle de Guadalupe. En 2010 se divulga en el Periódico Oficial el Programa Sectorial de Desarrollo Urbano-Turístico de los Valles Vitivinícolas de la Zona Norte del Municipio de Ensenada, B.C. (PSDUT), el cual señala que uno de los principales problemas detectados en los programas de desarrollo de la región del Valle de Guadalupe es el deterioro ambiental y la pérdida del paisaje natural (Periódico Oficial del Estado de Baja California, 2010). En 2016 se elabora el Programa Ambiental Estratégico de la Región Vitivinícola de Valle de Guadalupe, Municipio de Ensenada, Baja California, México (PAERV); por su parte, las Secretarías de Desarrollo Económico, de Fomento Agropecuario y de Turismo del Estado, han impulsado la iniciativa denominada Clúster del Vino (SPA et al., 2016).

En 2018 se publica en el Periódico Oficial la actualización parcial del Programa Sectorial (PSDUT), el cual comprende solo el polígono agrícola y urbanizable del Valle de Guadalupe. El programa busca identificar los elementos que tienen un efecto mayor sobre el territorio, y concluye que, en general, la problemática del área de estudio es causada por el crecimiento descontrolado de los asentamientos humanos.

El Programa Sectorial analiza y describe la problemática de los poblados y asentamientos irregulares de Valle de Guadalupe en torno a cuatro ejes: agua, paisaje, agricultura y comunidad, como lo muestra la figura 2:



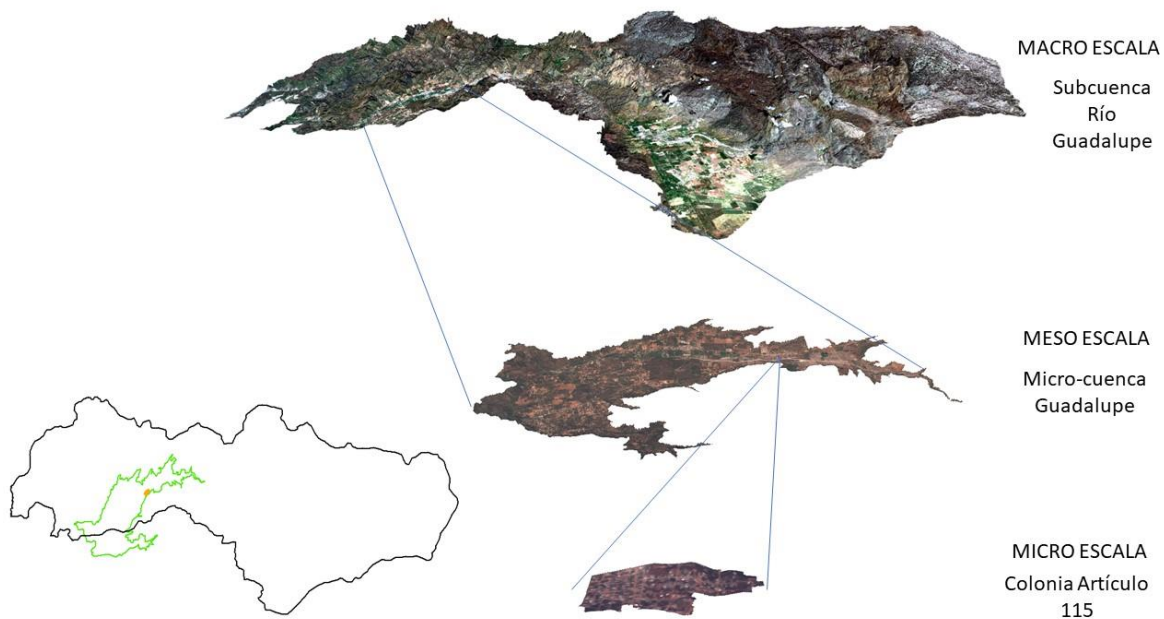
*Figura 2.* Síntesis de la problemática en Valle de Guadalupe.  
Fuente: Actualización del PSDUT (2018).

Esta planeación no ha sido eficiente, en parte, porque la mayoría de los habitantes y nuevos desarrolladores inmobiliarios no se han apropiado del modelo de desarrollo rural sustentable que buscaban dichos ordenamientos. Las vitivinícolas, los ranchos diversificados, han construido el paisaje ordenadamente, pero son las casas campestres y los hoteles, los que han venido a perturbar el paisaje imaginado, inspirado en las regiones vitivinícolas del mundo. Y a los poblados no les proveyó de los insumos que requerían para el desarrollo urbano planeado. Por ello, ahora hay zonas marginadas no urbanizadas, en pendientes escarpadas que construyen paisajes desiguales, o zonas que debieran ser agrícolas, con enormes fraccionamientos campestres (Espejel, et. al., 1999) (Periódico Oficial del Estado de Baja California, 2018).

Entonces, esta investigación parte de otra lógica, complementaria a la de las autoridades que planifican el desarrollo, un esquema conocido como “de abajo para arriba”, que radica en proponerle a los habitantes del Valle de Guadalupe la planeación participativa de un proyecto de infraestructura verde. Para ello es necesario que cuenten con un diseño integral y conectado de todos los espacios verdes, sin importar si son rurales o urbanos. Asimismo, es necesario co-diseñar un ejemplo de co-construcción de un elemento “verde” que alimente al proyecto de infraestructura verde general, pero en la escala comunitaria. Con este diseño se espera mantener el sistema socioecológico del Valle de Guadalupe sano y funcional

y que, además, preste los servicios que las áreas verdes proporcionan a las comunidades que lo construyen y lo viven.

De llevarse a cabo la propuesta, se conservará la vocación del valle imaginada en los años 90 y (mal)construida en casi 30 años. La conservación del paisaje vitivinícola y natural será la conservación de su ruralidad. La investigación integra los conocimientos disponibles sobre el Valle de Guadalupe (sociales, ambientales, geomorfológicos, etc.) en una propuesta de planeación a dos escalas interconectadas (ver figura 3): una escala meso, donde se visualicen los espacios naturales y agrícolas, y se establezca su conectividad, así como una escala micro, en la cual se trabaje participativamente un prototipo de espacio verde para la comunidad como representación de lo que se puede hacer a nivel individual, de familia y de colonia para conectarse al proyecto de infraestructura verde regional.



*Figura 3.* Escalas de aproximación del proyecto: contexto, meso escala y micro escala. Elaboración propia.

## 1.4 Planteamiento del problema

Se analizó la problemática referente a la falta de áreas verdes en el Valle de Guadalupe. Esta carencia se inicia con la pérdida de paisaje natural y agrícola, principalmente por cambio de uso de suelo, como se muestra en la figura 4:



Figura 4. Diagrama de identificación de problema principal con sus causas y consecuencias. Fuente: elaboración propia.

Como la pérdida del paisaje “verde” es multicausal, y no se pueden atender todas las causas, esta investigación se centra en proponer una alternativa integral

general y una particular como ejemplo de planeación urbana y rural participativa y autogestionada en el Valle de Guadalupe.

## 1.5 Preguntas de investigación

- ❖ ¿Cómo se conforma el paisaje de Valle de Guadalupe?
- ❖ ¿Qué zonas son prioritarias para la implementación de infraestructura verde en Valle de Guadalupe?
- ❖ ¿Es posible construir participativamente un proyecto para la creación de espacios verdes desde el nivel de comunidad hasta el nivel de territorio (micro a meso)?

## 1.6 Objetivos

### 1.6.1 Objetivo General

Proponer un proyecto de infraestructura verde en el Valle de Guadalupe en dos escalas.

### 1.6.2 Objetivos específicos

1. Analizar y proponer zonas prioritarias para la implementación de infraestructura verde en el polígono urbano del valle de Guadalupe con un enfoque de meso escala.
2. Co-diseñar un espacio verde con personajes clave de la colonia Artículo 115 con enfoque de micro escala.

## Capítulo 2. Meso escala. El Valle de Guadalupe

Este capítulo está dedicado al desarrollo del primer objetivo específico de esta investigación, el cual es analizar y proponer zonas prioritarias para la implementación de infraestructura verde en el polígono urbano del valle de Guadalupe con un enfoque de meso escala.

### 2.1 Descripción del área de estudio

El Valle de Guadalupe (VG) se encuentra dentro de la subcuenca Río Guadalupe, (Mapa 1) y se ubica a 25 km al norte de la ciudad de Ensenada y 85 km al sur de la ciudad de Tecate. El principal clima es de tipo seco, y su precipitación anual promedio es de 464.3 mm (Periódico Oficial del Estado de Baja California, 2006). El VG se localiza en la región hidrológica RH01 y se ubica entre los acuíferos de mayor importancia de la región (Periódico Oficial del Estado de Baja California, 2006). La subcuenca a la que pertenece abarca desde la Sierra Juárez y desemboca en La Misión, siendo una cuenca exorreica. Esta subcuenca forma el contexto a macro escala, del cual forma parte el polígono de estudio a meso escala.

La media anual de temperatura es de 12°C a 18°C. Los registros de diez estaciones climatológicas en el periodo de 1965 a 2015, muestran temperaturas medias anuales que van de 13.9°C a 19.8°C. La condición denominada vientos de Santa Ana se presenta en la región como evento esporádico, este fenómeno produce cambios en la dirección dominante del viento (Norte-Sureste) por una dirección de tierra adentro hacia el mar (Este-Oeste), y las temperaturas pueden elevarse por encima del rango normal en cualquier época del año (SPA et al., 2016). Los vientos de Santa Ana resultan de una alta presión en el interior de Estados Unidos, que llevan aire seco desértico a la costa; pueden exceder los 100 kilómetros por hora y traer altas temperaturas y baja humedad, así como fuegos catastróficos para la región (Delgadillo, 1998).

En esta región se presentan tormentas frontales de invierno, las cuales ocasionan lluvias entre los meses de noviembre y abril con una media anual de 337.8 mm (1970-1993), mínima de 58.8 mm (1989) y máxima de 747.5 mm (1983).

Se caracteriza por sus veranos secos, resultado del movimiento de las corrientes marinas, combinado con el viento y la surgencia de las masas frías producto de la rotación terrestre (Castro Palafox, 2016). La escasa precipitación que presenta es compensada, en parte, por la humedad atmosférica, que es muy alta en la costa del Pacífico de Baja California, las nieblas marinas cubren la vegetación por varias horas al día y esto hace de ellas un factor climático muy importante en el valle, debido también a que esa humedad condensada por las noches, representa una fuente importante de agua para la biota de la región (Secretaría de Fomento Agropecuario, 2015).

El VG forma parte de la biorregión californiana con clima tipo mediterráneo (Delgadillo, 1998), lo cual define a su vegetación nativa como única, y en la cual se pueden encontrar chaparrales, encinares, matorral costero, vegetación riparia y elementos de la provincia florística de California. Los cultivos principales, debido a su clima, son: vid, olivo, hortalizas y frutales. En cuanto a la fauna del valle se pueden encontrar aves (sobre todo en las zonas de chaparral), mamíferos (conejos, ardillas, zorrillos, coyotes, gatos monteses, ratones, etc.), y algunas especies de anfibios y reptiles como ranas, sapos, víboras y lagartijas (Leyva, 2017).

El clima mediterráneo es una característica muy importante del Valle de Guadalupe, esto se debe a que este clima propicia el cultivo de vid y diferentes cultivos adaptados al régimen de lluvias invernales y veranos secos, lo cual ha permitido el desarrollo del sector agroindustrial (Periódico Oficial del Estado de Baja California, 2006).

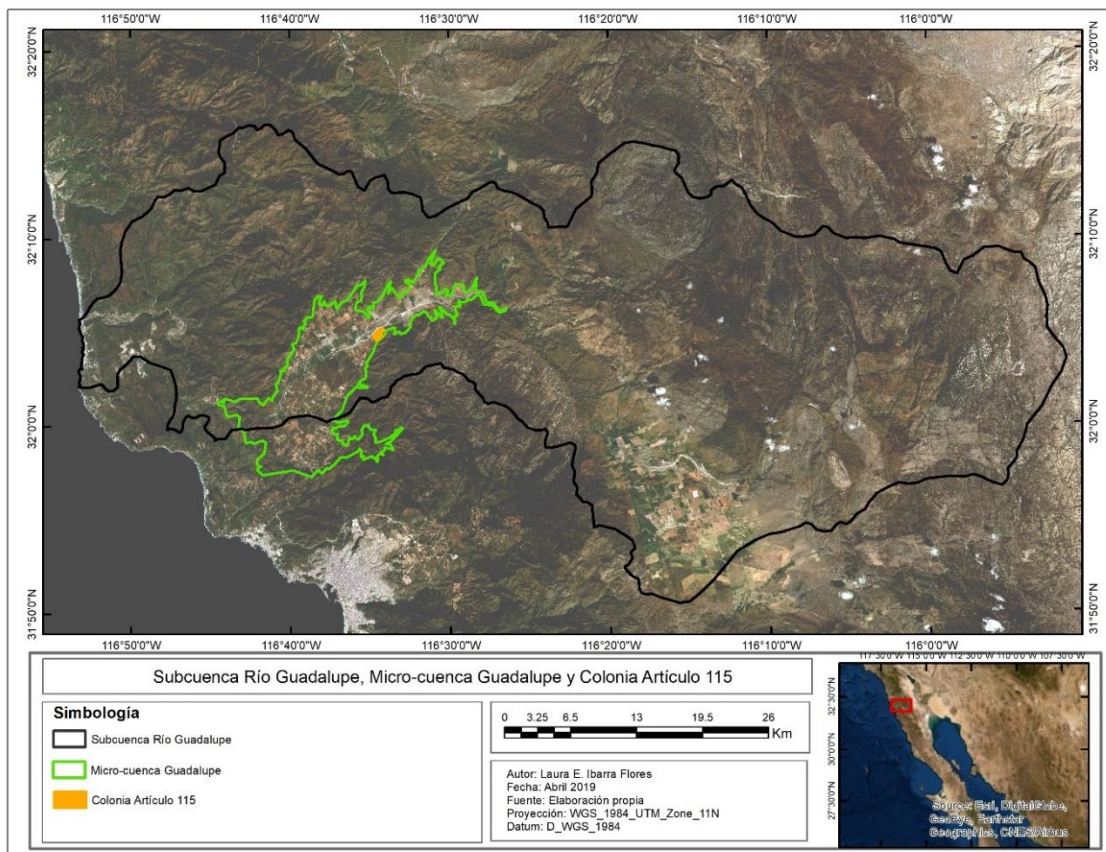
Valle de Guadalupe forma parte de la Provincia Florística de California y constituye una de las dos regiones no desérticas de la península de Baja California. Su tipo de vegetación predominante es el chaparral y el matorral costero, siendo la más abundante y representativa de la zona, sin embargo, en esta región también encontramos vegetación riparia, y un porcentaje pequeño de vegetación secundaria y bosque de coníferas (SPA et al., 2016).

El Valle de Guadalupe posee vegetación nativa única en el país, ya que su presencia y sus características están definidas por el clima tipo mediterráneo que

sólo ocurre en esta región noroeste de México. De esta manera, este tipo de vegetación posee una alta singularidad a nivel nacional, además que se considera como reguladora de las condiciones ambientales de la zona y contribuye a mantener la calidad de vida de los habitantes de esta región (Periódico Oficial del Estado de Baja California, 2006).

Este sitio de interés comprende un área caracterizada por climas propicios para el cultivo de la vid y el olivo; pendientes bajas del terreno que conforman grandes planicies y valles; una mayor disponibilidad y acceso a recursos hídricos subterráneos; así como la presencia de vías de comunicación y redes viales que interconectan un sistema de localidades urbano-rurales importantes (Periódico Oficial del Estado de Baja California, 2018).

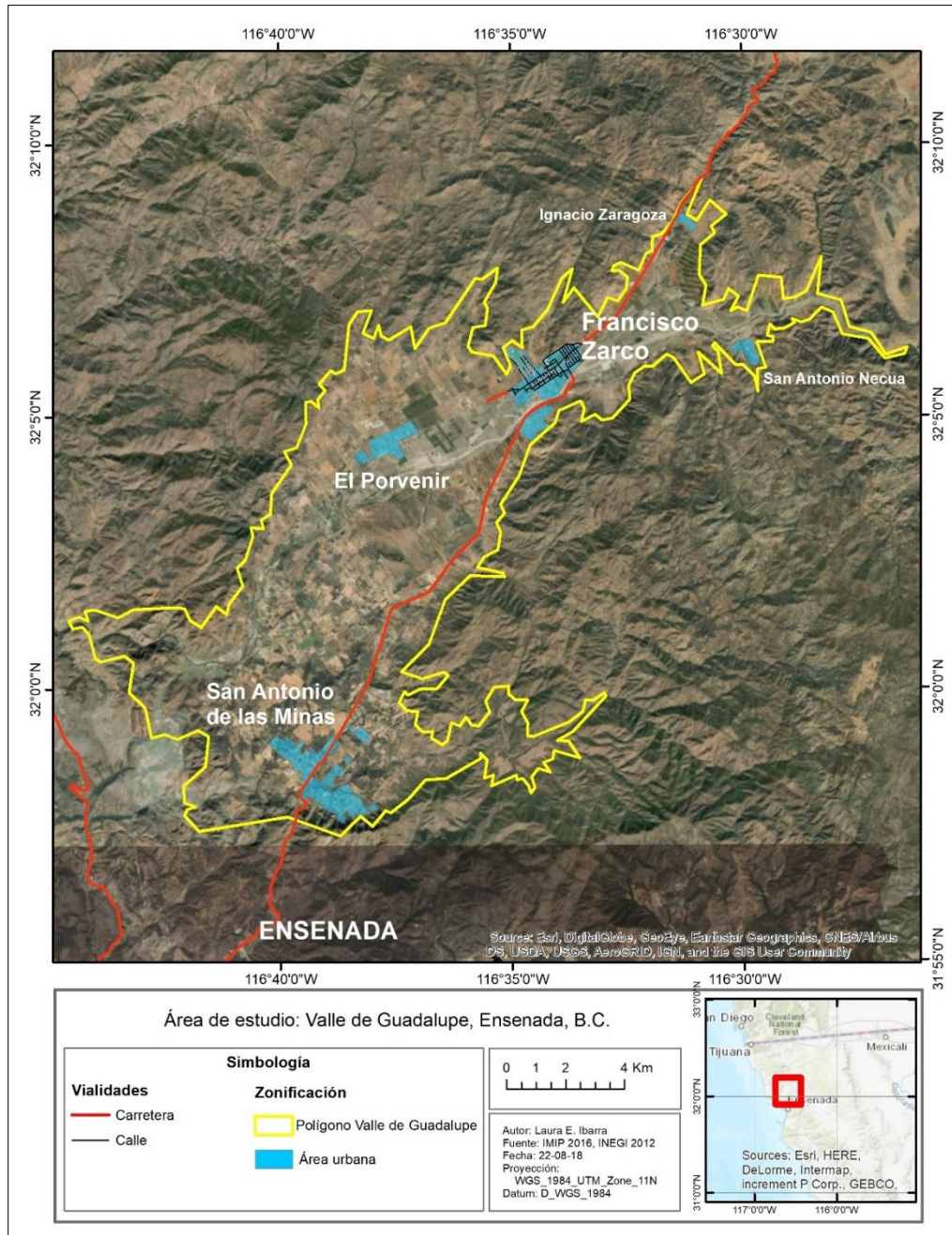
El polígono utilizado para el estudio de esta zona, se encuentra dentro del polígono de la subcuenca Río Guadalupe, el cual se muestra en el mapa 1:



Mapa 1. Subcuenca Guadalupe y área de estudio.  
Fuente: INEGI (2012), IMIP (2018).

De acuerdo con la delimitación del polígono propuesto en la Actualización del Programa Sectorial de Desarrollo Urbano – Turístico de los Valles Vitivinícolas de la Zona Norte del Municipio de Ensenada, Baja California (Periódico Oficial del Estado de Baja California, 2018), se demarca de la siguiente manera:

- Un 73.52% del área total se localiza en la subcuenca del Río Guadalupe, de tipo exorreica, limita al norte con la subcuenca Las Palmas; al sur con la subcuenca Ensenada; al este con la microcuenca Real del Castillo y al oeste con la microcuenca La Misión (Comisión Nacional del Agua, CONAGUA). En la subcuenca del Río Guadalupe se encuentran 13,310.82 hectáreas del área de estudio.
- Un 26.48% se localiza en la subcuenca Ensenada, la cual cuenta con una superficie de 626.94 Km<sup>2</sup> (CONAGUA). En esta subcuenca se encuentran 4,793.93 hectáreas del área de estudio.



Mapa 2. Área de estudio en la meso escala.  
Elaboración propia a partir de IMIP (2018)

### 2.1.2 Historia y contexto socioeconómico

El Valle de Guadalupe tiene una historia antigua, sus primeros pobladores se remontan entre 7,000 y 10,000 años, estos datos emanan de descubrimientos arqueológicos en el ejido Ignacio Zaragoza, al noreste de la subcuenca Guadalupe

(Leyva y Espejel, 2013); en donde habita el grupo indígena de los kumiai, que antiguamente fueron seminómadas, pero que actualmente se establecen en las comunidades de San José de la Zorra y San Antonio Necua. En el siglo XVIII los misioneros fundaron la misión de Nuestra Señora de Guadalupe. Entre 1844 y 1887 los terrenos del valle pasaron por diversos dueños tanto rancheros como colonos (Leyva y Espejel, 2013).

Un asentamiento importante en la historia del Valle de Guadalupe es el de la colonia rusa, quienes arribaron a principios del siglo XX, con permiso del entonces presidente Porfirio Díaz y seguidos de familias de algunos países de la región mediterránea europea (Espejel et al., 1999). Poco tiempo después comienza la formación de ejidos, El Porvenir fue el primero de ellos (1937), unos años después los kumiai forman parte de éste. El poblado de Francisco Zarco se forma con una corriente migratoria entre 1957 y 1958, de familias campesinas. En 1943 se fundó la compañía Olivares Mexicanos, S.A. de C.V., que dio un gran impulso económico en la región, y a partir de estas fechas se da el desarrollo de la agroindustria (Leyva y Espejel, 2013). Existen dos pequeñas aldeas adyacentes a la carretera, mientras que muchos otros residentes optaron por vivir en pequeños ranchos aislados.

En los años noventa, por iniciativa de la Secretaría de Desarrollo Económico, Secretaría de Fomento Agropecuario y Secretaría de Turismo del Estado, se impulsó el denominado Clúster del Vino, dirigido a las actividades asociadas a la producción agrícola y enlazadas a la producción del vino, actualmente conocido como la Ruta del Vino. En los últimos años, se ha impulsado la oferta de actividades hacia el turismo recreativo, ecoturismo, hotelería, y gastronomía, situación que ha propiciado un aumento en la demanda de estas actividades en el valle (SPA et al., 2016).

### 2.1.3 Principales actividades

La principal actividad económica que se desarrolla en el Valle de Guadalupe es la industria vitivinícola (González-Barrera, 2014). El desarrollo de esta industria se remonta al año 1834, cuando se fundó la Misión de Nuestra Señora de Guadalupe del Norte, que dio origen a la actual comunidad de Guadalupe, la cual se mantenía

principalmente de ganado vacuno, cultivos de olivo, viñedos y otros frutales (Santos Mena, 2013). Casi un siglo después se incrementó la producción y consumo de vino mexicano por la prohibición en los Estados Unidos de América (González-Barrera, 2014).

Actualmente existen otros cultivos en la subcuenca como los olivos, las hortalizas y algunos frutales en menor escala que los viñedos, de los cuales, además de las grandes casas, existen pequeños productores y productores artesanales. Otras actividades son la ganadería bovina, ovina, caprina y equina. El desarrollo de estas actividades ha sido de suma importancia hacia otros sectores productivos ya que ha generado empleos, interés y crecimientos en las áreas encargadas de la construcción, atractivos culturales y gastronómicos, y, principalmente, en el turismo. Este último ha llevado a la instalación de diversas ofertas de hospedaje de grande, mediana y pequeña escala, distribuidos por todo el valle (Periódico Oficial del Estado de Baja California, 2018).

#### 2.1.4 Población actual

Dentro del área de estudio se encuentran tres poblaciones principales: Francisco Zarco (Guadalupe), El Porvenir y San Antonio de las Minas (Villa Juárez), las cuales sumaban aproximadamente un total de 6,648 habitantes para el año 2000 (Periódico Oficial del Estado de Baja California, 2010). Según los datos de INEGI, con base en los datos de 1990 a 2010, las poblaciones de Francisco Zarco y El Porvenir han ido en decremento, mientras que San Antonio de las Minas tuvo un incremento del 50% entre el 2005 y 2010 (SPA et al., 2016).

#### 2.1.5 Principales problemáticas del área de estudio

Para entender y abordar los problemas socio-ecológicos de Valle de Guadalupe, Ostrom (2009) propone cuatro subsistemas principales para analizar los SSE: sistema de recursos; unidades de recursos; sistemas de gobernanza y; usuarios. En este caso, el sistema de recursos se define como el paisaje, el cual cuenta con diferentes unidades de recursos, que se asocian a diferentes tipos de usuarios y, por lo tanto, enfrentan diferentes amenazas, que se resumen en la tabla 3:

**Tabla 3**

*Sistema de recursos en Valle de Guadalupe, bajo el esquema de Ostrom (2009)*

Unidades de recursos (paisaje)	Usuarios	Otros usuarios	Amenazas a las unidades de recursos	Regulación	Actores involucrados en la gobernanza de los recursos
<b>Vegetación nativa</b>	Vida silvestre	Turismo	Cambio de uso de suelo, pérdida de hábitat, cambio climático	Reglamento (en proceso de publicación) de la Actualización del	CONAGUA, IMIP, Dirección de Administración Urbana, Ecología y Medio Ambiente, SEMARNAT
<b>Vegetación riparia</b>	Ganaderos/ vida silvestre	Comerciantes, turismo	Pérdida de hábitat, pérdida de vegetación riparia, cambio de uso de suelo, afectación del cauce, cambio climático	Programa Sectorial de Desarrollo Urbano- Turístico de los Valles Vitivinícolas de la Zona Norte del Municipio de	Ensenada, Baja California (2018)
<b>Vitivinicultura</b>	Vitivinicultores	Comercio, turismo, trabajadores	Escasez de agua, cambio de uso de suelo, cambio climático		IMIP, Dirección de Administración Urbana, Ecología y Medio Ambiente, SEFOA, CONAGUA, SECUR, COTAS, Provino, Centros de investigación e instituciones
<b>Agricultura</b>	Agricultores	Comercio, turismo, trabajadores	Escasez de agua, cambio de uso de suelo, desarrollos inmobiliarios y/o turísticos, asentamientos irregulares, cambio climático		
<b>Urbano (infraestructura gris)</b>	Habitantes	Comerciantes, turismo	Escasez de agua, falta de servicios y equipamiento		IMIP, Dirección de Administración Urbana, Ecología y Medio Ambiente, CESPE, SEDESOL
<b>Cuerpos de agua</b>	Vida silvestre /agricultores	Turismo	Sequía, modificaciones en las escorrentías, cambio de uso de suelo		CONAGUA, IMIP, Dirección de Administración Urbana, Ecología y Medio Ambiente, SEMARNAT

Por otro lado, en el contexto de planeación, se cuenta con la Actualización del Programa Sectorial Urbano-Turístico de los Valles Vitivinícolas de la Zona Norte del Municipio de Ensenada (2018), en donde se realiza un análisis de cuatro ejes rectores: agua, paisaje, agricultura y comunidad (tabla 4); y se definen como principales problemáticas que enfrenta Valle de Guadalupe en cada uno de los ejes:

**Tabla 4**

*Principales problemáticas de Valle de Guadalupe enlistados en el PSDUT 2018*

<b>Ejes</b>	<b>Problemáticas</b>	<b>Descripción</b>
<b>Agua</b>	Déficit hídrico	Numerosos estudios demuestran que la disponibilidad del agua está comprometida en el acuífero. Además de la sobreexplotación del acuífero, los eventos de sequía se traducen en poca disponibilidad de agua. No hay tratamiento de aguas residuales.
	Mala calidad del agua	Se observa disminución de la calidad del agua, tanto por intrusión salina como por percolación de sustancias nocivas. Existen zonas con pozos que presentan salinidad muy alta y excesiva para fines de riego.
<b>Agricultura</b>	Pérdida de zonas agrícolas	Pérdida de hectáreas agrícolas a un ritmo de 3.6% anual. La actividad agrícola es la base de la economía y paisaje de la región.
<b>Comunidad</b>	Asentamientos humanos en zonas no aptas o sin servicios básicos	Déficit de servicios públicos, equipamiento e infraestructura. Incumplimiento de instrumentos de planeación. Tasa de crecimiento de edificación 1.29 veces mayor al crecimiento poblacional. Inundación en partes bajas de los poblados. Falta de vivienda con precios accesibles dirigida a los trabajadores del campo.
	Cambio de las actividades tradicionales	Grupos de interés con visiones de desarrollo encontradas. Aumento de actividad hotelera y restaurantera. Falta de control sobre los eventos que se realizan en el valle. Falta de oportunidades económicas que generen movilidad social.
	Neorrurales	El auge turístico presenta incrementos anuales en los flujos de visitantes y personas que desean vivir en esta zona, generando así un sector de población que se identifica por personas que abandonan la ciudad y se dirigen al campo con un proyecto de vida alternativo.
<b>Paisaje</b>	Población vulnerable por marginación	Bajas coberturas en el servicio de agua potable y drenaje.
	Dispersión de asentamientos humanos	Baja eficiencia en la ocupación del suelo. La población fuera de los centros de población alcanzó aproximadamente el 10% del total, esto genera transformación del paisaje, incremento de caminos sin planeación y hace más difícil el abastecimiento de servicios públicos básicos.
	Dispersión de la actividad económica	Diversificación de actividad económica, principalmente hacia giros turísticos y comerciales que se localiza de manera dispersa (sólo el 27% de

		los servicios de alojamiento temporal se encuentran dentro de los centros de población).
Huella de la edificación		Se presenta incremento en términos de superficie transformada, que en términos globales es baja, sin embargo, genera fragmentación.
Huella de las vialidades		Fragmentación de ecosistemas por caminos, brechas y terracerías.
Empobrecimiento de la imagen urbana		Se observan tiraderos de residuos sólidos, bardas, exceso de anuncios, anuncios espectaculares, no hay banquetas ni camellones, entre otros. Esto se debe al nulo apego a la normatividad y falta de verificación en cuanto a edificaciones, materiales, fachadas, aprovechamiento del ambiente natural, etc..
Baja eficiencia en la ocupación urbana, infraestructura y equipamiento		Se estima que las localidades que se encuentran fuera de los rangos mínimos de accesibilidad son: Tierra Santa, la zona de San Marcos, Lucio Blanco, Parcela treinta y dos, San Antonio Necua y Artículo 115. La dispersión de asentamientos humanos produce decaimiento en la calidad de vida, incrementa la exclusión, marginación y mayor desigualdad social.

Fuente: Elaboración propia con datos de (Periódico Oficial del Estado de Baja California, 2018).

En términos generales se identifica como causa principal de la problemática planteada al crecimiento descontrolado de los asentamientos humanos, que trae como consecuencia efectos directos sobre: el agua, el suelo, la agricultura, la comunidad y el paisaje.

## 2.2 Métodos

La metodología que se llevó a cabo (Figura 5) para generar un mapa con sitios prioritarios para la implementación de infraestructura verde parte del conocimiento y entendimiento del territorio que se analiza. De esta manera, la primera actividad fue la creación de un mapa de usos de suelo actualizado del área de estudio. Para lograr esto se realizó una clasificación supervisada de usos de suelo, tomando como base una imagen satelital Sentinel-2 de abril de 2017. Posterior a esto se calcularon las métricas de paisaje correspondientes a este mapa, para conocer sus características particulares. Con estos datos se contrastó el mapa de usos de suelo, con el mapa de ordenamiento, para detectar los sitios donde existe conflictos entre el uso de suelo actual y el planeado. Se revisaron las zonas de conflicto resultantes para determinar aquellas donde la implementación de infraestructura verde

contribuiría a la conservación del paisaje natural y agrícola, así como a su conectividad.

## ESQUEMA METODOLÓGICO

Escala Meso:

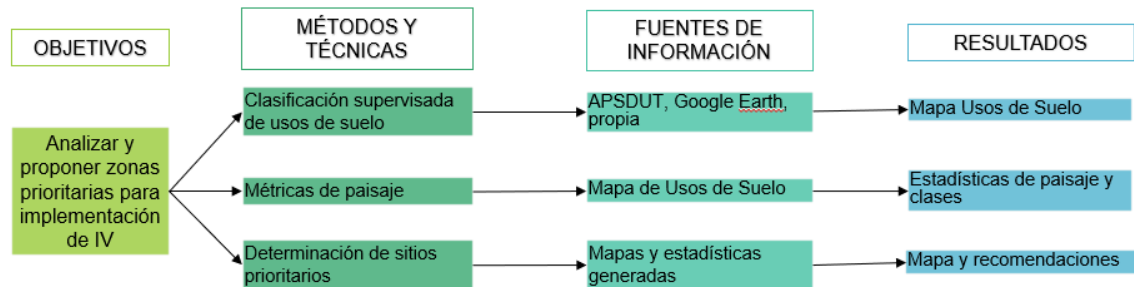


Figura 5. Esquema metodológico para la escala meso.

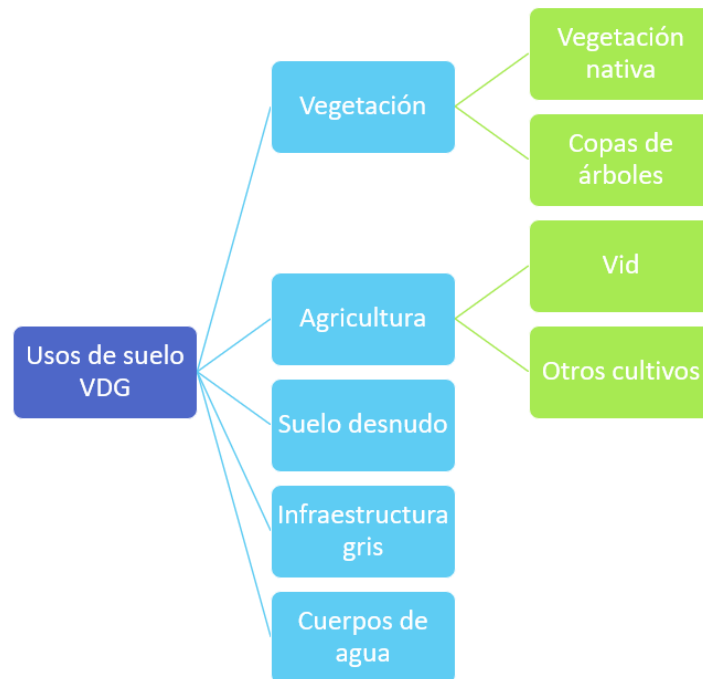
### 2.2.1 Clasificación supervisada de usos de suelo

El primer paso para realizar el análisis de paisaje fue la elaboración de un mapa de usos de suelo de la región, el cual se llevó a cabo mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica, con el software QGIS 2.18. Se construyó una clasificación supervisada de un set de imágenes satelitales del Valle de Guadalupe, mediante el uso del método de clasificación de máxima similitud, con el fin de caracterizar la cobertura de suelo. La escena a clasificar fue tomada por el satélite Sentinel-2 el 1ro de abril de 2017, y los sitios de entrenamiento para la clasificación fueron fotointerpretados con una escena disponible en Google Earth Pro, del 10 de abril del mismo año. Se realizaron siete clases, dentro de cinco macro clases: vegetación, agricultura, suelo desnudo, infraestructura gris y cuerpos de agua. El resultado es una imagen clasificada, la cual se analiza comparativamente con la escena de Google Earth y con los conocimientos propios del sitio.

Se eligieron las imágenes del satélite Sentinel-2, porque son las que aportan mayor resolución espacial (20 m), además de contar con una alta resolución espectral (12 bandas), y son de descarga gratuita. Se eligió el año 2017 por la disponibilidad de imágenes históricas en Google Earth Pro, además de que:

- Este año llovió en los primeros meses, lo cual ayudó a diferenciar las zonas de vegetación.
- En abril ya son apreciables las zonas de viñedos, las cuales dominan gran parte del valle.

La elección de la imagen del 1ro de abril de 2017 obedece a que esta no cuenta con nubosidad. Para la fotointerpretación se utilizaron imágenes del 5 y 10 de abril de 2017 en la plataforma Google Earth Pro. Para realizar la fotointerpretación, cabe mencionar que se cuenta con conocimiento previo del sitio, lo que facilitó la interpretación de los usos de suelo. Se definieron dos niveles de clasificación: el primero para vegetación (nativa y copas de árboles) y para el uso agrícola se diferenció entre cultivos de vid y otros cultivos, las coberturas tales como el suelo desnudo, la infraestructura gris y cuerpos de agua no fueron subclasificados; en conjunto se tienen siete coberturas como se muestra a continuación:



*Figura 6.* Diagrama de usos de suelo en VDG a utilizar en la clasificación.  
Elaboración propia.

Los criterios que se utilizaron para los sitios de entrenamiento de cada clase son los siguientes:

- Vegetación nativa: Se delimitaron zonas donde se observa vegetación nativa, como en las laderas de los cerros con ubicaciones tanto noroeste como sureste. Algunos puntos de vegetación entre los lomeríos fueron utilizados para representar estas zonas con remanentes de vegetación nativa. La vegetación riparia fue delimitada, pero las zonas con árboles se incluyeron en la siguiente clase.
- Copas de árboles: Se realizaron polígonos en los sitios donde se observaron conjuntos de árboles, para que la cobertura fuera casi en su totalidad la copa de los árboles. Se excluyeron los árboles de cultivo, como los olivares, debido a que son poco frondosos y se encuentran dispersos, lo que dificulta su clasificación.
- Vid: Se seleccionaron sólo las parcelas que se observa que se dedican al cultivo de la vid.
- Otros cultivos: Se seleccionaron las parcelas donde se observa que los cultivos son diferentes a la vid.
- Suelo desnudo: Se delimitaron polígonos que contienen suelo y ausencia total de vegetación como: caminos, lotes baldíos o canchas sin cobertura, la parte arenosa del arroyo y algunas zonas erosionadas.
- Infraestructura gris: En esta categoría se delimitaron zonas urbanas con techos de casas, bodegas u otros edificios, así como calles y carreteras pavimentados o asfaltados.
- Cuerpos de agua: Se delimitaron zonas donde se observa que, debido a las lluvias, se acumuló agua. También zonas donde se colecta agua (algunos estanques), y albercas (estas últimas se eliminaron de la selección por ser zonas menores al tamaño de un píxel).

Con estos parámetros se delimitaron los sitios de entrenamiento, o *ROIs* (por sus siglas en inglés) en el programa Google Earth Pro, los cuales posteriormente se convirtieron a *shapefile* para ser utilizados en QGis 2.18:

1. Utilizando el software QGis 2.18, se cargaron las imágenes Sentinel-2 correspondientes al 1 de abril de 2017, y se pre-procesaron utilizando el plugin *Semi-Automatic Classification* (SCP). El preprocesamiento consistió

en realizar la corrección atmosférica DOS1 (*Dark Object Subtraction*) la cual realiza la substracción de objetos oscuros, Chavez (1998) explica que “la suposición básica es que en la imagen algunos píxeles están completamente en sombra, y sus radiancias recibidas en el satélite se deben a la dispersión atmosférica (efecto bruma). Esta suposición es combinada con el hecho de que muy pocos elementos en la superficie de la Tierra tienen un color negro absoluto, por lo tanto, una reflectancia asumida de uno por ciento es mejor que un cero por ciento”.

2. Debido al tamaño de la escena, y a que el polígono que se va a clasificar es una parte pequeña de este, se optó por cortar la imagen de todas las bandas a la forma del polígono.
3. Se realizó un juego de bandas o *stack*, con las bandas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 11 y 12. El resultado de este procedimiento es una imagen con formato TIFF, que es utilizada para realizar la clasificación (Figura 7).

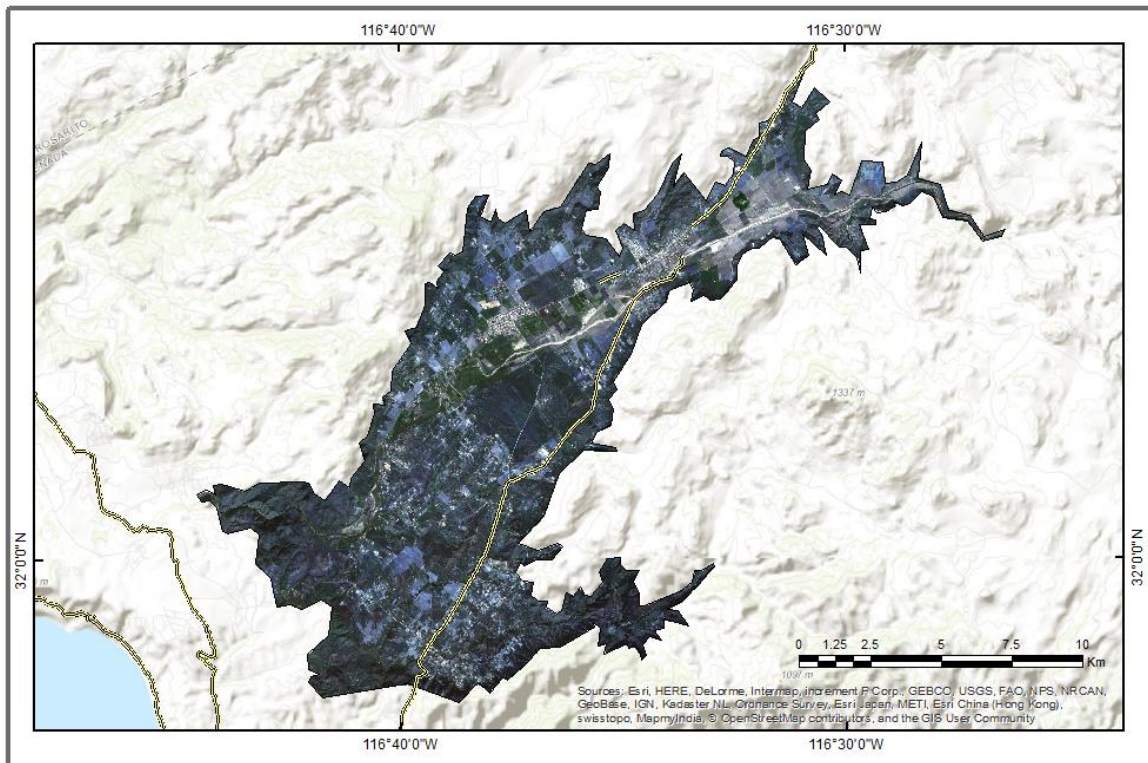


Figura 7. Imagen resultada de la superposición de las bandas 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 8A, 11 y 12. Se muestra el área de estudio recortada. Los colores no están asociados a ninguna simbología.

Fuente: Elaboración propia.

- Se cargaron los polígonos de sitios de entrenamiento generados en Google Earth Pro, y se procedió a delimitar los *ROIs* en el *plugin*, teniendo como guía los *shapefiles* importados. Se hizo uso de la herramienta que muestra el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada) en el cursor, y además se generaron combinaciones de bandas en falso color, para ayudar a precisar los sitios que se establecieron como *ROIs* (Figura 8).

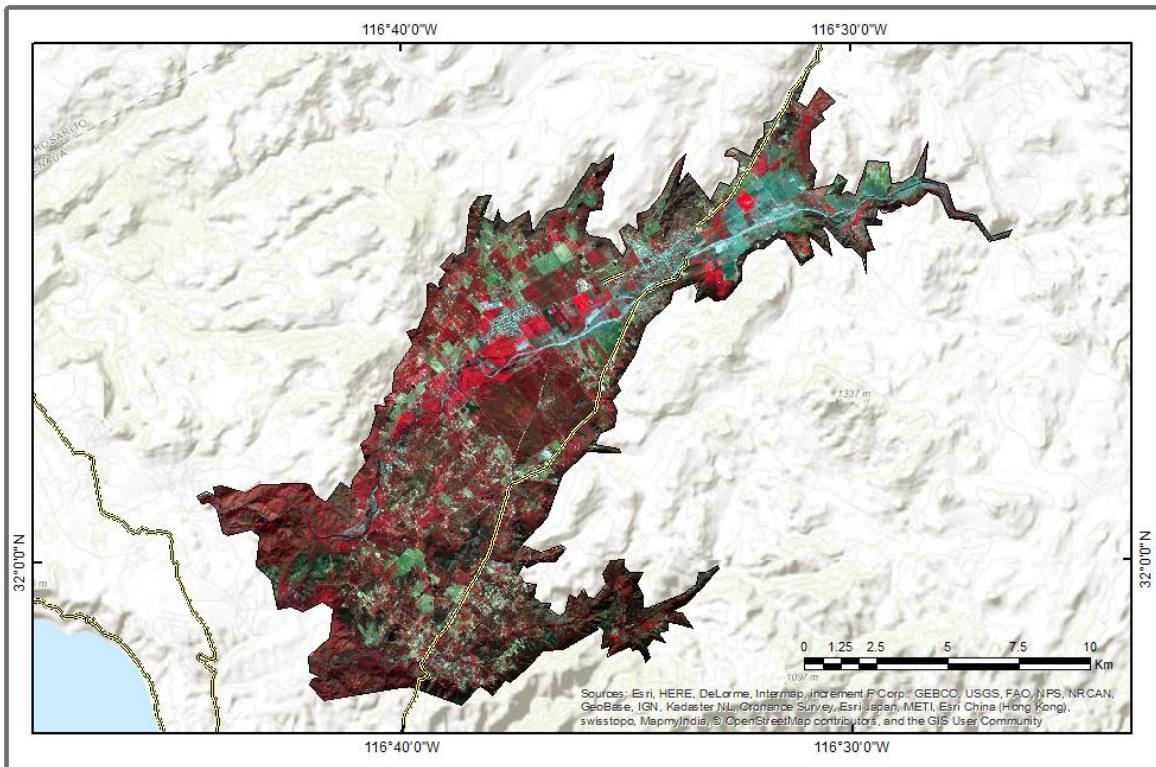


Figura 8. Ejemplo de composición de bandas, imagen combinación 7-3-2, que resalta en color rojo las zonas de vegetación.

Fuente: elaboración propia.

Se generaron un total de 141 sitios de entrenamiento, repartidos como sigue:

**Tabla 5**

*Clases y sitios de entrenamiento para la clasificación supervisada*

Clase	Número de ROIs
Vegetación nativa	20
Copas de árboles	20
Vid	30
Otros cultivos	20
Suelo desnudo	20
Infraestructura gris	20
Cuerpos de agua	11

5. Se revisaron las gráficas espectrales de cada uno de los *ROIs*, clase por clase, para depurarlos y dejar los más representativos, además de evitar que las firmas espectrales pudieran tener rangos tan grandes que se confundieran (Anexo 1). De los 141 sitios de entrenamiento quedaron 97 para realizar la clasificación final.

Para cada clase se guardó una firma espectral promedio. Finalmente, se corrió el algoritmo de clasificación, utilizando la opción de máxima probabilidad, con un umbral del 100%, para obtener la clasificación de la imagen completa.

### 2.2.2 Métricas de paisaje

El análisis del paisaje se llevó a cabo principalmente mediante el software Fragstats 4.2 y con el *plugin* Lecos (*Landscape Ecology Statistics*), y la base del análisis fue la clasificación de usos de suelo obtenida por el método de máxima similitud. Se realizó el post-procesamiento de la clasificación supervisada de usos de suelo en formato ráster, para eliminar aquellos polígonos conformados por pocos píxeles, el ráster de salida contaba con 31,993 polígonos, y a este resultado se le realizó un proceso de post-procesamiento, con el fin de eliminar todos aquellos píxeles que fueron clasificados dentro de alguna categoría, pero que resultaban muy pequeños y poco representativos. Con el fin de eliminar errores en la interpretación, se eliminaron todos aquellos valores menores a 0.10 hectáreas, quedando un total de 10,811 polígonos.

Con esta imagen se realizó un análisis de paisaje, el cual permitió medir los elementos del paisaje, se utilizaron los elementos sugeridos por (Orozco, et. al., 2015) para establecer los atributos determinantes en el paisaje:

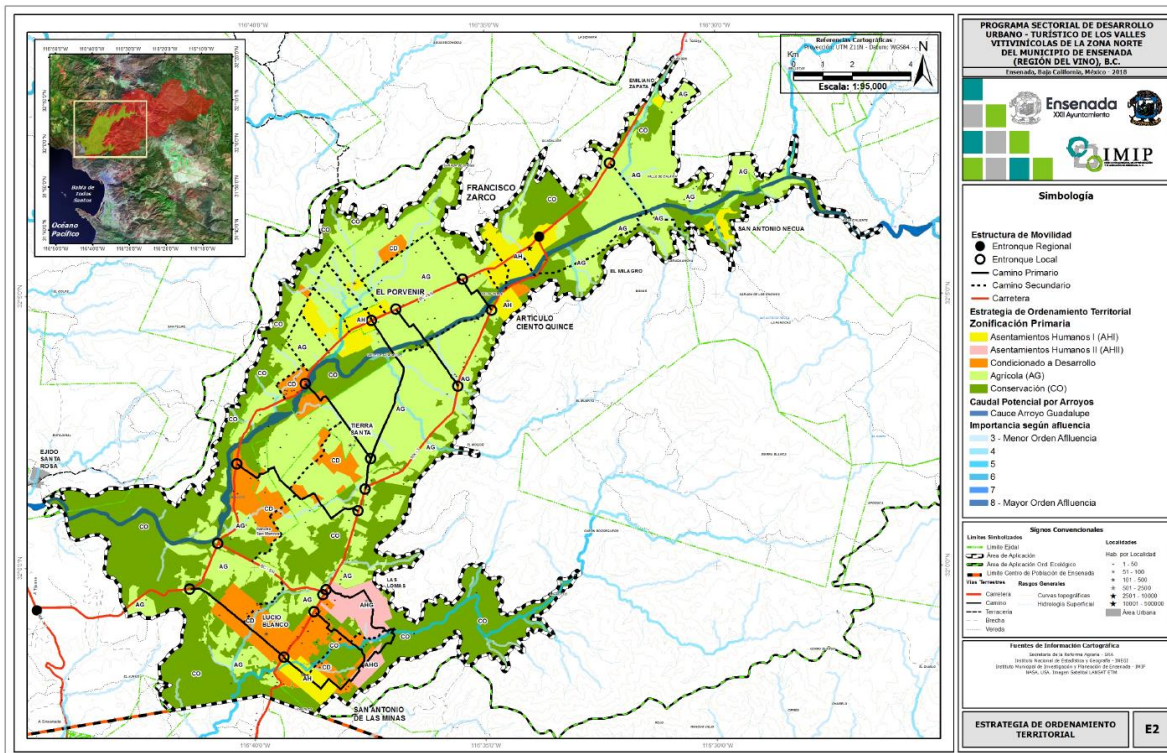
- CA- Área en hectáreas
- % - Porcentaje de la superficie total
- NP- Número de parches: es el número total de parches por cada clase.
- LPI- Índice de parche mayor: es el porcentaje del paisaje cubierto por el parche más grande correspondiente de cada clase.

- LSI- Índice de forma del paisaje: es la relación entre la longitud real del borde y la longitud mínima hipotética del borde.
- IJI- Índice de yuxtaposición: es una métrica de agregación que describe la mezcla de clases.
- CON- Conectividad, calcula la conexión utilizando una distancia umbral especificada por el usuario (en este caso 1000 metros) y lo informa como un porcentaje de la conexión máxima posible dada la cantidad de parches.
- CA/NP- Relación área/ número de parches

Se utilizaron las escalas de medición: paisaje y clase. Se extrajeron las estadísticas en una hoja de cálculo de Excel.

### 2.2.3 Propuesta de sitios prioritarios para la implementación de infraestructura verde

Para identificar las zonas donde es más necesario considerar la implementación de infraestructura verde para la conservación de la conectividad, se partió del mapa que contempla los usos de suelo en la Actualización del Programa Sectorial de Desarrollo Urbano-Turístico de los Valles Vitivinícolas de la Zona Norte del Municipio de Ensenada (2018) (Mapa 3).



Mapa 3. Estrategia de Ordenamiento Territorial.  
Fuente: Actualización del PSDUT (2018).

Este ordenamiento contempla diferentes zonas, atendiendo a los usos:

- Asentamientos Humanos I
- Asentamientos Humanos II
- Condicionado a Desarrollo
- Agrícola
- Conservación

Superponiendo este mapa de Estrategia de Ordenamiento Territorial (Periódico Oficial del Estado de Baja California, 2018), con el resultado de la clasificación de usos de suelo anteriormente realizada, se identificaron áreas de vegetación natural que tienen potencial para la conservación y se determinaron los conflictos actuales de uso de suelo, de acuerdo con la normatividad vigente. Este análisis se realizó mediante la operación de geoprocésamiento intersecar, en ArcMap 10.2. Para realizar la comparación, se asignaron números a cada una de

las clases, tanto del ordenamiento, como de la clasificación de usos de suelo; ver Tabla 6.

**Tabla 6**

*Valores asignados a la zonificación y usos de suelo para intersecar.*

Zonificación ordenamiento		Usos de suelo clasificación	
Nombre	Valor	Nombre	Valor
Conservación	1	Vegetación Nativa	10
Agrícola	2	Copas de árboles	20
Asentamientos Humanos I	3	Cultivo de vid	30
Asentamientos Humanos II	4	Otros cultivos	40
Condicionado a desarrollo	5	Suelo desnudo	50
Cauce arroyo Guadalupe	6	Infraestructura gris	60
		Cuerpos de agua	70

Al intersecar los dos mapas, se combinan sus usos, creando un mapa secundario, el cual guarda las características de ambos. Dentro de la tabla de atributos generada, se agregó una columna, donde se sumaron los valores del uso de suelo o zona de ambos mapas, obteniendo así valores que van del 11 al 76.

Estos valores nos indican en qué lugares se traslapan los usos, por ejemplo, el número 11 son zonas que en el ordenamiento se dedican a la conservación (valor 1), mientras que en la clasificación corresponden a vegetación nativa (valor 10). Estos usos son equivalentes en uno y en otro, por lo que no existe conflicto entre ellos. Sin embargo, hay zonas que pueden resultar más conflictivas, como, por ejemplo, polígonos con el número 61 son aquellos que en el ordenamiento están dedicados a la conservación (valor 1), mientras que el uso de suelo actual es de infraestructura gris (valor 60).

Con esta tabla de atributos, se verificaron en el mapa los usos, asimismo se extrajeron las superficies totales para realizar una comparativa. Teniendo como base los resultados anteriores, se elaboró un mapa donde se muestran los puntos críticos para conservación de la conectividad mediante la vegetación natural y agrícola del Valle de Guadalupe, de acuerdo con los usos de suelo determinados en la normatividad vigente. La comparativa atendió a tres categorías: usos similares, usos compatibles y usos en conflicto.

De esta manera, los usos en conflicto obtuvieron un 20.91% de superficie, los cuales fueron analizados para detectar los polígonos que interfieren directamente con los usos de conservación y, con base en esto, se seleccionaron aquellas zonas donde es importante que el uso de conservación no se modifique, a manera de no interrumpir zonas verdes que se encuentran conectadas. Al realizar esta verificación, se redujeron las zonas de conflicto de un 20 a un 8.75%, de manera que se muestran en un mapa solo aquellas que interfieren o fragmentan el paisaje natural y/o agrícola del Valle de Guadalupe, y que, por ende, son sitios donde los proyectos de infraestructura verde son requeridos con mayor importancia para no perder la conectividad.

## 2.3 Resultados

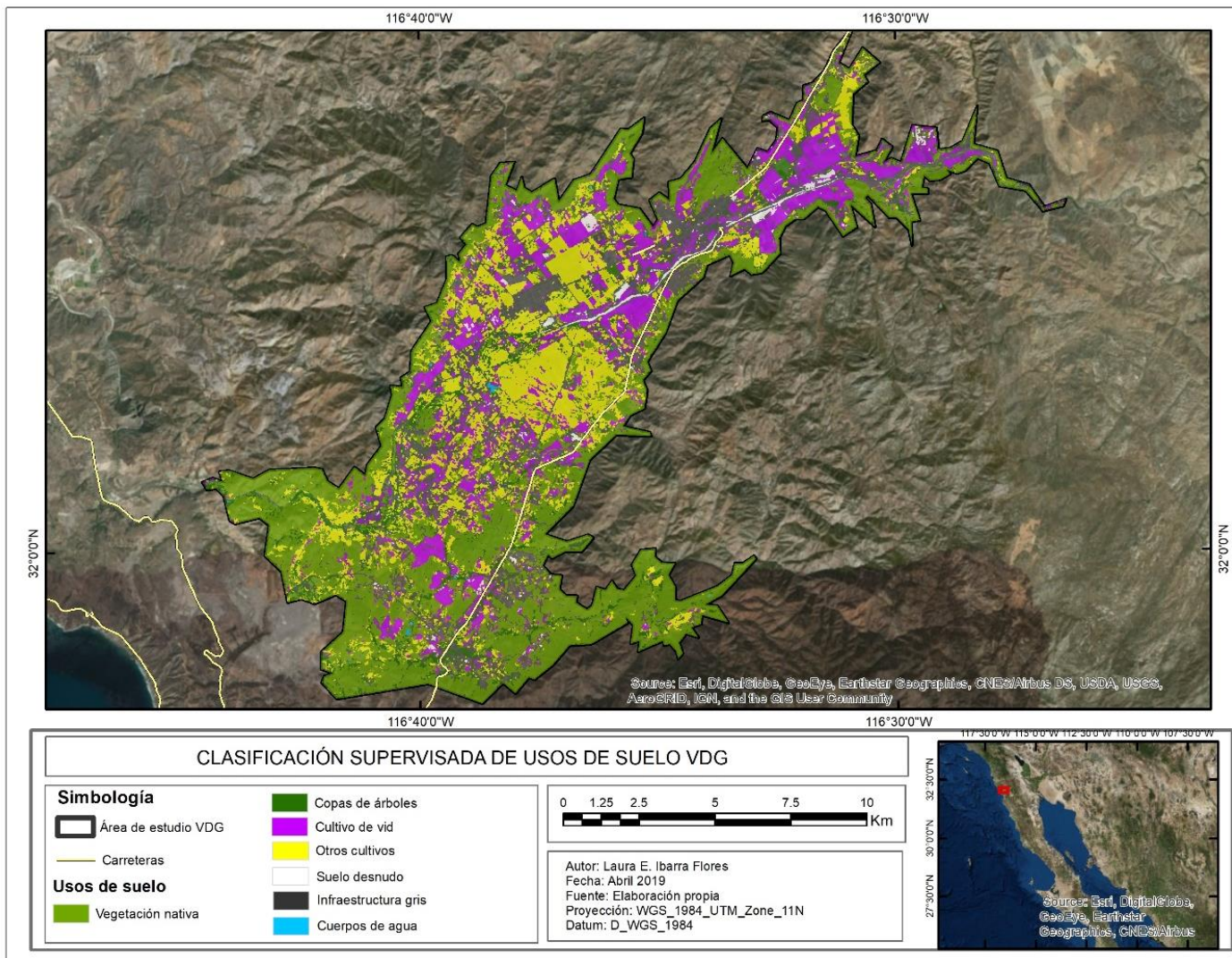
### 2.3.1 Análisis del paisaje

El valle de Guadalupe ha sufrido cambios en la configuración de su paisaje a través del tiempo. A pesar de que cuenta con zonas urbanas delimitadas (centros de población), se estima que para 2010 la población que vive fuera de ellos alcanzó un 10% del total. Esto ha generado pérdida del recurso paisajístico, además de problemas en cobertura de servicios públicos (Periódico Oficial del Estado de Baja California, 2018).

La Actualización del Programa Sectorial de Desarrollo Urbano-Turístico de los Valles Vitivinícolas de la Zona Norte del Municipio de Ensenada (2018) hace mención de diferentes causas por las cuales el paisaje se ha visto afectado, entre ellas mencionan:

1. Dispersión en la ocupación (baja eficiencia en la ocupación del suelo)
2. Dispersión de asentamientos humanos.
3. Dispersión de la actividad económica (principalmente de servicios turísticos).

Para verificar la ocupación de suelo actual se realizó una clasificación supervisada de usos de suelo de Valle de Guadalupe, la cual dio como resultado el siguiente mapa:



Mapa 4. Resultado de la clasificación supervisada utilizando el complemento SCP y el algoritmo de máxima probabilidad. Elaboración propia.

Los datos obtenidos por la clasificación se muestran en la tabla 7:

**Tabla 7**

*Resultados de la clasificación supervisada de usos de suelo (2017).*

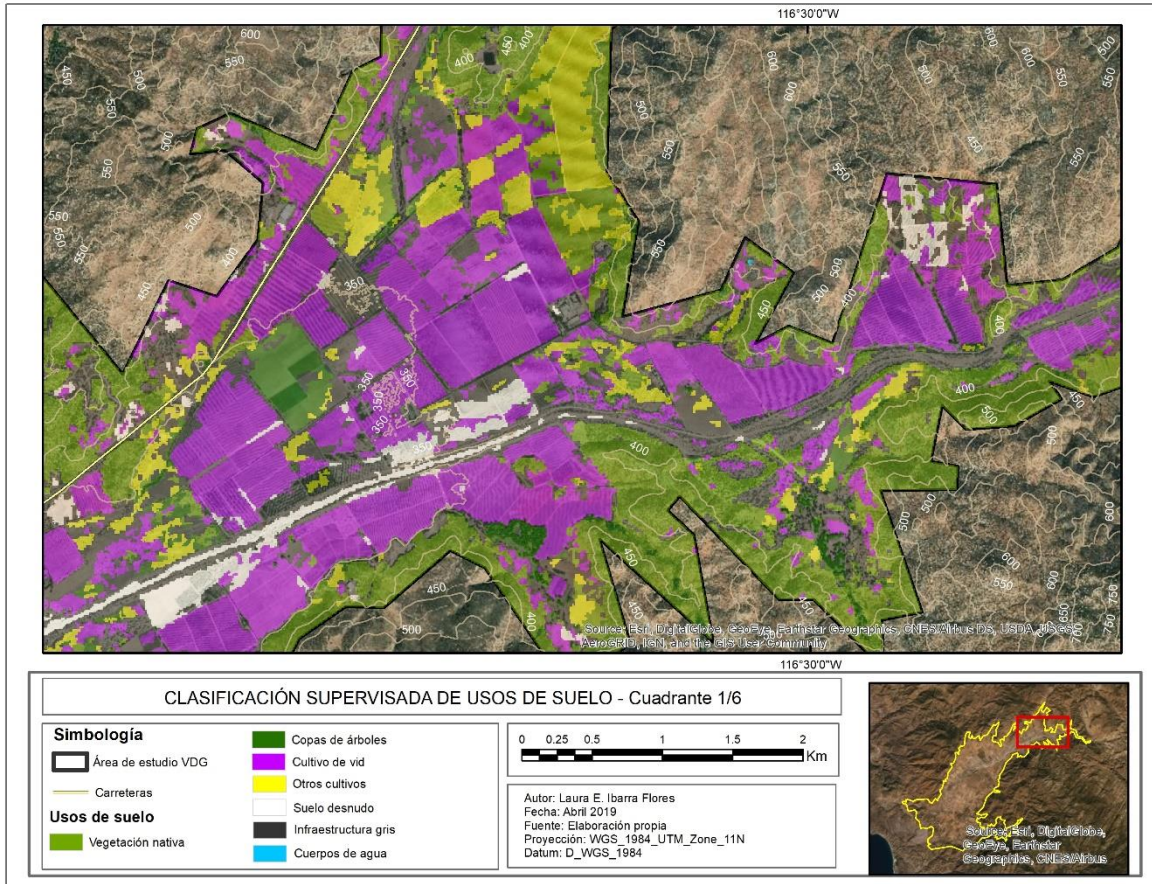
Clase	Nombre	Porcentaje %	Área en ha
1	Vegetación nativa	37.45	6,779.93
2	Copas de árboles	8.47	1,532.68
3	Vid	15.60	2,824.75
4	Otros cultivos	18.60	3,368.14
5	Suelo desnudo	1.74	314.32
6	Infraestructura gris	18.04	3,265.39
7	Cuerpos de agua	0.10	19.53
<b>TOTAL</b>		<b>100%</b>	<b>18,104.74</b>

La Tabla 7 muestra que la vegetación nativa ocupa el 37% de la superficie total (6,780 has) que conforma la matriz o elemento dominante del paisaje; seguida de la categoría de cultivos con un 35%. La categoría que ocupa el tercer lugar es la infraestructura gris con un 18% de la superficie total; dentro de esta categoría se encuentran construcciones, calles y carreteras. Las copas de árboles tienen un 8% de la superficie total, y se encuentran en las zonas de vegetación riparia. El suelo desnudo abarca un 2% del total de superficie; y, por último, la categoría menos representada son los cuerpos de agua, con apenas un 0.10% del total.

#### 2.3.1.1 Análisis detallado por cuadrantes

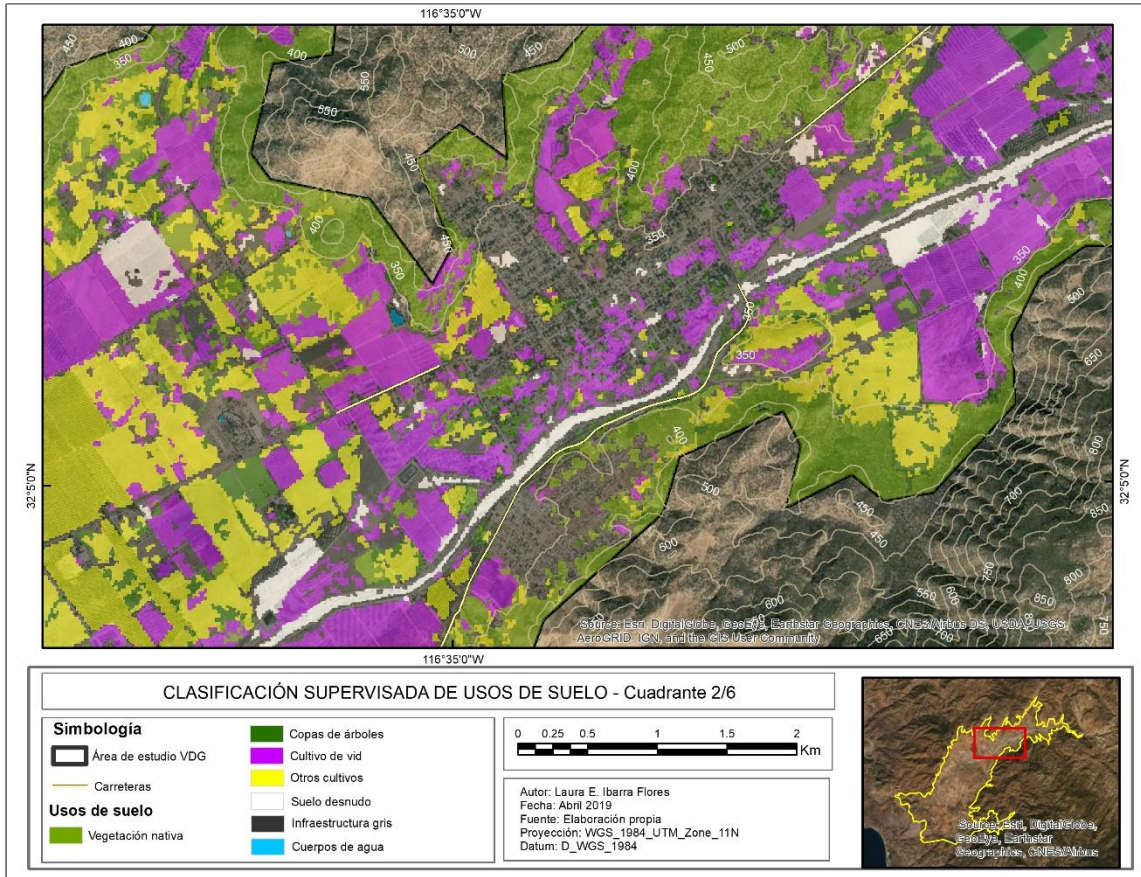
Se presentan algunas zonas con acercamiento a detalle a escala 1:30,000 para visualizar las implicaciones de la clasificación:

- Cuadrante 1: Predomina zonas planas, piso de valle con altitud aproximada de 350 msnm; en los bordes del polígono comienza el pie de monte con altitudes de 400 a 450 msnm. También se observa el cauce del arroyo cruzar el cuadrante. La clasificación delimita las zonas de viñedos, así como la vegetación nativa. Las copas de árboles aparecen en sitios donde, efectivamente, hay árboles, con excepción de un área cercana a los viñedos, que se clasifica como árboles, pero pertenece a algún cultivo no identificado (es una parcela). El suelo desnudo aparece en el arroyo Guadalupe (arena) y en algunas otras áreas carentes de vegetación.



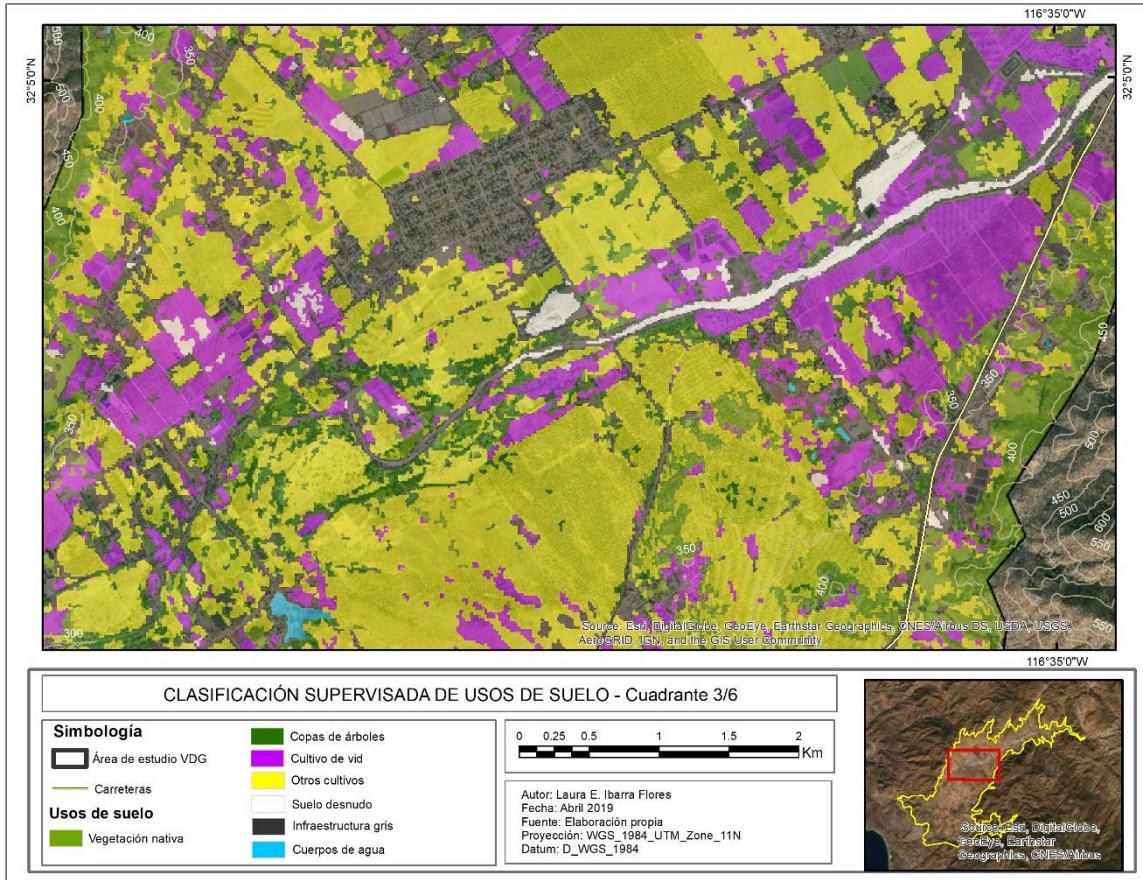
Mapa 5. Cuadrante 1 de la clasificación. Noroeste.

Cuadrante 2: Este cuadrante está dominado por zonas valle a 350 msnm, así como el cruce del arroyo Guadalupe. En los límites del polígono comienza el pie de monte, teniendo altitudes de 400 a 450 msnm. Este cuadrante es un acercamiento a la delegación Francisco Zarco, la cual está bien representada en la categoría de infraestructura gris. El arroyo y algunos caminos se distinguen en la categoría suelo desnudo. Se ven las parcelas de cultivo dedicadas a viñedos, así como algunas dedicadas a otro tipo de cultivos. La vegetación nativa se encuentra en las laderas de los cerros.



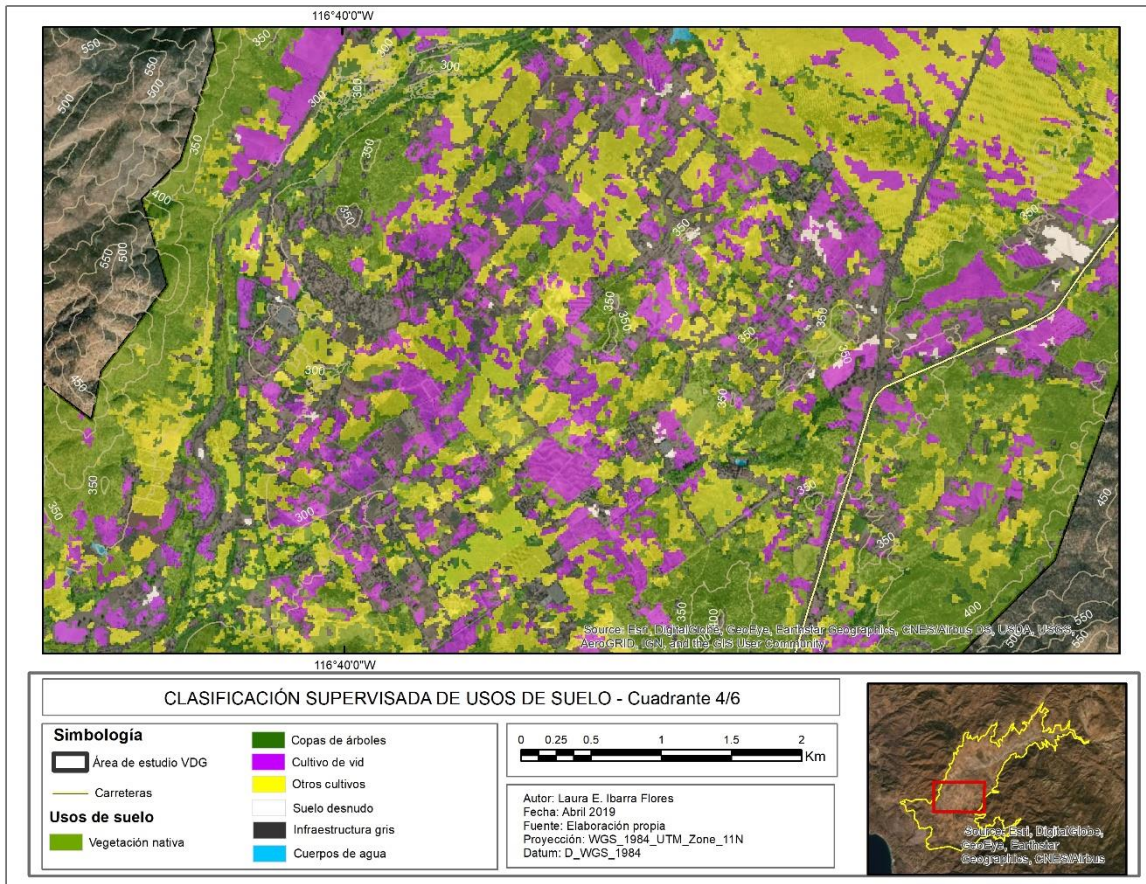
Mapa 6. Cuadrante 2 de la clasificación. Localidad Francisco Zarco.

Cuadrante 3: En este cuadrante se tienen zonas valle al norte del arroyo, con alturas de 300 msnm, y hacia el sureste se encuentran lomeríos con altitudes de que van desde los 350 msnm hasta los 400 msnm. A los límites del polígono se localizan áreas de piamonte. Esta imagen corresponde a la delegación El Porvenir, y al sur se aprecia la parcela conocida como Olivares Mexicanos, la cual fue identificada dentro de la categoría de otros cultivos. Los caminos (pavimentados y no pavimentados) se encuentran dentro de la clase infraestructura gris. Se aprecia la arena del arroyo Guadalupe en la categoría de suelo desnudo. Cerca del arroyo se identifica vegetación riparia y copas de árboles. Se identifica el primer cuerpo de agua.



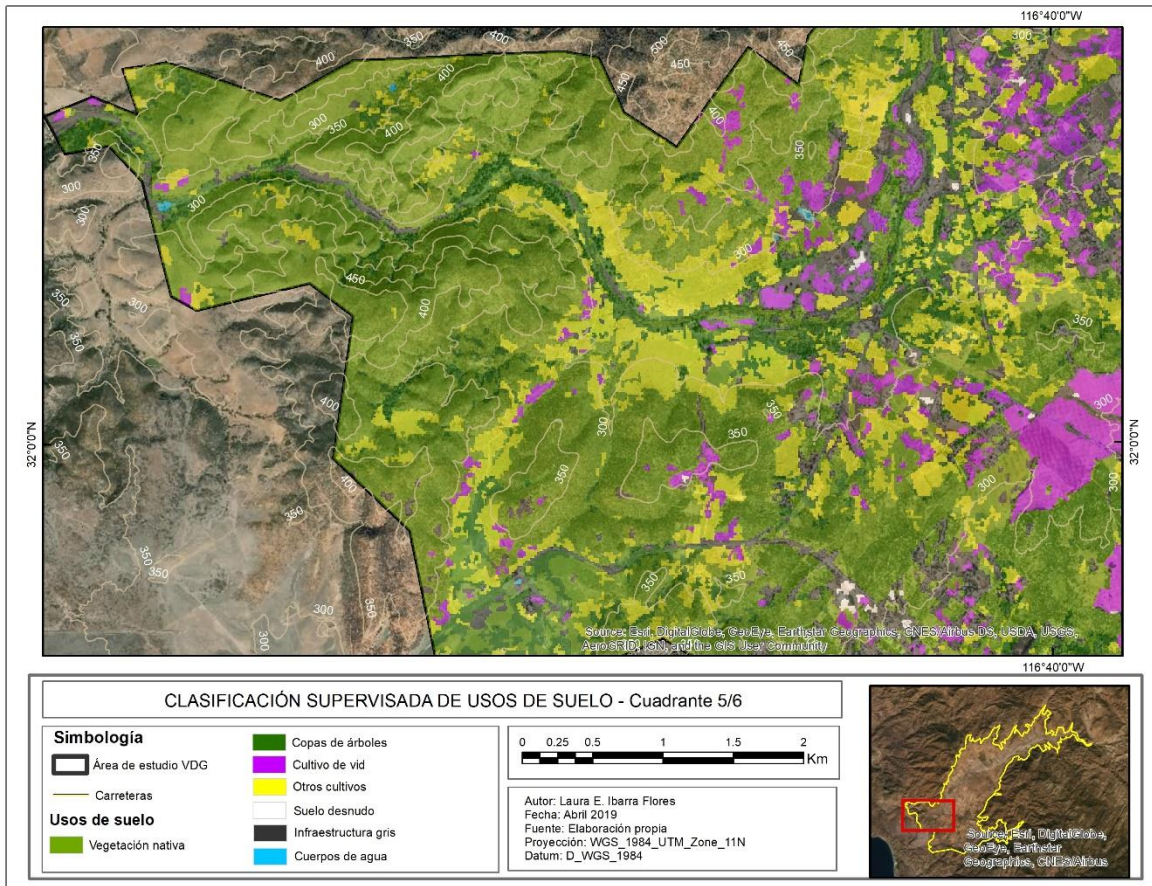
Mapa 7. Cuadrante 3 de la clasificación. Delegación El Porvenir.

Cuadrante 4: Esta zona corresponde a los lomeríos existentes entre San Antonio de las Minas y El Porvenir, con altitudes de entre 300 a 450 msnm. Se identifica infraestructura gris (carretera, caminos y construcciones). Las zonas de viñedos no son claramente identificadas, pues están mezcladas entre pixeles de infraestructura gris. Las copas de los árboles y vegetación nativa se encuentran bien representados, así como algunos pequeños cuerpos de agua. Algunas zonas rocosas han sido clasificadas como infraestructura gris. Existen algunas limitaciones de identificación de coberturas debido a la resolución y escala de trabajo, ya que algunas zonas rocosas han sido clasificadas como infraestructura gris.



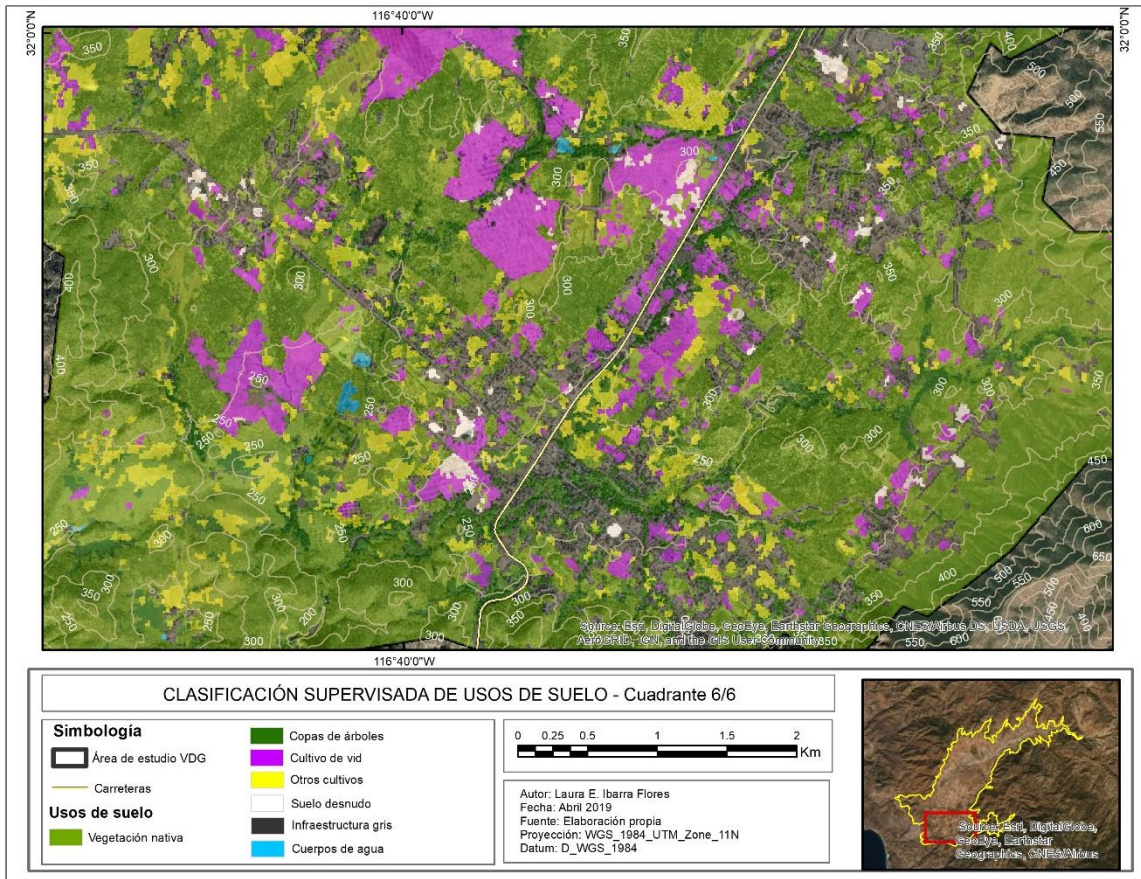
Mapa 8. Cuadrante 4 de la clasificación. Lomeríos.

Cuadrante 5: Este cuadrante está dominado por lomeríos de 300 hasta 450 msnm hacia el norte, y piamonte de 400 msnm hacia el norte. En esta imagen está representada principalmente por vegetación nativa y copas de los árboles. El arroyo aparece como parte de la infraestructura gris, así como los caminos y algunas zonas construidas. Hay manchones de vid y de otros cultivos en las laderas de los cerros, lo cual no está bien representado. Los cuerpos de agua aparecen bien representados.



Mapa 9. Detalle 5 de la clasificación. Suroeste.

Cuadrante 6: Este cuadrante corresponde a lomeríos de 250 a 350 msnm hacia el norte y Piamonte de 300 a 450 msnm hacia el sur. Esta es una imagen perteneciente a la zona de San Antonio de las Minas, donde se aprecia la zona urbana (infraestructura gris). Las copas de árboles están bien representadas cerca de los cauces de los arroyos, donde también se aprecian algunos cuerpos de agua. El suelo desnudo aparece en zonas de lotes baldíos, canchas y secciones de los caminos. Como en la imagen anterior, quedan algunos manchones de cultivo y vid que pueden no estar bien representados.



Mapa 10. Detalle 6 de la clasificación. San Antonio de las Minas.

### 2.3.2 Métricas de paisaje

Los resultados del análisis para el área total a escala de semi-detalle (meso) muestra un patrón estructural de la zona que sugiere un paisaje fragmentado con una matriz de vegetación nativa que presenta el 38.9% del área de estudio, seguido de las coberturas antrópicas como los cultivos (vid y otros, con 15.3% y 19.51% respectivamente) y de la infraestructura gris (18.7%), el resto con coberturas menores. En esta matriz predominan los parches y corredores antrópicos, y los naturales se identifican dentro del uso de suelo desnudo, correspondiente a la arena del arroyo Guadalupe, el cual posee caudal intermitente. De la misma manera, las copas de los árboles, que fueron identificadas en zonas riparias, forman pequeños corredores a lo largo del cauce del arroyo antes mencionado.

Se evidencia que las coberturas de cultivos e infraestructura gris, representan el 53.53% de la cobertura total del polígono de estudio, lo que revela un paisaje

altamente intervenido, sin embargo, la zona posee cerca del 45.06% de cobertura natural, presentado principalmente por vegetación nativa y copas de árboles. Ver tabla 8:

**Tabla 8**

*Resultados del análisis de Fragstats en nivel Clase.*

<b>Clase</b>	<b>CA</b>	<b>%</b>	<b>NP</b>	<b>LPI</b>	<b>LSI</b>	<b>IJI</b>	<b>CON</b>	<b>CA/NP</b>
Vegetación Nativa	7042.35	38.90	1388	7.79	53.81	76.76	2.65	5.07
Copas de Árboles	1097.46	6.06	1945	0.14	68.62	67.19	2.04	0.56
Cultivo de Vid	2772.18	15.31	1453	0.95	52.92	68.68	2.54	1.91
Otros Cultivos	3533.09	19.51	1615	2.52	61.03	75.00	2.46	2.19
Suelo Desnudo	255.97	1.41	299	0.22	24.40	45.19	3.43	0.86
Infraestructura Gris	3384.7	18.70	1634	7.54	78.14	82.97	2.17	2.07
Cuerpos de Agua	18.79	0.10	32	0.03	6.48	64.13	3.63	0.59
<b>TOTAL</b>	<b>18104.54</b>	<b>100.00</b>						

La clase que presenta un mayor número de parches (NP) son las copas de los árboles (1945), seguida de la infraestructura gris (1634) y de otros cultivos (1615), mientras que el suelo desnudo (299) y los cuerpos de agua (32) presentaron el menor número. La clase con mayor relación entre área y número de parches (CA/NP) es la vegetación nativa, lo que sugiere superficies más agrupadas.

El valor más alto en el índice del parche mayor (LPI) corresponde a la cobertura de vegetación nativa, esto indica que el paisaje analizado tiene un parche mayor que coincide con la matriz. Un valor de índice muy similar se encuentra en la categoría de infraestructura gris. El índice de forma del paisaje (LSI) muestra que las clases infraestructura gris, copas de árboles y otros cultivos son las que presentan fragmentos con formas más irregulares, siendo los cuerpos de agua y el suelo desnudo las clases con parches más agregados. Esto puede ser atribuido a que los cuerpos de agua son más compactos y el suelo desnudo se presenta principalmente en el cauce del arroyo Guadalupe, dando lugar a una forma alargada.

Por otro lado, el índice de yuxtaposición (IJI) toma valores mayores en las clases de infraestructura gris, otros cultivos y vegetación nativa, lo que sugiere que tienen buena adyacencia con las demás clases. Las categorías que presentan

menor adyacencia son el suelo desnudo y los cuerpos de agua. Asimismo, el índice de conectividad (CON) muestra el suelo desnudo y los cuerpos de agua como las clases con mayor conectividad, sin embargo, sólo alcanzan el 3.43% y 3.63% respectivamente.

El análisis adicional realizado con el plugin LecoS (*Landscape Ecology Statistics*) corroboró alguna de la información obtenida con *Fragstats*:

**Tabla 9**  
*Resultados del análisis con el plugin LecoS.*

Clase	Cobertura en ha	Porcentaje	Número de parches	Área más pequeña ha	Área más grande ha
Vegetación nativa	7,042.35	38.90	1388	0.04	1,411.16
Copas de árboles	1,097.46	6.06	1945	0.11	25.86
Cultivo de vid	2,772.18	15.31	1453	0.04	171.49
Otros cultivos	3,533.09	19.51	1615	0.03	456.79
Suelo desnudo	255.97	1.41	299	0.11	39.17
Infraestructura gris	3,384.70	18.70	1634	0.03	1,365.49
Cuerpos de agua	18.79	0.10	32	0.011	5.99
<b>TOTAL</b>	<b>18,104.54</b>	<b>100</b>			

Los cultivos, tanto de vid como otros tipos, tienen menos de la mitad de superficie y superan en número de parches, por lo que es un uso disperso. En cuanto a la zona riparia (copas de árboles), es una de las coberturas con mayor fragmentación, al contar con 1945 parches que cubren el 6% del área. Por otro lado, la infraestructura gris (poblados), cubre cerca del 19% el total de área, cuenta con 1634 parches, y representa el segundo parche más grande, después de la vegetación nativa.

El número de parches es una métrica sencilla para estimar la fragmentación de las clases. Por ejemplo, se encontró que la relación área/número de parches de la cobertura de vegetación nativa es alta porque su área domina el paisaje y posee relativamente pocos fragmentos (16.5% del total) lo que indica que sus extensiones se encuentran agrupadas (Tabla 8). Mientras que los cultivos de vid y la infraestructura gris, a pesar de tener coberturas entre 15% y 18.7% respectivamente poseen un número de parches altos; lo que indica que su extensión esta destruida

en muchos fragmentos; mientras que los otros cultivos al tener una abundancia de parches, representa la categoría de interés más fragmentada de todo el paisaje.

### 2.3.2.1 Análisis detallado por cuadrantes

Conforme a los cuadrantes analizados se obtuvieron las métricas de paisaje correspondientes a cada uno, junto con su promedio, como lo muestran las tablas a continuación:

**Tabla 10**

*Área (ha) de cada categoría del cuadrante.*

CLASE	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Promedio
Vegetación nativa	587.46	584.24	360.53	847.1	1419.89	1904.35	950.60
Copas árboles	77.48	106.17	199.96	202.15	236.19	259.86	180.30
Cultivos vid	679.44	638.2	574.09	530.93	219.33	283.3	487.55
Otros cultivos	148.05	528.89	1354.77	912.45	428.32	240.8	602.21
Suelo desnudo	85.83	111.3	72.72	17.5	5.64	29.47	53.74
Infraestructura gris	568.28	741.49	758.2	686.36	303.21	558.67	602.70
Cuerpos de agua	0.14	1.55	7.82	2.06	1.7	5.36	3.11

*Nota: en rojo se muestran las áreas mayores de cada cuadrante.*

La vegetación nativa es la categoría que contiene, en promedio, mayor cobertura en los cuadrantes, sin embargo, dependiendo del cuadrante que se analice, podemos observar diferencias importantes. Por ejemplo, el cuadrante 3, que corresponde al área de la delegación El Porvenir, está dominado por cultivos (tanto de vid como otros), así como infraestructura gris. Algo similar ocurre en el cuadrante 4, el cual también es central, sin embargo, los cuadrantes 5 y 6, localizados más al sur del polígono, aumenta significativamente el porcentaje de vegetación nativa con respecto a los demás usos.

**Tabla 11**

*Número de parches por cuadrante.*

CLASE	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Promedio
Vegetación nativa	144	177	292	411	172	209	234.17
Copas árboles	118	244	424	391	314	400	315.17
Cultivos vid	182	234	293	420	191	235	259.17
Otros cultivos	100	183	296	450	318	356	283.83
Suelo desnudo	66	71	64	45	20	65	55.17
Infraestructura gris	210	224	291	333	223	341	270.33
Cuerpos de agua	1	4	9	4	5	8	5.17

*Nota: en rojo se muestra el número mayor de parches por cuadrante.*

En cuanto al Número de Parches por cuadrante, la clase que presenta mayor número de parches son las copas de árboles, siendo el número mayor en tres cuadrantes. La clase otros cultivos, tiene el número más alto en dos cuadrantes, y, por último, la clase infraestructura gris presenta el mayor número de parches en el cuadrante 1.

**Tabla 12**

*Índice de parche mayor por cuadrante.*

CLASE	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Promedio
Vegetación nativa	5.64	4.87	3.07	6.22	44.22	20.04	14.01
Copas árboles	1.20	0.35	0.29	0.79	0.96	0.33	0.65
Cultivos vid	6.26	3.87	3.39	0.85	2.33	1.01	2.95
Otros cultivos	1.96	8.03	9.97	4.54	1.82	0.41	4.46
Suelo desnudo	1.82	1.13	0.65	0.16	0.03	0.10	0.65
Infraestructura gris	9.74	19.23	7.55	6.49	2.69	7.95	8.94
Cuerpos de agua	0.01	0.02	0.18	0.03	0.02	0.07	0.06

*Nota: en rojo se muestra el parche mayor de cada cuadrante.*

El índice de parche mayor nos muestra que la vegetación nativa es la categoría que tiene, en promedio, el más alto valor de índice de parche mayor, sin embargo, al analizar por cuadrante, esto se refleja sólo en los cuadrantes 5 y 6. Para el resto de cuadrantes, la infraestructura gris es la categoría que ocupa el mayor índice.

**Tabla 13**

*Índice de forma del paisaje.*

CLASE	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Promedio
Vegetación nativa	18.19	17.74	24.49	28.96	20.47	24.98	22.47
Copas árboles	14.27	22.80	31.79	30.94	29.85	31.98	26.94
Cultivos vid	17.68	21.04	23.90	32.57	18.68	20.28	22.36
Otros cultivos	13.79	20.10	26.66	34.98	28.80	28.54	25.48
Suelo desnudo	13.31	13.34	11.75	8.90	5.94	10.91	10.69
Infraestructura gris	30.67	30.30	33.52	37.27	27.46	35.10	32.38
Cuerpos de agua	1.00	2.16	3.36	2.48	2.67	3.43	2.52

*Nota: en rojo se muestra el índice mayor por cuadrante.*

La tabla 13 muestra los resultados para el índice de forma del paisaje. En este podemos ver que los valores altos se encuentran más frecuentemente en la categoría de infraestructura gris, y para el cuadrante 5, en la categoría copas de árboles. Los valores altos de este índice indican formas irregulares dentro de la

configuración del paisaje. Los cuerpos de agua y el suelo desnudo, por otro lado, al tener los valores más bajos del índice, indica que tienden a mantener una forma regular dentro del paisaje.

**Tabla 14**

*Índice de yuxtaposición.*

CLASE	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Promedio
Vegetación nativa	68.35	72.84	71.84	73.85	74.04	76.19	72.85
Copas árboles	65.53	66.66	59.71	64.01	60.85	63.19	63.32
Cultivos vid	53.16	64.29	70.23	67.09	63.51	66.62	64.15
Otros cultivos	70.22	74.77	75.35	76.69	66.94	65.09	71.51
Suelo desnudo	40.81	36.37	41.87	41.40	42.96	56.38	43.30
Infraestructura gris	77.94	83.98	80.96	78.57	80.33	74.54	79.39
Cuerpos de agua	0.00	52.89	55.49	57.92	64.70	63.38	49.06

*Nota: en rojo se muestra el índice mayor por cuadrante.*

El índice de yuxtaposición, mostrado en la tabla 14, muestra que la clase con mayor adyacencia entre las clases es infraestructura gris, presentando valores relativamente altos en todos los cuadrantes. Esto quiere decir que esta clase se encuentra adyacente a la mayoría de las clases. De la misma manera, la vegetación nativa muestra alta adyacencia entre sus parches. Las clases que obtuvieron baja adyacencia son cuerpos de agua, probablemente debido al bajo número de parches de esta categoría; y el suelo desnudo.

**Tabla 15**

*Conectividad.*

CLASE	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Promedio
Vegetación nativa	14.93	15.36	10.47	11.16	17.05	14.76	13.96
Copas árboles	13.98	13.17	10.77	10.11	11.90	10.22	11.69
Cultivos vid	13.68	14.57	9.50	11.79	16.83	13.50	13.31
Otros cultivos	16.02	12.94	10.98	11.60	13.29	11.08	12.65
Suelo desnudo	17.76	16.54	14.73	19.49	21.58	15.82	17.65
Infraestructura gris	12.84	11.71	11.20	12.35	14.74	10.77	12.27
Cuerpos de agua	0.00	16.67	19.44	16.67	10.00	25.00	14.63

*Nota: en rojo se muestra el número mayor por cuadrante.*

El análisis de conectividad muestra que es el suelo desnudo la clase que obtiene más alta conectividad, sin embargo, sólo alcanza el 17.65 en promedio, lo cual indica que, en general, los parches se encuentran en un radio mayor a 1000 m

para todas las clases. Los porcentajes bajos, que son generalizados, indican baja conectividad entre los parches pertenecientes a la misma clase.

### 2.3.3 Propuesta de sitios prioritarios para la implementación de infraestructura verde

A continuación, se muestran los resultados de los conflictos en entre usos de acuerdo a la metodología explicada en el apartado 2.2.3. Como resultado de la comparación del mapa de ordenamiento con el mapa de clasificación de usos de suelo, se obtuvo una tabla que muestra las combinaciones de usos obtenidas, y se marcan con un estatus correspondiente a los colores del semáforo: si existe algún conflicto entre usos el estatus es color rojo, si los usos son similares, el estatus es color verde, y si son diferentes, pero compatibles, el estatus se muestra en amarillo.

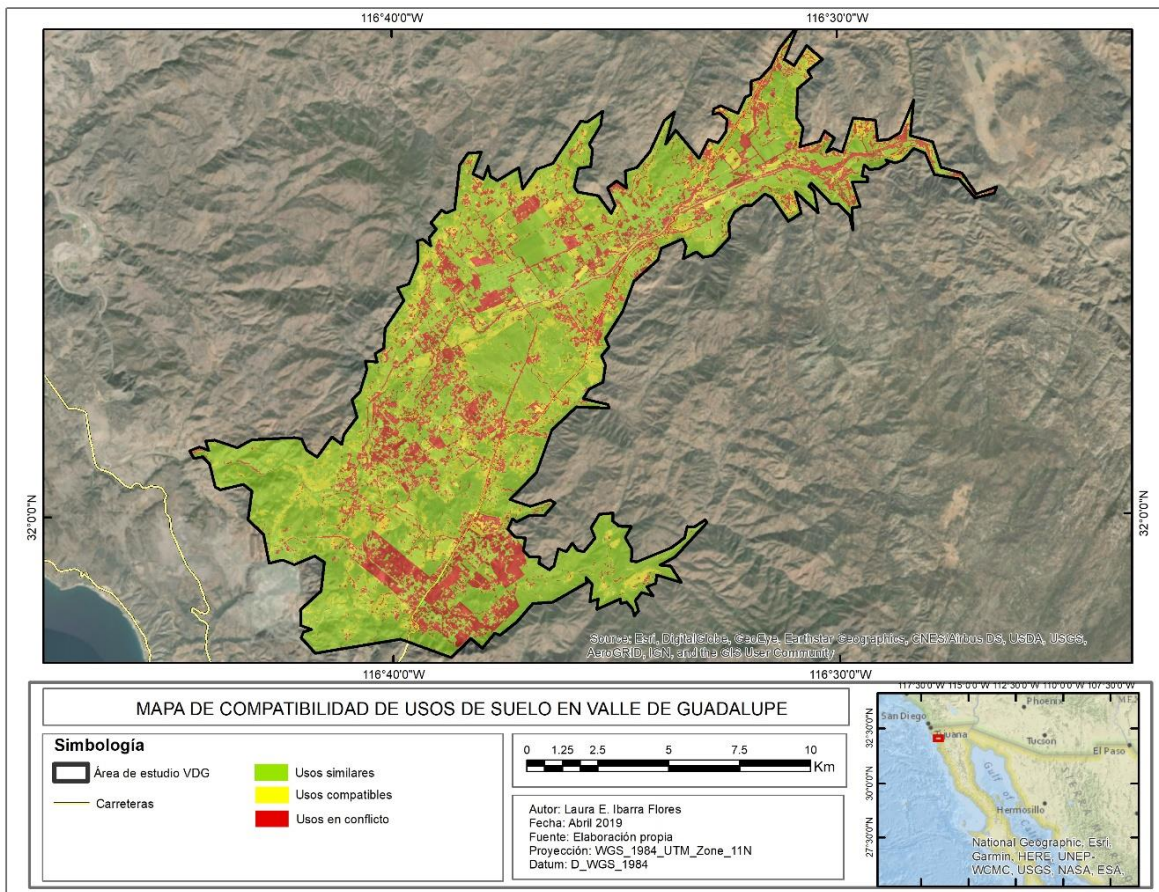
**Tabla 16**

*Resultado de la intersección.*

Valor	Clasificación	Ordenamiento	Estatus
11	Vegetación nativa	Conservación	Verde
12	Vegetación nativa	Agrícola	Amarillo
13	Vegetación nativa	Asentamientos Humanos I	Rojo
14	Vegetación nativa	Asentamientos Humanos II	Rojo
15	Vegetación nativa	Condicionado a desarrollo	Rojo
16	Vegetación nativa	Cauce Arroyo Guadalupe	Verde
21	Copas de árboles	Conservación	Verde
22	Copas de árboles	Agrícola	Amarillo
23	Copas de árboles	Asentamientos Humanos I	Rojo
24	Copas de árboles	Asentamientos Humanos II	Rojo
25	Copas de árboles	Condicionado a desarrollo	Rojo
26	Copas de árboles	Cauce Arroyo Guadalupe	Verde
31	Cultivo de vid	Conservación	Amarillo
32	Cultivo de vid	Agrícola	Verde
33	Cultivo de vid	Asentamientos Humanos I	Rojo
34	Cultivo de vid	Asentamientos Humanos II	Rojo
35	Cultivo de vid	Condicionado a desarrollo	Rojo
36	Cultivo de vid	Cauce Arroyo Guadalupe	Amarillo
41	Otros cultivos	Conservación	Amarillo
42	Otros cultivos	Agrícola	Verde
43	Otros cultivos	Asentamientos Humanos I	Rojo
44	Otros cultivos	Asentamientos Humanos II	Rojo
45	Otros cultivos	Condicionado a desarrollo	Rojo
46	Otros cultivos	Cauce Arroyo Guadalupe	Amarillo
51	Suelo desnudo	Conservación	Amarillo
52	Suelo desnudo	Agrícola	Amarillo
53	Suelo desnudo	Asentamientos Humanos I	Verde
54	Suelo desnudo	Asentamientos Humanos II	Verde
55	Suelo desnudo	Asentamientos Humanos II	Verde
56	Suelo desnudo	Cauce Arroyo Guadalupe	Verde

61	Infraestructura gris	Conservación	Red
62	Infraestructura gris	Agrícola	Red
63	Infraestructura gris	Asentamientos Humanos I	Verde
64	Infraestructura gris	Asentamientos Humanos II	Verde
65	Infraestructura gris	Condicionado a desarrollo	Verde
66	Infraestructura gris	Cauce Arroyo Guadalupe	Red
71	Cuerpos de agua	Conservación	Verde
72	Cuerpos de agua	Agrícola	Amarillo
75	Cuerpos de agua	Condicionado a desarrollo	Red
76	Cuerpos de agua	Cauce Arroyo Guadalupe	Verde

El mapa, resultado de la tabla 16, se muestra a continuación.



Mapa 11. Intersección de usos. Elaboración propia.

La tabla de superficies, resultado de la intersección, quedó de la siguiente manera:

**Tabla 17***Superficies según estatus del polígono.*

Estatus	Superficie en hectáreas	Porcentaje que representa
	11,616.1303	64.22
	2,688.0544	14.87
	3,781.4831	20.91
<b>Total</b>	<b>18,085.6680</b>	<b>100</b>

Las zonas que se tomaron en cuenta para proponer la implementación de infraestructura verde son: vegetación nativa, copas de árboles, cultivo de vid, otros cultivos y cuerpos de agua.

Estas zonas se revisaron en el mapa, de acuerdo a sus superficies, localización y compatibilidad de usos, quedando, finalmente, como zonas de mayor conflicto aquellas que están destinadas a asentamientos humanos, pero que actualmente presentan vegetación nativa y/o copas de árboles. Por otro lado, el caso contrario son aquellas superficies que ya presentan infraestructura gris, pero que en el ordenamiento están destinadas a ser zonas de conservación, o que pertenecen al cauce del arroyo. La siguiente tabla muestra estos casos junto con su superficie y porcentajes:

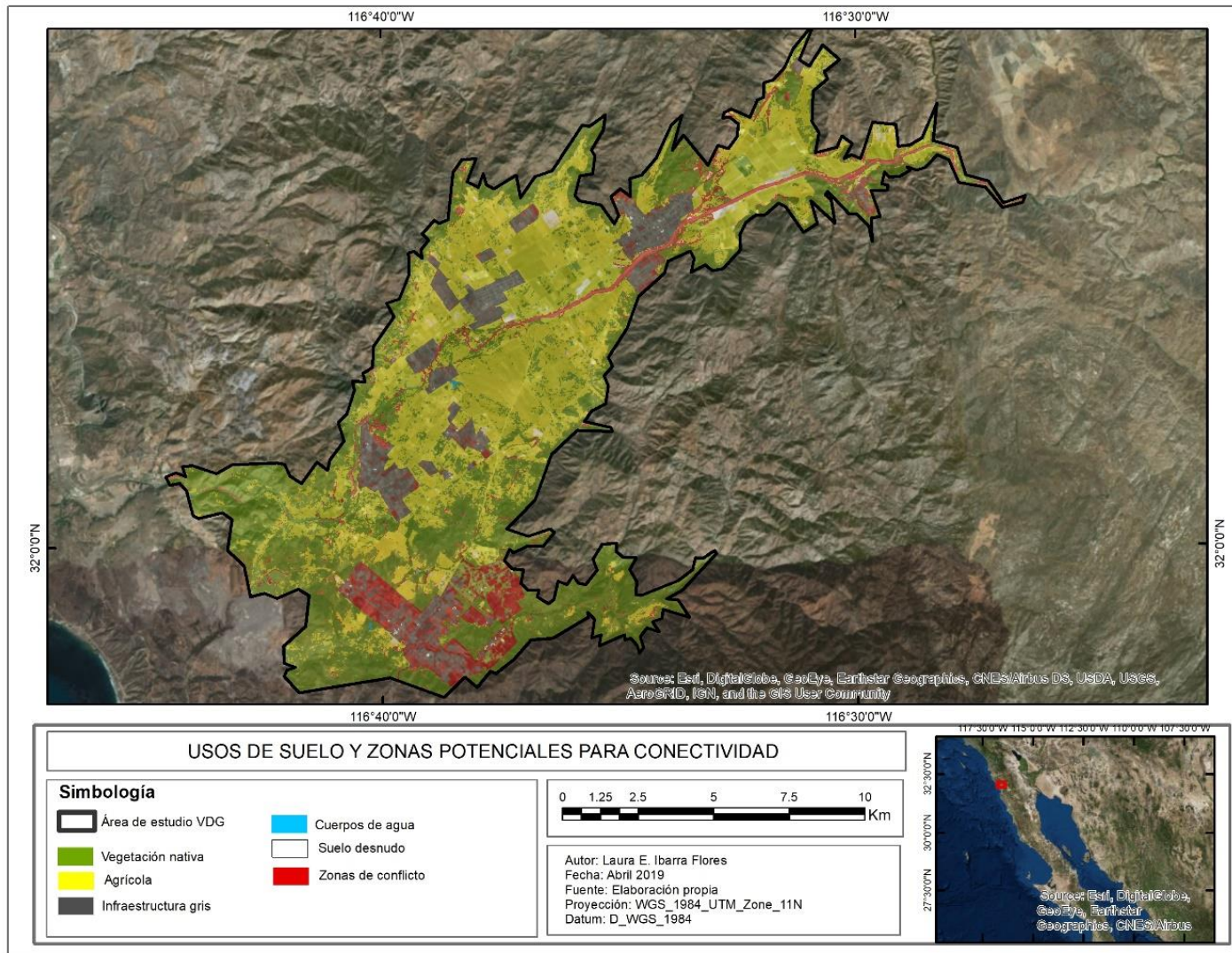
**Tabla 18***Zonas de mayor conflicto en usos de suelo.*

Uso de suelo	Ordenamiento	Superficie	Porcentaje
Vegetación nativa	Asentamientos Humanos I y II y Condicionado a desarrollo	635.44	3.51
Copas de árboles	Asentamientos Humanos I y II y Condicionado a desarrollo	162.41	0.90
Suelo desnudo	Cauce Arroyo Guadalupe	58.17	0.32
Infraestructura gris	Conservación	495.35	2.74
Infraestructura gris	Cauce Arroyo Guadalupe	230.24	1.27
Cuerpos de agua	Condicionado a desarrollo	1.30	0.007
<b>Total</b>		<b>1,582.91</b>	<b>8.75</b>

Las zonas de conflicto ocupan casi el 9% del polígono y son:

- Zonas que actualmente poseen vegetación nativa, pero que en el ordenamiento están destinadas a ser asentamientos humanos, o zonas condicionadas al desarrollo.

- Zonas donde actualmente se identifican copas de árboles (vegetación riparia), pero en el ordenamiento están destinadas a ser asentamientos humanos, o zonas condicionadas al desarrollo.
- Zonas que actualmente presentan suelo desnudo, pero que pertenecen al Cauce del Arroyo Guadalupe.
- Zonas donde actualmente existe infraestructura gris, pero que en el ordenamiento están destinadas a conservación.
- Zonas donde actualmente existe infraestructura gris, pero que en el ordenamiento se muestran como parte del Cauce del Arroyo Guadalupe.
- Zonas que presentan cuerpos de agua, pero el uso del ordenamiento es condicionado al desarrollo.



Mapa 12. Usos de suelo y en rojo zonas de conflicto en los usos de suelo y necesarias para la conectividad. Elaboración propia.

En el mapa 12 se muestran en rojo las zonas donde existe mayor conflicto en los usos de suelo actuales comparado con los que se plantean en el ordenamiento. Es interesante ver que las principales zonas donde se puede implementar proyectos de infraestructura verde para conservar la conectividad del paisaje, se encuentran en zonas destinadas al crecimiento de los asentamientos humanos, como San Antonio de las Minas. En general, las zonas con infraestructura gris tienen los valores más altos en el índice de parche mayor, lo cual refleja que posee parches grandes, sin embargo, el índice de forma del paisaje, donde casi todos los cuadrantes de infraestructura gris obtuvieron los valores más altos, nos habla de que estos parches suelen tener formas irregulares, y son los que se muestran menos agregados, esto se confirma con el índice de yuxtaposición, el cual indica que, en casi todos los cuadrantes, la infraestructura gris es la clase que muestra más adyacencia a todas las demás clases, es decir, se encuentra mezclada entre las demás clases.

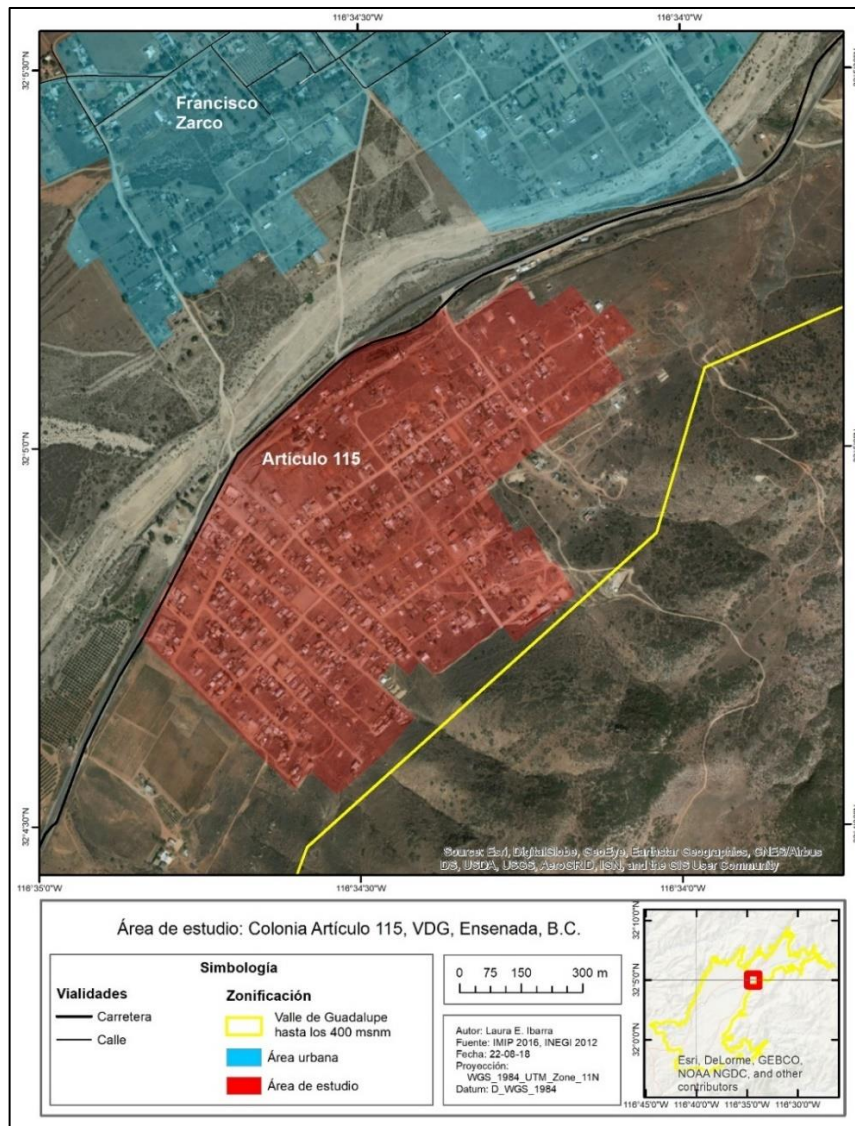
Por otro lado, el área del arroyo Guadalupe perteneciente a las zonas de El Porvenir, Francisco Zarco y el Noroeste del polígono, que muestran el arroyo como suelo desnudo, se propone como zonas de restauración, donde las intervenciones de infraestructura verde son importantes para lograr conectividad mediante un corredor verde con zonas riparias y de vegetación nativa.

## Capítulo 3. Micro escala. Colonia Artículo Ciento Quince

Este capítulo está dedicado al desarrollo del segundo objetivo específico de esta investigación, el cual es co-diseñar un espacio verde con personajes clave de la colonia Artículo 115 con enfoque de micro escala.

### 3.1 Descripción del área de estudio

Se determinó el área de estudio como una sección de la delegación Francisco Zarco que comprende a las colonias: Artículo Ciento Quince I, II y III; Colonia San Judas Tadeo y Colonia 14 de febrero.



Mapa 13. Área de estudio en la micro escala. Fuente: IMIP (2016)

El área de estudio es la colonia Artículo 115, la cual forma parte de la delegación Francisco Zarco. El acceso a esta colonia es a través de la carretera Federal No. 3 (Tecate-Ensenada). Es un poblado de formación reciente, aparece por primera vez en el conteo de 1995 con 90 habitantes. Para el Censo de Población y Vivienda de 2010 cuenta ya con 783 habitantes. Su densidad es baja, sin embargo, tiene la mayor tasa de crecimiento de los poblados de Valle de Guadalupe (SPA, 2016).

### 3.1.1 Contexto ecológico

La colonia Artículo 115 se encuentra en el margen del polígono de estudio, está en el pie de monte de una ladera con orientación suroeste. De acuerdo a su geología, presenta roca ígnea intrusiva tipo gabro en su zona contigua a la carretera, y tipo granodiorita hacia el este (SPA, 2016).

Al norte de la colonia se encuentra la carretera Federal No. 3 Tecate-Ensenada, y cruzando ésta, se encuentra el arroyo Guadalupe. En esta porción del arroyo se observa que ha habido saqueo de arenas, pues se encuentra erosionada y con poca vegetación. Más al norte se encuentra la delegación Francisco Zarco, de la cual esta colonia forma parte.

Hacia el sur y hacia el este está rodeada de vegetación nativa (matorral costero), y por laderas que presentan pendientes que no permiten la construcción, por lo que el crecimiento de esta colonia está proyectado hacia el noreste, siguiendo la línea de la carretera. Hacia el oeste se encuentra la carretera, y hacia el suroeste hay cultivos de vid.

Dentro del polígono de la colonia quedan algunos remanentes de vegetación nativa y secundaria, sobre todo en lotes baldíos. Dominan los terrenos con construcciones, y se pueden ver algunos jardines en las casas, sin ser de vegetación muy abundante.

Casi toda la superficie se encuentra transformada y presenta un uso urbano. A pesar de eso, dos zonas importantes de conservación tienen cercanía a esta colonia: por un lado, el cauce del arroyo Guadalupe, y por otro, la ladera con vegetación nativa de matorral costero. Esta zona presenta una probabilidad muy

alta de ocurrencia de incendios, por su ubicación tan cercana a la ladera (SPA, 2016).

Hay que resaltar, también, que, debido a la pendiente propia de la colonia, existen puntos altos desde donde se obtienen vistas que dominan el valle, y que, paisajísticamente, tienen un alto valor.

### 3.2.2 Contexto socioeconómico

La colonia Artículo 115 pertenece a la delegación Francisco Zarco, su superficie urbana es una de las que más crecimiento ha presentado desde que se realizó el Ordenamiento Ecológico (POECSAM-VG) en el año 2006, donde contaba con una superficie de 57.39 hectáreas, y para el año 2015 su superficie había aumentado en 38.46 hectáreas (SPA, 2016). Este rápido crecimiento urbano, aunado a deficiente regulación, ha causado la dispersión asentamientos que no cuentan con servicios públicos básicos.

Su población se compone, principalmente, de jornaleros que se dedican a trabajar las tierras y de algunos propietarios (Leyva y Espejel, 2013). Este asentamiento aparece por primera vez en el Censo Nacional de Población y Vivienda en 1995, y su crecimiento poblacional se puede ver en la siguiente gráfica:

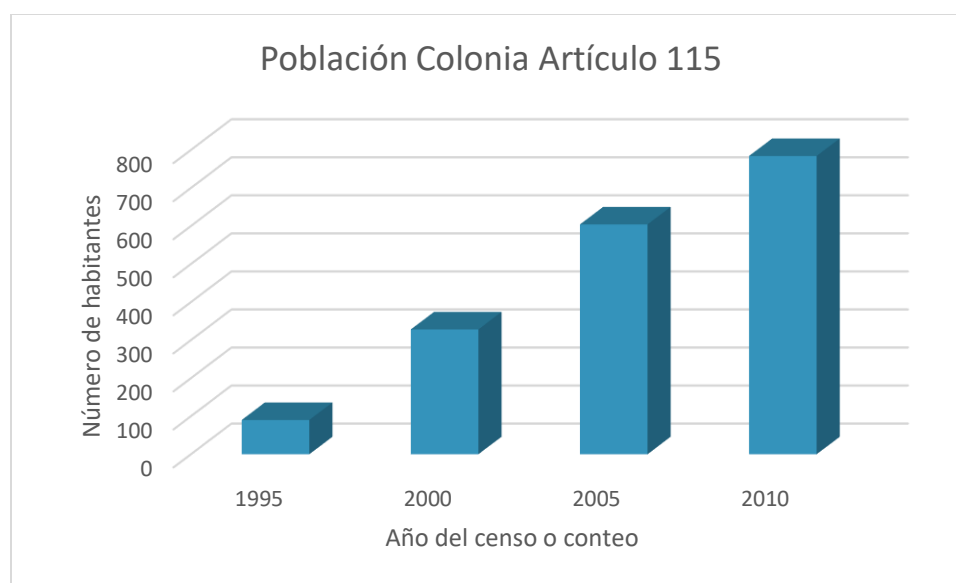


Figura 9. Número de habitantes de la Colonia Artículo 115 de 1995 a 2010. Fuente: INEGI

En el Censo de Población y Vivienda de 1995, la colonia contaba con 90 habitantes, 15 años más tarde, para el Censo de Población y Vivienda 2010, el número había crecido a 784, de los cuales 386 son mujeres y 398 hombres.

### 3.2.2.1 Grado de marginación de la localidad

El grado de marginación se establece como alto, tomando en cuenta los siguientes indicadores:

**Tabla 19**

*Indicadores de marginación*

Artículo 115	2005	2010
Población total	604	784
% Población de 15 años o más analfabeta	4.49	6.43
% Población de 15 años o más sin primaria completa	31.18	31.24
% Viviendas particulares habitadas sin excusado	1.37	30.37
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	8.22	8.38
% Viviendas particulares habitadas sin agua entubada	97.89	84.36
% Ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	25.34	1.20
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	2.11	6.70
% Viviendas particulares habitadas con piso que no disponen de refrigerador	15.07	20.42
Índice de marginación	-1.04267	-0.50221
Grado de marginación	Bajo	Alto
Lugar que ocupa en el contexto nacional		68,071

Fuente: Estimaciones del CONAPO, Índices de marginación 2005, y CONAPO (2011)

En la tabla 19 se hace un comparativo de los indicadores de marginación en los años 2005 y 2010. El índice pasa de tener un grado bajo a uno alto. Además del aumento en el número de habitantes, hay otros indicadores que resaltan por su diferencia entre un año y otro. Es el caso de las viviendas habitadas sin excusado, que pasa de menos de un 2% a un poco más del 30%; hay un ligero aumento, también, de la población analfabeta, de las viviendas con piso de tierra, y de viviendas que no disponen refrigerador.

### 3.2.2.2 Indicadores de rezago social

En cuanto al rezago social, se toman en cuenta los siguientes indicadores:

**Tabla 20**

*Indicadores de rezago social*

Artículo Ciento Quince	2005	2010
Población total	604	784
% de población de 15 años o más analfabeta	4.49	6.43
% de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	3.13	3.64
% de población de 15 años y más con educación básica incompleta	64.44	57.5
% de población sin derecho-habiencia a servicios de salud	44.04	24.11

% de viviendas particulares habitadas con piso de tierra	2.03	6.28
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	5.41	30.37
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada a la red pública	93.92	79.06
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	30.41	36.65
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	9.46	7.85
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de lavadora	35.81	29.84
% de viviendas particulares habitadas que no disponen de refrigerador	16.22	20.42
Índice de rezago social	-1.06604	-0.62447
Grado de rezago social	1 muy bajo	Bajo

Fuente: Estimaciones del CONEVAL, con base en INEGI, II Censo de Población y Vivienda 2005 y la ENIGH 2005. Estimaciones de CONEVAL con base en el Censo de Población y Vivienda 2010.

En la tabla 20 se muestran los indicadores de rezago social comparativamente de los años 2005 y 2010 respectivamente. Se puede ver el aumento en algunos rubros como: el porcentaje de población de 15 años o más analfabeta; el porcentaje de viviendas con piso de tierra; porcentaje de viviendas sin sanitario, sin drenaje y sin refrigerador. Asimismo, hay algunos rubros que disminuyen, como, por ejemplo, el porcentaje de población sin derechohabiencia, las viviendas que no disponen de agua entubada, las que no disponen de energía eléctrica y las que no disponen de lavadora. Aun así, pasa de ser, en 2005, grado muy bajo, a grado bajo en 2010.

### 3.2.2.3 Indicadores de carencia en viviendas

Los indicadores de carencia en viviendas tienen los siguientes datos:

**Tabla 21**

*Indicadores de carencia en viviendas*

Artículo Ciento Quince	2005		2010	
	Valor	%	Valor	%
Viviendas particulares habitadas	148		191	
<b>Carencia de calidad y espacios de la vivienda</b>				
Viviendas con piso de tierra	3	2.11	12	6.7
<b>Carencia de acceso a los servicios básicos en las viviendas particulares habitadas</b>				
Viviendas sin drenaje	45	31.47	70	39.33
Viviendas sin luz eléctrica	14	9.46	15	8.38
Viviendas sin agua entubada	139	97.89	151	94.36
Viviendas sin sanitario	8	5.41	58	30.37

Nota: Para el cálculo se excluyen las viviendas no especificadas

Fuente: INEGI Censo de Población y Vivienda 2005 y Censo de Población y Vivienda 2010.

La tabla 21 muestra los indicadores de carencia en viviendas. De 2005 a 2010 hay 43 viviendas más en la colonia, siendo el sanitario el principal servicio del que carecen. Aumenta el porcentaje de viviendas sin drenaje y con piso de tierra, y disminuye el porcentaje de viviendas sin luz eléctrica y sin agua entubada.

### 3.2 Métodos

La metodología que se siguió para este objetivo se compone de tres etapas (Figura 8). La primera consta de las visitas a campo, la determinación de los actores clave, y las entrevistas realizadas para establecer un clima de confianza con las participantes. En la segunda etapa se dan visitas de campo para hablar del proyecto que se desea realizar y conocer necesidades y puntos de vista de las participantes. Por último, con la información obtenida en los pasos anteriores, se crea un concepto y un diseño de parque y se retroalimenta con los actores clave.

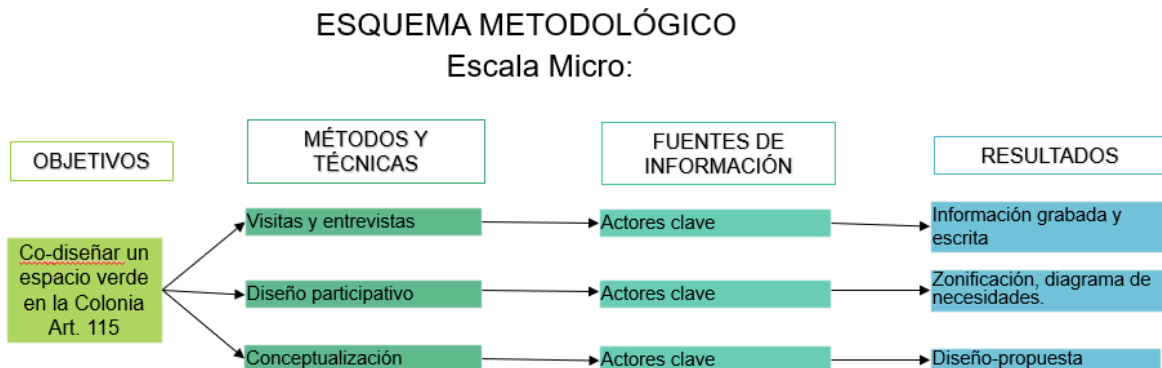


Figura 10. Esquema metodológico para la escala micro.

El trabajo requerido para la escala micro se realizó de manera transversal con respecto a los demás objetivos, debido a que requería de un enfoque transdisciplinario, siendo este un proceso que consume tiempo.

Una visión retrospectiva de los pasos que se siguieron para completar este objetivo nos enfrenta a diferentes etapas de un proceso que no siempre avanzó en la dirección requerida, sino que intentó diversos caminos y enfoques, hasta encontrar el más adecuado para ser llevado a cabo. Esta visión retrospectiva nos lleva, también, a recordar el esquema propuesto por Köning et al. (2013), quien

ofrece un marco para estructurar la gestión de la investigación interdisciplinaria (König, et.al., 2013):

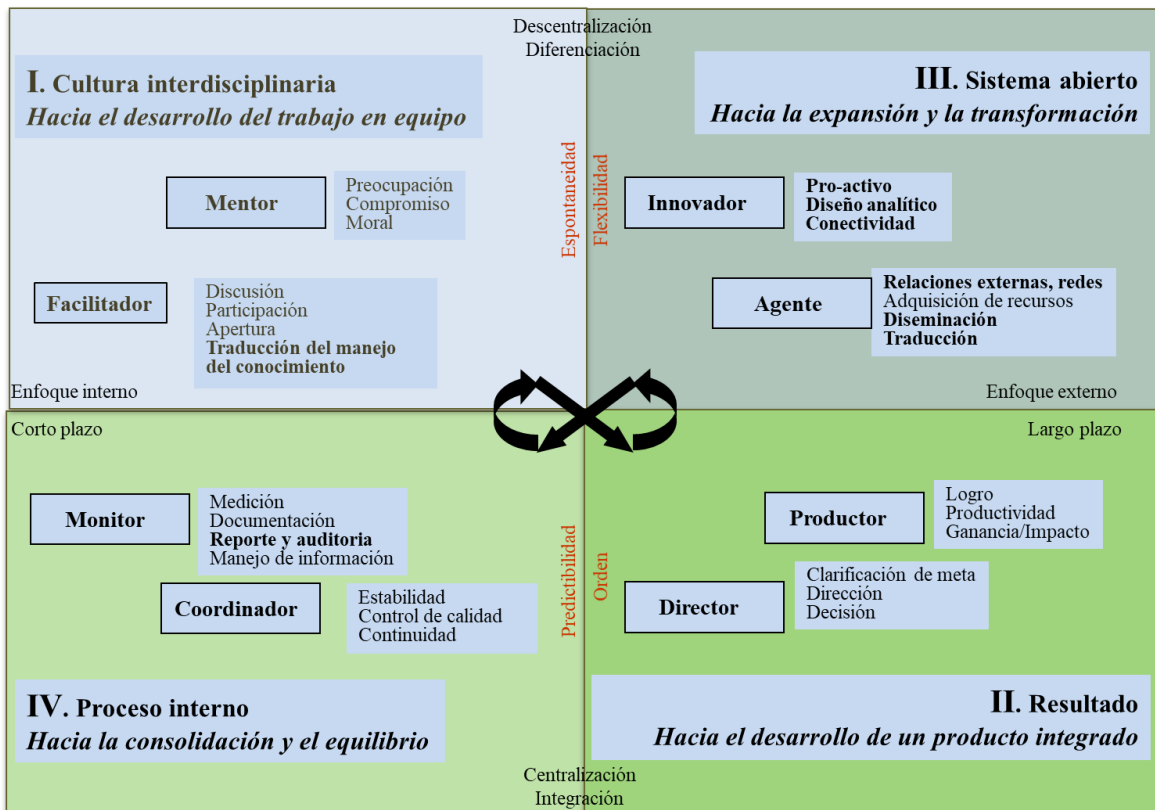


Figura 11. Modelo conceptual y metodológico inter-transdisciplinario para la investigación. Fuente: adaptado y modificado de (König et al., 2013).

En este diagrama encontramos una aproximación al trabajo realizado en esta etapa. Para comenzar, en el cuadrante I, llamado Cultura interdisciplinaria, se ofrece un enfoque interno de mentoría (comunicación interna y colaboración), que corresponde a las primeras etapas de visualización que se tuvieron con respecto a lo que habría de ser el trabajo necesario para este objetivo, algunas de los resultados de esta etapa de mentoría fueron:

- Con la Dra. Ileana Espejel, encontrar el método de aproximación a la comunidad, decidiendo utilizar el llamado “bola de nieve”, acercándonos con un habitante de Valle de Guadalupe, quien posteriormente nos presentaría con más miembros de la comunidad.

- Con la Dra. Paola Ovalle, al platicar sobre la manera de abordar el trabajo con la comunidad, establecer un plan de trabajo y una visión común.
- En la estancia que realicé en el Laboratorio de Socioecología y Comunicación para la Sustentabilidad, IIES, UNAM, con la Dra. Alicia Castillo como mentora, donde aprendí, en conjunto con sus tesistas, diferentes aproximaciones para los trabajos sociales en comunidades rurales.

La importancia de este cuadrante radica en establecer un lenguaje común entre las diferentes disciplinas.

El cuadrante II, el Resultado, está orientado a los productos que se pretenden alcanzar. En esta etapa es importante tomar decisiones en cuanto al trabajo que se realizará, y las metas del mismo. Esta etapa integra las decisiones tomadas para establecer los alcances de este objetivo. Se decidió que el objetivo sería integrar la propuesta de un proyecto de infraestructura verde que atendiera alguna necesidad de la comunidad, y que fuera realizable. De la misma manera, se tomó la decisión de que, por motivos de manejo de tiempo, el proyecto quedaría en una propuesta integrada por planos y renders.

El cuadrante III, llamado Sistema abierto, establece que es necesario establecer conceptos que sean coherentes para las diferentes disciplinas, escalas y regiones; además de la importancia de asegurar un flujo de comunicación de dos vías. Esta es la parte transdisciplinaria del proyecto, en donde se comienza el co-diseño con la comunidad. Este proceso se realizó a través de visitas a la comunidad, se establecieron los objetivos, se eligió el proyecto a desarrollar, y se dio un proceso de retroalimentación, que se detalla más adelante.

Por último, el cuadrante IV, llamado Proceso interno, concluye con la organización interna y administración del proyecto. Este proceso se realizó en conjunto con la Dra. Claudia Rivera, quien guió el proceso de diseño del proyecto.

Al realizar estos cuatro cuadrantes, se producen resultados que se integran al contexto específico del proyecto, y que cubren las áreas administrativas, científicas, inter y transdisciplinarias, y de interfaz (König et al., 2013).

### 3.2.1 Visitas y entrevistas

Se realizó trabajo de campo que consistió en visitas y pláticas con los actores clave, las cuales son un grupo de mujeres que conforman un comité que realiza actividades a favor de la colonia. El acercamiento a la comunidad se dio por medio de la técnica conocida como “bola de nieve”, la cual permitió conocer a una persona del ejido Emiliano Zapata, quien posteriormente facilitó la introducción a la colonia Artículo 115, donde reunió a un grupo de mujeres, miembros de un comité vecinal, quienes se interesaron en trabajar en el desarrollo de esta investigación, sobre todo en la parte del diseño de espacio verde, dado que ya cuentan con un espacio baldío que quieren transformar en parque.

Se realizaron visitas a campo con entrevistas interactivas no estructuradas durante septiembre de 2018 y junio de 2019, con el tema principal de la creación de un parque en la colonia. Las entrevistas se realizaron durante diez visitas a campo. y fueron grabadas y transcritas, con excepción de la entrevista al director, quien fue entrevistado brevemente en un receso y se tomaron notas.

### 3.2.2 Diseño participativo de parque

El diseño participativo se realizó con el grupo del comité, integrado por cuatro mujeres, a través de las visitas a campo y las entrevistas interactivas no estructuradas, a raíz del interés de tener un parque para su comunidad.

El proceso se llevó a cabo de la siguiente manera:

**Tabla 22**

*Matriz Planeación Operativa para la realización de las actividades*

<b>Fecha</b>	<b>Actividad</b>	<b>Metas</b>	<b>Descripción</b>	<b>Participantes</b>
<b>30/04/18</b>	Primera reunión	Presentación	Primera reunión y presentación con integrantes del comité. La Sra. Adela me presentó con ellas y les platicamos del proyecto. Se interesaron en la creación de un parque, porque ya se cuenta con terreno y avances en dicho proyecto.	4 mujeres del comité vecinal Laura

<b>11/09/18</b>	Visita	Acordar reunión con el comité	Visité la colonia para hablar con la presidenta del comité y quedar de acuerdo en una reunión. Me platicó del proyecto que quieren hacer en el terreno, de la colonia y hablamos de cómo trabajar el proyecto y de quiénes podrían estar interesados.	Presidenta del comité vecinal Laura
<b>14/09/18</b>	Visita	Presentarme en la escuela primaria y gestionar espacios para reuniones	Visité la primaria Francisco González Bocanegra, donde hablé con el director de la posibilidad de reunirnos ahí para trabajar el proyecto. Me dijo que sería posible por las tardes, cuando no hay clases. Intercambiamos información.	Director primaria Laura
<b>08/10/18</b>	Visita	Fijar fecha de reunión	Visité a Graciela para fijar fecha y hablar de los pormenores de la reunión con el comité. Quedé de pasar más tarde en la semana, cuando ella ya se hubiera puesto de acuerdo con todas.	Presidenta del comité vecinal Laura
<b>12/10/18</b>	Visita	Fecha reunión, pormenores de la misma	Visité a Graciela y quedamos de hacer la reunión el 19 de octubre en el dispensario médico de la colonia.	Presidenta del comité vecinal Laura
<b>19/10/18</b>	Reunión	Intercambiar ideas sobre el proyecto del parque, escuchar opiniones de todas las participantes, tomar notas.	Nos reunimos en abarrotes Serna por no contar con la llave del dispensario médico. Todas hablaron sobre las ideas que tienen para el parque de la colonia y les hablé sobre el proyecto de maestría que estamos desarrollando. Se habló sobre la colonia y los proyectos que se quieren realizar. Quedamos en reunirnos el 25 de octubre.	5 mujeres del comité vecinal Laura
<b>25/10/18</b>	Reunión	Visitar el terreno, intercambiar ideas.	Nos reunimos en el terreno del parque y lo recorrimos, cada una aportó sus ideas y tomé nota de las necesidades que se tienen. En un	4 mujeres del comité vecinal Laura

			croquis marcamos lo que se quiere hacer.	
<b>09/02/19</b>	Visita	Visitar el terreno después de las lluvias para revisar el estado del mismo	Visité el terreno del parque para tomar fotos y revisar su estado después de las lluvias. Me acompañó Graciela e intercambiamos algunas ideas sobre el mismo.	Presidenta del comité vecinal Laura
<b>01/04/19</b>	Reunión	Mostrar los avances del proyecto	Nos reunimos en abarrotos Serna para mostrarles los avances del proyecto en render. Platicamos sobre ideas nuevas y algunos cambios al mismo.	2 mujeres del comité vecinal Laura
<b>24/06/2019</b>	Reunión	Mostrar los cambios realizados en el proyecto	Nos reunimos en abarrotos Serna para mostrar los cambios realizados al proyecto.	2 mujeres del comité vecinal Ileana Laura

Fuente (Subdirección General de Programación Gerencia de Planeación Hidráulica, 2000), elaboración propia.

El diseño participativo se elaboró en un esquema propio que luego trasladado a una representación gráfica bidimensional y tridimensional por el egresado de Arquitectura Josué Gamahaliel Valdéz Moreno.

### 3.2.2.1 Proceso de diseño

El proceso de co-diseño comenzó con las reuniones y visitas a la Colonia. En las entrevistas se habló del parque, de las necesidades del mismo y del imaginario que cada una de las participantes tenía para el área.

El 25 de octubre se visitó el terreno, y mientras se platicaba sobre los espacios, se fue bosquejando un esquema básico con las necesidades que se deben de atender:



- Espacio con sombra
- Módulo de baños con fosa séptica
- Área Salón Social (24 x 30 metros aproximadamente):
  - Salón de usos múltiples (centro comunitario) con baño (fosa séptica)
  - Espacio para aparatos de ejercicio al aire libre
  - Estacionamiento (se había solicitado así, pero por espacio se omitió en el proyecto y estuvieron de acuerdo)
  - Puente (para cruzar el cauce)
  - Árboles, vegetación
- Dispensario (17 x 30 metros aproximadamente):
  - Esta área no se contempló en el proyecto originalmente, pero se debe integrar con el mismo y la propuesta es hacer un jardín de plantas medicinales.

De esta manera, se determinaron las áreas necesarias, así como la relación entre cada uno de los espacios.

Se realizaron algunos análisis espaciales en el sitio para determinar las características que posee. En el análisis se incluyó:

- Localización del terreno con respecto al Norte
- Ubicación de elementos existentes
- Asoleamiento
- Vientos dominantes
- Ruido
- Vialidades, accesos
- Colindancias
- Vegetación

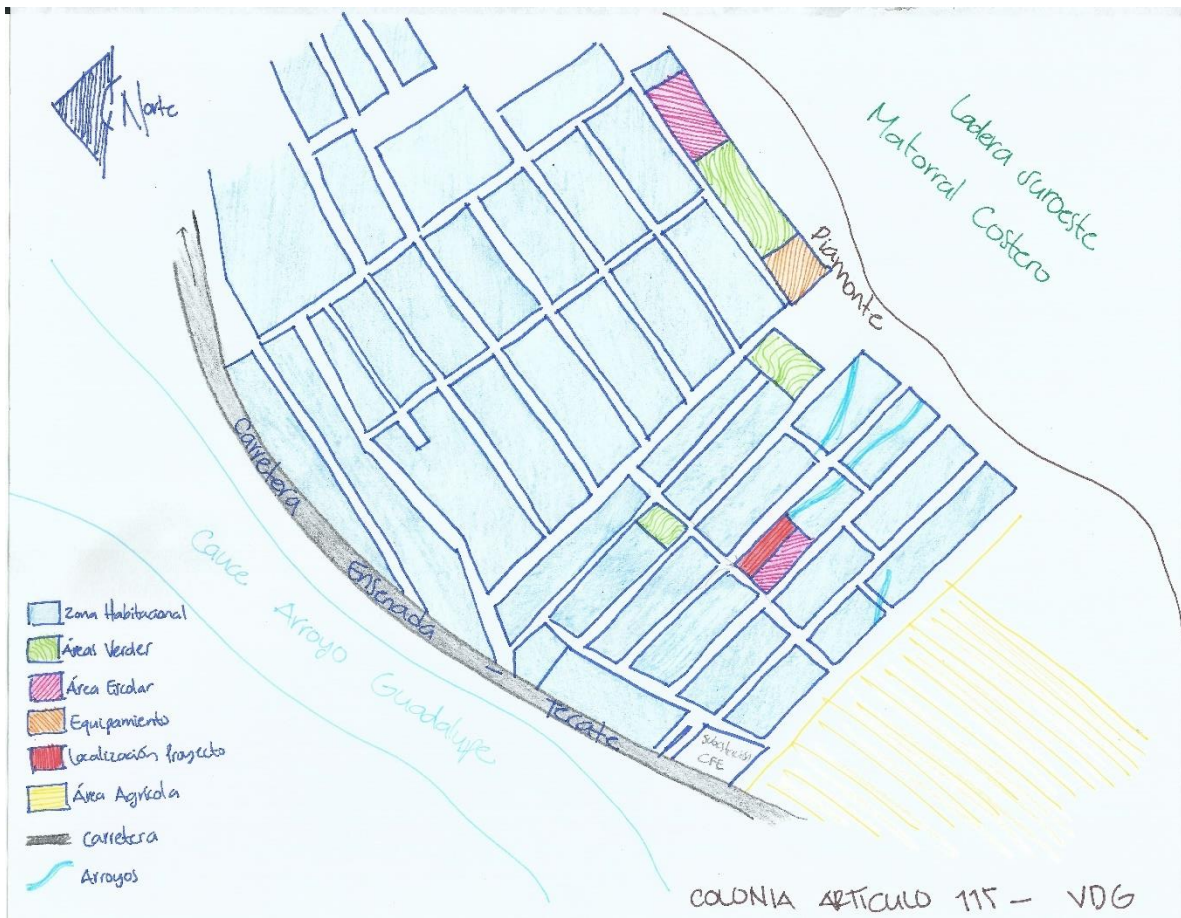


Figura 13. Análisis espacial Colonia Artículo 115.



Figura 14. Análisis de sitio.

Posteriormente, se realizó un análisis de percepción para determinar:

- Vistas agradables y desagradables
- Sonidos
- Olores
- Sensaciones de frío y calor

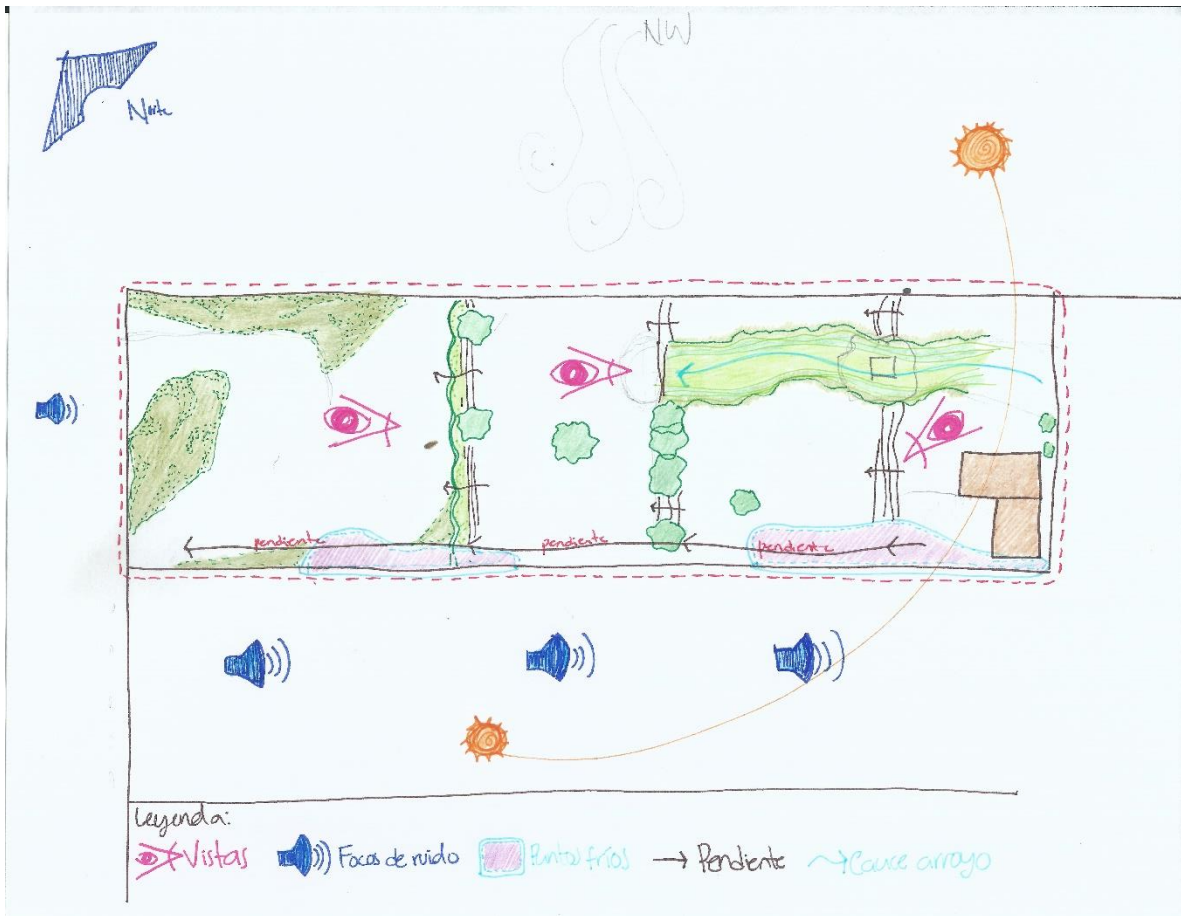


Figura 15. Análisis de percepción.

Con esto, se obtuvieron las condicionantes del diseño. Con todas estas características en mente, se eligió un concepto para llevar a cabo el diseño.

### 3.2.3 Concepto

Raíz es el concepto que rige este diseño. Representa los diferentes orígenes de los habitantes de esta comunidad, expresados en este espacio que pretende generar una conexión natural con el territorio al acoger la diversidad de orígenes e integrarlos en este lugar donde convergen y generan una nueva raíz, un espacio en común para ser apropiado por la comunidad.

Raíz habla del origen único de cada uno de los habitantes de la colonia, pero también cuenta la historia de la identidad única que se forma día con día. Es un espacio que da cabida a todos: niños, jóvenes, adultos, y mayores.

La raíz evoca, también, el agua: un recurso escaso es este sitio. Y al mismo tiempo, habla de esa lucha invisible que enfrentan día a día todos los seres: abrimos espacio, buscar sustento, crecer. Echar raíz no es sólo establecerse en un lugar, es hacerlo propio, vivirlo cada día y procurar dejárselo a los hijos mejor que como se encuentra.

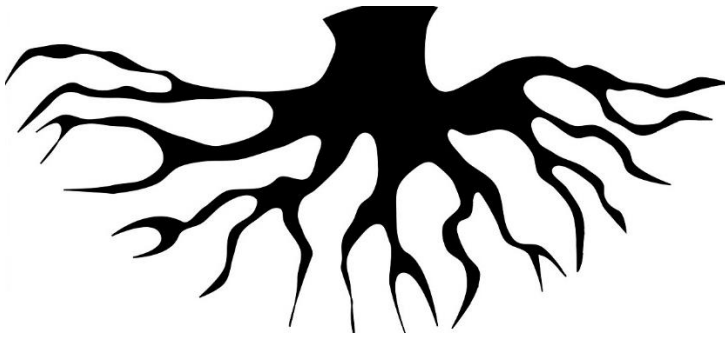


Figura 16. Concepto raíz.

El siguiente paso fue establecer:

- Paleta de colores: Se proponen colores verdes y tierra, los mismos que se encuentran en el paisaje natural del Valle de Guadalupe, con la adición de tonos morados para dar contraste.



- Paleta de vegetación: La paleta vegetal se compone por algunas plantas nativas pertenecientes a chaparral y matorral costero que pueden conseguirse en viveros de la localidad. Su uso estará condicionado a disponibilidad. Por otro lado, se propone integrar vegetación que, aunque no sea nativa, se encuentre adaptada al clima semi-árido propio de la región;

algunas de éstas pueden ser: cítricos, árboles mediterráneos y algunas otras especies reproducidas en los viveros de la región. Las categorías utilizadas son: arbustos (muchos de ellos con flores), y árboles.

- Paleta de pavimentos: Se proponen pavimentos que puedan ser encontrados en la región como adoquines y andadores de piedra laja y granito. Estos se utilizan de tal forma que permitan la permeabilidad en el suelo.
- Mobiliario: El mobiliario es principalmente de madera: bancas, mesas y pérgolas, con uso de piedra de la región donde se requiera. Se propone mobiliario sencillo que puede ser elaborado por los habitantes de la comunidad.

Con esta información se realizó el co-diseño del proyecto.



Figura 17. Bosquejo de diseño y zonificación.

A través de cinco reuniones se concretó el proyecto y se les presentó a las señoras participantes. El co-diseño se entregó para su posterior gestión.

### 3.3 Resultados

#### 3.3.1 Diseño participativo de parque

Se definió el diagrama de necesidades como se muestra en la siguiente figura:

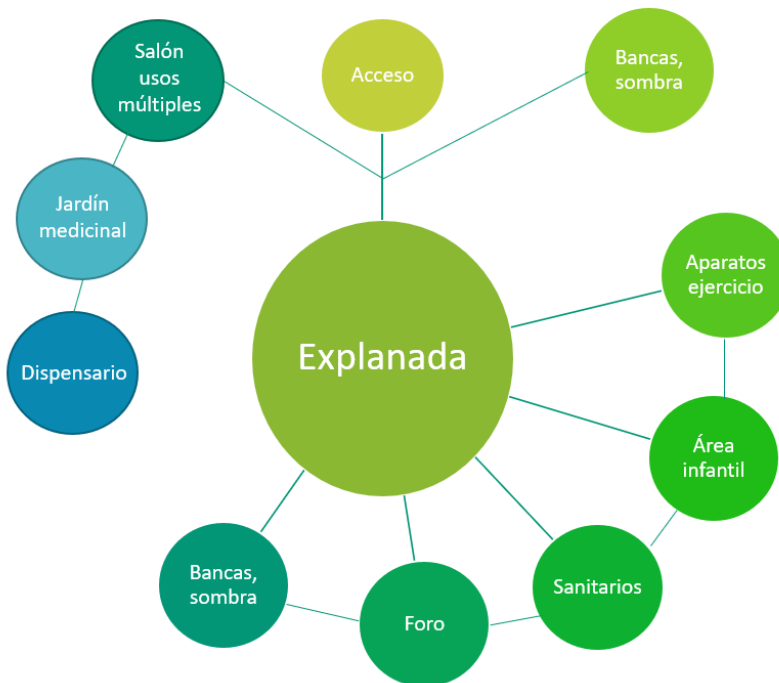
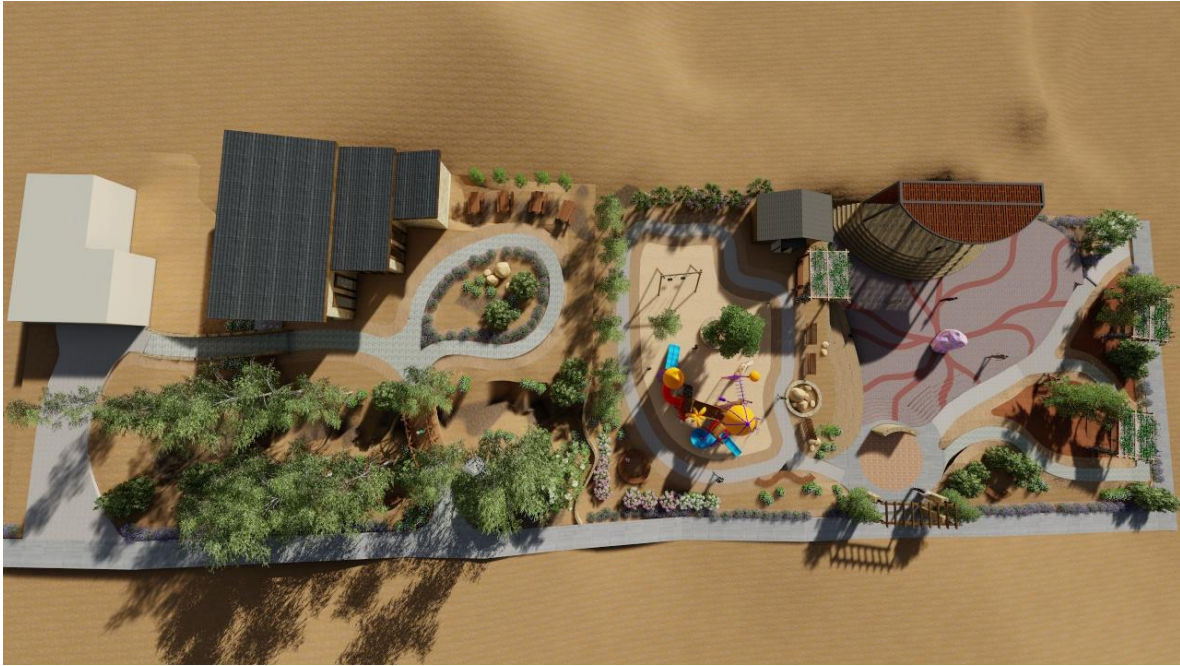


Figura 18. Diagrama de necesidades. Elaboración propia.

La propuesta de parque integra diferentes estrategias de infraestructura verde, entre las que destacan:

- Jardines de bioretención
- Pavimentos permeables
- Áreas verdes
- Captación de escorrentías



*Figura 19.* Planta de conjunto.



*Figura 20.* Perspectiva.



*Figura 21. Acceso.*



*Figura 22. Área infantil y módulo de baños.*



*Figura 23.* Puente sobre caudal y salón comunitario.



*Figura 24.* Jardines de biorretención, pavimentos permables.



*Figura 25.* Perspectiva del parque desde el caudal del arroyo.



*Figura 26.* Perspectiva del parque desde las zonas de descanso hacia la explanada.

## Elementos conectores del paisaje: Del Valle de Guadalupe al Parque de la Colonia Artículo Ciento Quince



Figura 27. Alzado lateral, relacione de elementos conectores escala meso – micro.

De esta manera se integraron los elementos presentes en el paisaje a escala meso con el diseño de parque a escala micro. En la figura 27 se muestran los principales conectores entre las escalas trabajadas: topografía, geología, agua y vegetación. El resultado final es un espacio verde multifuncional que nace de las necesidades y la visión de los actores clave de la colonia.

## Capítulo 4. Discusión

El esquema diseñado para que el valle de Guadalupe cuente con un plan de infraestructura verde funcionó al descomponerlo en dos escalas. Para la escala meso, el paisaje de la zona urbana de valle de Guadalupe, resultó con elementos verdes que obedecen a la vocación agrícola, y que se propone conservar como paisaje rural conectado, éstos son: el uso de suelo agrícola, la vegetación nativa, y el cauce del arroyo Guadalupe. Por otro lado, para la zona micro, el co-diseño de un espacio público permitió replicar los rasgos del paisaje del valle en un parque que da servicio a una comunidad de trabajadores rurales. Los elementos que sirvieron de conectores entre el paisaje a escala meso y el parque a escala micro son: la topografía, la geología y suelo, la hidrología y la vegetación. La topografía del valle de Guadalupe queda representada en el parque al respetar su pendiente original, intentando modificarlas lo menos posible. La geología queda representada en las rocas que ambientan las zonas con vegetación del parque, así como los usos de materiales regionales para los andadores y materiales de las construcciones. El elemento agua en el valle es el arroyo Guadalupe, que forma un eje en todo el polígono, mientras que en el parque queda de manifiesto al rescatar el caudal de una escorrentía que atraviesa el terreno. Por último, la vegetación en ambos casos la conforman las plantas nativas, adaptadas y cultivos que caracterizan la región, los cuales son utilizados, de igual manera, en el parque.

En este sentido, la literatura dice que, dependiendo de la escala de trabajo, serán los componentes que pueden ser utilizados en los proyectos. Benedict y McMahon (2006) así lo sugieren, así como en Manual de Lineamientos de Diseño de Infraestructura Verde para Municipios Mexicanos Fronterizos (2014), el cual señala que estos elementos a escalas meso, se componen tanto por las áreas naturales como por las zonas rurales o agrícolas. De esta manera, son estas las características que se busca conservar dentro del paisaje de valle de Guadalupe, propiciando su conservación, y ayudando a mantener una red verde que permita mantener los servicios ecosistémicos que provee.

En el paisaje del valle de Guadalupe se conjugan actividades principalmente agrícolas, pero que han ido cambiando a través del tiempo (Periódico Oficial del Estado de Baja California, 2018). Esto se hizo evidente en la clasificación de usos de suelo, donde los resultados evidenciaron zonas de fragmentación importante del paisaje, esta transformación obedece a cambios en la vocación y actividades tradicionales del lugar, que ha generado que se cambien zonas agrícolas por zonas comerciales (hoteles, restaurantes), y que se ven reflejadas en el cambio del paisaje de la región.

Por otro lado, la planeación de proyectos tomando en cuenta la visión de los sistemas socio-ecológicos llevó a priorizar las propuestas y decidir que la infraestructura verde podría solucionar varios de los problemas sociales y ambientales a la vez, debido a que ambos son componentes de gran importancia en las zonas rurales. De esta manera, lo que sucede en el sistema ambiental, afecta el sistema social y viceversa, debido a que ambos sistemas están acoplados y es imposible su separación (Farhad, 2012). Por un lado, las características ecológicas de la zona permiten dar cuenta de la importancia que tiene este lugar para su conservación, tanto en su vegetación nativa, como en la agrícola. Por otro lado, no es posible separar este territorio de las actividades socioeconómicas que se llevan a cabo. Ambos sistemas, estrechamente conectados, forman parte intrínseca uno del otro, y deben ser tomados en cuenta para las decisiones que se toman sobre el territorio (Berkes y Folke, 1994). Esto llevó a desarrollar una estrategia transdisciplinaria, en la que, si los usuarios protegen el ecosistema en el que viven, al mismo tiempo protegen su comunidad y obtienen servicios ambientales.

De los resultados obtenidos en la escala meso, concluimos que realizar una clasificación supervisada, en general arrojó resultados satisfactorios, aunque puede mejorarse, algunas de las principales observaciones con respecto a cada clase analizada son:

- Vegetación nativa: esta clase se encuentra bien clasificada en general. Aparece en las laderas de los cerros y entre los lomeríos, así como en zonas cercanas al arroyo.

- Copas árboles: las copas de los árboles aparecen bien representadas en su mayoría, sin embargo, hay algunas parcelas de cultivo que fueron clasificadas como árboles. Los árboles clasificados son, en su mayoría, asociados con las zonas riparias, de esta manera, no fueron clasificados árboles de cultivo como los olivares.
- Vid: las parcelas de vid se delimitan de manera bastante concreta, sobre todo en la parte noreste del polígono, donde se aprecian las formas rectangulares de las parcelas. Sin embargo, aparecen manchas de esta clase en algunas laderas y lomeríos, de formas irregulares y de tamaños muy pequeños, lo que hace pensar que está mal clasificado en estas zonas, sobre todo en la parte correspondiente a los lomeríos entre San Antonio de las Minas y El Porvenir.
- Otros cultivos: esta clase se identifica bien la mayoría de las veces, pero su caso es similar al de la vid, existen zonas donde aparecen cultivos, pero podría estar confundiendo con vegetación nativa. Una causa de esto puede ser la diferencia entre los NDVI de cada cultivo, que pueden confundirse con algún otro tipo de vegetación. En ocasiones, algunas parcelas aparecen parcialmente como suelo desnudo, pudiéndose tratar de zonas agrícolas abandonadas o en reposo.
- Suelo desnudo: esta categoría aparece bien representada la mayoría de las veces, delimitando algunas zonas de arena, como el cauce del arroyo Guadalupe, lotes baldíos o sin uso aparente, canchas de tierra, y caminos vecinales.
- Infraestructura gris: esta categoría aparece bien representada en las zonas urbanas, sin embargo, se clasificaron dentro de esta categoría parte de caminos, zonas del arroyo (probablemente rocosas), parte de zonas de vegetación, y las zonas rocosas de los cerros. Esto puede deberse a la variedad de materiales que conforman la categoría, y a que dentro de éstos entran zonas de vegetación. La infraestructura gris aparece en caminos principalmente, pero existen zonas que han atribuido erróneamente esta clase, como en algunas parcelas.

- Cuerpos de agua: éstos aparecen bien representados en su categoría.

En cuanto al uso de métricas del paisaje, existen muchas variables disponibles, pero muchas de ellas tienen más sentido cuando se compara, ya sea dos lugares diferentes, o dos temporalidades de un mismo lugar, lo cual no es el propósito de este análisis, sino solo describir el paisaje por medio de un análisis de sus métricas. Es por esto que la selección de variables se acotó sólo al nivel de clase. Sin embargo, se encontraron patrones espaciales en el análisis por cuadrante encontrando una elevada fragmentación ecosistémica (Orozco et al., 2015). El elemento dominante, o matriz, es la vegetación nativa, seguida de los cultivos y esto es lo que conforma el paisaje natural – agrícola que se pretende conservar en el valle de Guadalupe. Se encontró que la infraestructura gris aparece mezclada en casi todos los usos, es la segunda clase que posee mayor número de parches, sus formas son irregulares, con alta fragmentación y es de las clases que presenta más baja conectividad.

Para la propuesta sitios prioritarios para la implementación de infraestructura verde, se definieron las zonas donde existen conflictos en cuanto al uso de suelo, contrastando el mapa de Ordenamiento Territorial propuesto en la actualización del PSDUT (2018) con el resultado de la clasificación de usos de suelo, encontrándose zonas con usos opuestos (como zonas naturales que serán urbanizadas, o zonas ya urbanizadas pero que se proponen como uso de conservación). Se tomaron en cuenta sólo aquellas áreas que muestran mayor conflicto o que propician la fragmentación del paisaje para proponerlas como zonas potenciales para fomentar la conectividad. El uso de infraestructura verde en estas áreas sería lo más adecuado, debido a que puede crear zonas de conexión y restauración ecológica, sin dejar de lado la provisión de servicios culturales, sociales y ecológicos, como lo sugiere Mell (2009).

De igual manera, existen componentes que pueden ser utilizados en micro escalas, enfocándose principalmente en dos tipos de espacio: público y áreas residenciales (IMPLAN-Hermosillo, 2014). Este proyecto se enfoca en los espacios públicos, particularmente en co-diseñar un parque ubicado en la colonia Artículo 115, la cual carece de este tipo de espacio. La ventaja de planear y co-diseñar un

espacio verde, es que puede atender a diferentes necesidades de la comunidad, de esta manera, se crean y diseñan espacios multifuncionales, con características propias y que satisfacen los deseos e imaginarios colectivos. Por otro lado, no se pierde de vista que quienes conocen mejor su entorno y problemáticas son los habitantes de la comunidad, los cuales aportan con su conocimiento a encontrar las mejores soluciones para su entorno (Camarena Berruecos, 2012).

Para el análisis a escala micro, se partió de un entendimiento del entorno, tanto social como ecológico, que permitió obtener un panorama más específico de la colonia Artículo 115. En esta escala fue posible implementar una estrategia participativa para la elaboración del proyecto de parque, que responde tanto a las necesidades planteadas por la comunidad, y contribuye, a la vez a los procesos naturales y al soporte de la biodiversidad. Trabajar en el nivel de comunidad supone muchos retos, puesto que es necesario conocer y entender las necesidades espaciales de los habitantes, y conjugarlas con los objetivos propios de la creación de una red de infraestructura verde. Trabajar el proyecto en conjunto con la comunidad permite una apropiación del espacio y, por lo tanto, un mayor apego y cuidado al mismo. Sin embargo, también presenta diferentes retos, al trabajar de manera transdisciplinaria en la integración de conceptos y conocimientos a través de las distintas disciplinas, las escalas y las regiones, tal como lo sugiere (König et al., 2013) al proponer un modelo conceptual y metodológico inter-transdisciplinario para la investigación. Este modelo fue de mucha utilidad para entender las diferentes etapas del proceso de co-diseño, y su manejo adecuado; además de que sienta una base para futuros proyectos donde es necesaria la comunicación inter y transdisciplinaria.

## Capítulo 5. Conclusiones

La utilización de infraestructura verde como eje para proponer soluciones a los problemas planteados en el Ordenamiento de Valle de Guadalupe resultó ser muy beneficioso debido a que es un enfoque que se puede trabajar a varias escalas, y, además, porque atiende a los problemas ambientales, por un lado y a los sociales, por el otro. Partir del enfoque de sistemas socio-ecológicos permitió tener una visión integrada de lo que hay en el territorio y de la dinámica territorial de quienes lo habitan, tanto en la escala meso, como en la micro.

En la escala meso, la infraestructura verde puede resultar muy beneficiosa para recuperar y reconectar las áreas naturales perdidas, sobre todo en el área del arroyo Guadalupe, donde se puede crear un corredor verde promoviendo la vegetación riparia. En las zonas destinadas a urbanización, es necesario considerar, también, la implementación de infraestructura verde encaminada a no perder conectividad entre las áreas naturales.

A nivel meso, se describió el socioecosistema con elementos de paisaje, esto permitió entender la conectividad entre polígonos verdes y detectar las zonas donde esa conectividad está rota, por ello se debe propiciar la conservación del paisaje agrícola y natural, así como la restauración del arroyo Guadalupe, el cual es un elemento crucial de conectividad. Se recomienda, también, crecer el paisaje agrícola y natural en los terrenos desnudos y en las laderas con chaparral fragmentados por las casas.

El esquema diseñado para que el valle de Guadalupe cuente con un plan de infraestructura verde necesita de un proceso de apropiación, se recomienda que haya reuniones por subproyecto para encontrar personas que quieran cumplirlos. Por ejemplo, sembrar árboles en determinadas áreas para conectar, reforestar las laderas con árboles frutales en las casas, y, sobre todo, cuidar de los árboles que ya existen.

El co-diseño de un parque con mujeres clave de la colonia Artículo 115 demostró que trabajar en paralelo con los beneficiados de los proyectos ayuda a

plasmar su imaginario en los proyectos propuestos, y, de esta manera, facilita el apropiamiento de los mismos.

Se logró cumplir con la finalidad del presente trabajo de tesis que fue diseñar una propuesta para incorporar un proyecto de infraestructura verde en el Valle de Guadalupe con un ejemplo co-diseñado en una comunidad pequeña del mismo valle. La finalidad del proyecto a escala micro es ser replicado y adaptado en otras zonas de valle de Guadalupe donde se requiera.

Para trabajar proyectos de infraestructura verde en varias escalas se recomienda al realizar análisis espacial partir de una escala macro o meso, desde donde es posible ver todo el paisaje que se compone por diferentes mosaicos y que representa a esta región, y después bajar a la escala micro, en donde se realiza un acercamiento con la comunidad con el fin de diseñar un espacio verde multifuncional, tal como se hizo en la presente investigación. Asimismo, es aconsejable no perder de vista el contexto en el que se insertan estas dos escalas.

Trabajar a dos escalas permite tener una amplia visión del territorio, por un lado, y trabajar proyectos realizables en la escala micro, por el otro. El énfasis del proyecto, en ambas escalas, se da sobre la infraestructura verde, puesto que permite trabajar a la escala de paisaje (ecología del paisaje) y de comunidad (arquitectura del paisaje), conservando la calidad natural y rural.

En la escala meso se trabaja sobre las áreas naturales y agrícolas, y en la escala micro, en el espacio público como parques, vialidades, camellones, entre otros. En proyectos futuros a escala micro, puede trabajarse también a nivel residencial, proponiendo estrategias de infraestructura verde en los patios y jardines de la comunidad, y contribuyendo así a reforzar la red de espacios verdes y asegurar su conectividad.

De igual manera, se propone especial atención en los sitios que actualmente cuentan con estatus natural (vegetación nativa y copas de árboles) y que están considerados como zonas en desarrollo para asentamientos humanos. Asimismo,

es necesario la restauración del cauce del arroyo, puesto que esto contribuye a la conectividad de la zona, siendo un eje muy importante en el valle.

Se recomienda continuar la investigación a escala meso, para integrar una propuesta de plan de acción a implementar en los sitios prioritarios que arrojó el análisis. De la misma manera, se recomienda realizar una clasificación supervisada de usos de suelo que corresponda a otra época del año y/o otra temporalidad para comenzar a hacer comparaciones entre una y otra, y, de esta manera, detectar patrones de cambio. En la escala micro, se recomienda replicar esta propuesta en diferentes localidades, atendiendo siempre a las necesidades propias de las comunidades.

## Referencias

- Ahern, J. (2013). Urban landscape sustainability and resilience: The promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design. *Landscape Ecology*, 28(6), 1203–1212. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9799-z>
- Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2002). Green Infrastructure: Smart conservation for the 21st century. *Renewable Resources*. <https://doi.org/10.4135/9781412973816.n70>
- Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2006). *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. Washington, DC : Island Press,. <https://doi.org/10.1007/s10980-006-9045-7>
- Berkes, F., & Folke, C. (1994). Linking Social and Ecological Systems for Resilience and Sustainability. *SciencesNew York*, (52), 1–26.
- Camarena Berruecos, P. (2012). Proyecto de infraestructura verde : ejercicio de integración transdisciplinaria en la UNAM. *Medio Ambiente*, 38–43.
- Castillo, A., Torres, A., Velázquez, A., & Bocco, G. (2005). The use of ecological science by rural producers: A case study in Mexico. *Ecological Applications*, 15(2), 745–756. <https://doi.org/10.1890/03-5360>
- Castillo, Alicia, & Toledo, V. M. (2000). Applying Ecology in the Third World: The Case of Mexico. *BioScience*. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2000\)050](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2000)050)
- Castro Palafox, F. de L. (2016). *El Matorral Costero de Baja California: Un acercamiento a la problemática para su conservación*. El Colegio de la Frontera Norte.
- Chamat, K. (2012). La infraestructura verde. Retrieved from <http://contrapunto.co/index.php?module=nota&i=558-la-infraestructura>
- COCEF Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (11 nov 2016). El III Foro de Infraestructura Verde y Resiliencia se realiza en Arteaga, Coahuila. Recuperado de: <http://www.cocef.org/noticias/noticias-de-la-cocef/el-iii-foro-de-infraestructura-verde-y-resiliencia-se-realiza-en-arteaga-coahuila#.WEICkFz51P8>

- Comision Europea. (2010). Una infraestructura verde, 4. Retrieved from [http://ec.europa.eu/environment/nature/%5Cnecosystems/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/nature/%5Cnecosystems/index_en.htm)
- De la Parra, C., & Ojeda-Revah, L. (2014). Parque y modelo de infraestructura verde: Ecoparque. In El Colegio de la Frontera Norte. A.C. (Ed.), *Cuando las áreas verdes se transforman en paisajes urbanos* (pp. 251–271). Tijuana, B.C:
- Delgadillo, J. (1998). *Florística y Ecología del Norte de Baja California*.
- Echeverri Perico, R., & Pilar Ribero, M. (2004). *Nueva Ruralidad Visión del territorio en América Latina y el Caribe*.
- Espejel, I., Fischer, D. W., Hinojosa, A., García, C., & Leyva, C. (1999). Land-use planning for the Guadalupe Valley, Baja California, Mexico. *Landscape and Urban Planning*, 45(4), 219–232. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(99\)00030-4](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(99)00030-4)
- Farhad, S. (2012). Los sistemas socio-ecológicos una aproximación conceptual y metodológica. *XII Jornadas de Economía Crítica*, 265–280. Retrieved from [#0](http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:LOS+SISTEMAS+SOCIO-ECOLOGICOS.+UNA+APROXIMACION+CONCEPTUAL+Y+METODOLOGICA)
- Forman, R. T. T. (1995). *Land Mosaics: the ecology of landscapes and regions* (First). Cambridge University Press 1995.
- González-Barrera, J. E. (2014). *Preservación de la biodiversidad y provisión de servicios hidrológicos en la cuenca del Arroyo Guadalupe. Baja California*. El Colegio de la Frontera Norte.
- Guillén-García, A., & Phélan-Casanova, M. (2011). *Construyendo el Buen Vivir*. (PYDLOS ediciones, Ed.). Cuenca, Ecuador.
- Hansen, R., & Pauleit, S. (2014). From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for Urban Areas. *Ambio*, 43(4), 516–529. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0510-2>
- IMPLAN Hermosillo. (2014). *Manual de Lineamientos de Diseño de Infraestructura Verde para Municipios Mexicanos Fronterizos*.

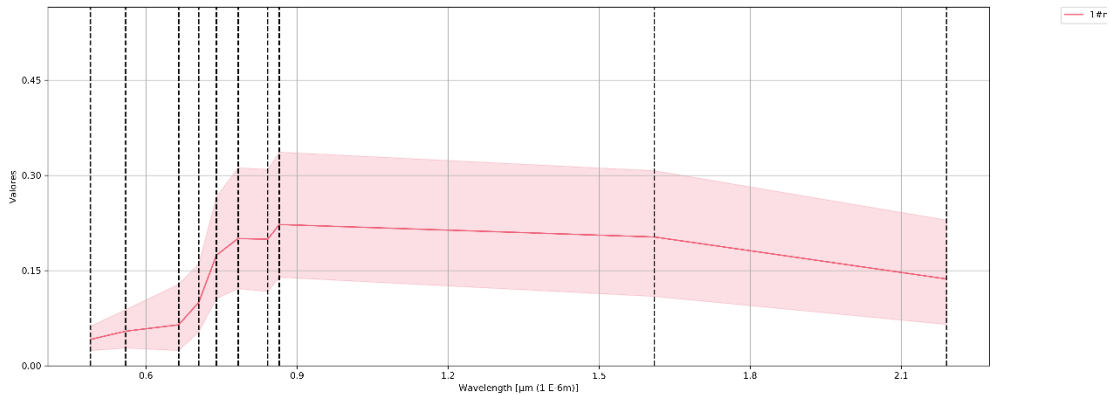
- JIPW. (2013). The case for Green Infrastructure. Retrieved from <http://www.nature.org/about-us/the-case-for-green-infrastructure.pdf>
- Kay, C. (2016). Estudios rurales en América Latina en el periodo de globalización neoliberal: ¿una nueva ruralidad?, 4, 1–20.
- König, B., Diehl, K., Tscherning, K., & Helming, K. (2013). A framework for structuring interdisciplinary research management. *Research Policy*, 42(1), 261–272. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.05.006>
- Landis, D. A. (2017). Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services. *Basic and Applied Ecology*, 18, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.07.005>
- Leyva, C. (2017). Capítulo IV. En el presente la naturaleza es nuestro futuro. In: C. Leyva and I. Espejel, ed., Valle de Guadalupe: Paisaje en tres tiempos, 1st ed. Mexicali: Universidad Autónoma de Baja California, pp.110-137
- Leyva, J. C., & Espejel, M. I. (2013). *El valle de Guadalupe: Conjugando Tiempos*. Retrieved from <http://webfc.ens.uabc.mx/documentos/El Valle de Guadalupe.pdf>
- Lovell, S. T., & Taylor, J. R. (2013). Supplying urban ecosystem services through multifunctional green infrastructure in the United States. *Landscape Ecology*, 28(8), 1447–1463. <https://doi.org/10.1007/s10980-013-9912-y>
- Meerow, S., & Newell, J. P. (2017). Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit. *Landscape and Urban Planning*, 159, 62–75. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.10.005>
- Mell, I. C. (2009). Can green infrastructure promote urban sustainability? *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability*, 162(1), 23–34. <https://doi.org/10.1680/ensu.2009.162.1.23>
- Moreno-Flores, O. (2013). Paisajes resalientes. reflexiones en torno a la reconstrucción de territorios desde el manejo y diseño de infraestructuras verdes, en el marco de las estrategias de gestión ante desastres. *Nadir*, 5(1), 19. Retrieved from [http://revistanadir.yolasite.com/resources/paisajes-resilientes - Osvaldo Moreno.pdf](http://revistanadir.yolasite.com/resources/paisajes-resilientes-Osvaldo-Moreno.pdf)
- Muñoz-Pedrerros, A. (2004). La evaluación del paisaje: Una herramienta de gestión

- ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77(1), 139–156.  
<https://doi.org/10.4067/S0716-078X2004000100011>
- Olsson, P., Folke, C., & Berkes, F. (2004). Adaptive Comanagement for Building Resilience in Social?Ecological Systems. *Environmental Management*, 34(1), 75–90. <https://doi.org/10.1007/s00267-003-0101-7>
- Orozco, M. C., Cerón, L. E., Martínez, J. P., & Ospina, R. (2015). Del Paisaje En Un Corredor Biológico Analysis of Landscape Patterns in a Biological Corridor of Colombian Um Corredor Biológico De Colômbia. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(1), 54–63.
- Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419–422.  
<https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Pedroza Villarreal, J. A., & Veloquio González, G. G. (2014). *Modelo Metodológico para la Planeación Urbana con Énfasis en la Participación Social*.
- Pérez Prado, L. N. (1993). Introducción. Lo rural y la nueva ruralidad: algunas reflexiones teórico-metodológicas. *Relaciones. Estudios de Historia y Sociedad*, XIV(54), 5–20.
- Periódico Oficial del Estado de Baja California. (2006). Programa de Ordenamiento Ecológico del Corredor San Antonio de las Minas-Valle de Guadalupe.
- Periódico Oficial del Estado de Baja California. (2010). Programa Sectorial de Desarrollo Urbano Turístico de los Valles Vitivinícolas de la zona Norte del Municipio de Ensenada (Región del Vino) B.C. Mexicali, Baja California.
- Periódico Oficial del Estado de Baja California. (2018). Actualización del Programa Sectorial de Desarrollo Urbano-Turístico de los Valles Vitivinícolas de la Zona Norte del Municipio de Ensenada, Baja California. Mexicali, Baja California.
- Resilience Alliance. (2010). Assessing resilience in social-ecological systems: workbook for practitioners. Retrieved from [www.resalliance.org/3871.php](http://www.resalliance.org/3871.php)
- Rivera-Torres, C. (2019). INFRAESTRUCTURA VERDE URBANA COMO RED. Universidad Autónoma de Baja California.
- Santos Mena, M. (2017). Capítulo I. La historia del valle de Guadalupe. In: C. Leyva and I. Espejel, ed., *Valle de Guadalupe: Paisaje en tres tiempos*, 1st ed.

- Mexicali: Universidad Autónoma de Baja California, p.40.
- Secretaría de Fomento Agropecuario. (2015). Panorama General de Valle de Guadalupe, Baja California, 2015.
- SPA. (2016). Programa Ambiental Estratégico de la Región Vitivinícola del Valle de Guadalupe, Municipio de Ensenada, B.C., México.  
<https://doi.org/10.15713/ins.mmj.3>
- SPA, GobBC, SEMARNAT, & Gestión Costera, S. C. (2016). Programa Ambiental Estratégico de la Región Vitivinícola de Valle de Guadalupe, Municipio de Ensenada, Baja California, México.
- Suárez, A., Camarena, P., Herrera, I., & Lot, A. (2011). *Infraestructura verde y corredores ecológicos de los pedregales: ecología urbana del sur de la Ciudad de México* (Primera ed). Ciudad de México: UNAM.
- Subdirección General de Programación Gerencia de Planeación Hidráulica. (2000). Planeación de proyectos orientada a objetivos. Método ZOPP, 37.
- Tress, B., & Tress, G. (2003). Scenario visualisation for participatory landscape planning - A study from Denmark. *Landscape and Urban Planning*, 64(3), 161–178. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00219-0](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00219-0)
- USEPA. (2015). *Green Infrastructure Opportunities that Arise During Municipal Operations. EPA 842-R-15-002*. Retrieved from [https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/green\\_infrastructure\\_roadshow.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/green_infrastructure_roadshow.pdf)
- Vela-Jiménez, J. F. (2011). Marco conceptual para repensar lo rural: una reconciliación de lo urbano con lo rural. *Revista de La Universidad De La Salle*, 55.
- Villada-Canela, M. (2013). El rol de la información y la participación pública en la planeación ambiental, (646).
- Watershed Management Group. (2012). *Infraestructura Verde para Comunidades del Desierto Sonorense. Cee*.
- Yli-Pelkonen, V., & Niemelä, J. (2005). Linking ecological and social systems in cities: Urban planning in Finland as a case. *Biodiversity and Conservation*, 14(8), 1947–1967. <https://doi.org/10.1007/s10531-004-2124-7>

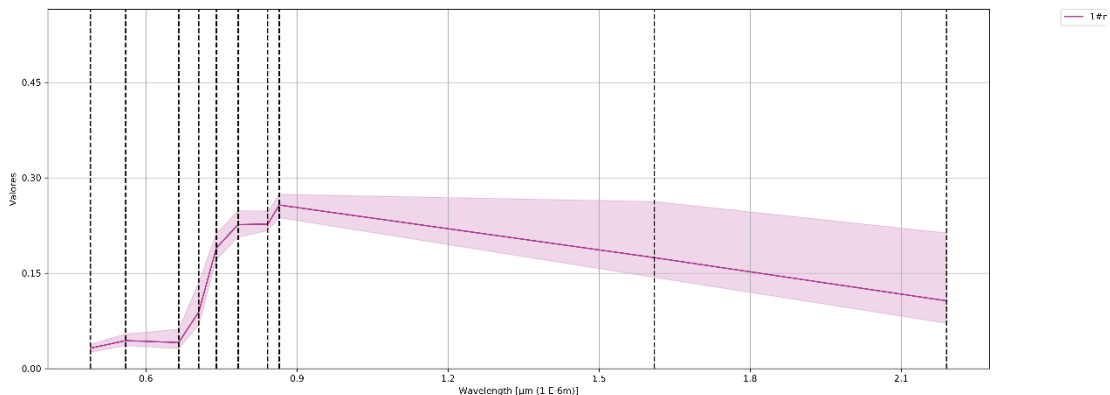
## Anexos

### Anexo 1. Firmas espectrales de las clases de usos de suelo para la clasificación supervisada.



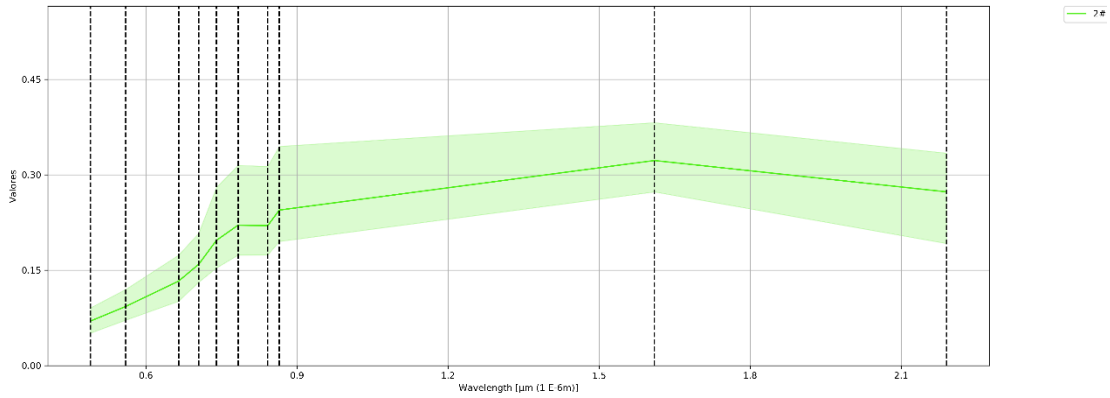
Gráfica 1. Firma espectral promedio de la clase: vegetación nativa.

Vegetación nativa: se eliminaron seis sitios de entrenamiento debido a variaciones muy grandes con respecto al NDVI de los demás polígonos, los eliminados fueron los que poseían valores extremos.



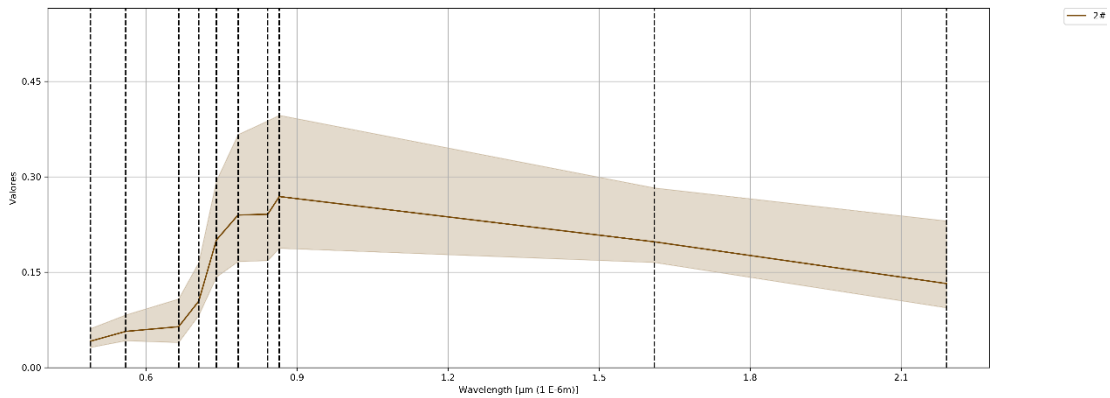
Gráfica 2. Firma espectral promedio de la clase: copas de árboles.

Copas de árboles: se eliminaron seis sitios de entrenamiento, al igual que con la vegetación nativa, fueron aquellos que tenían valores extremos, o que tenían una superficie tan pequeña que no era representativa.



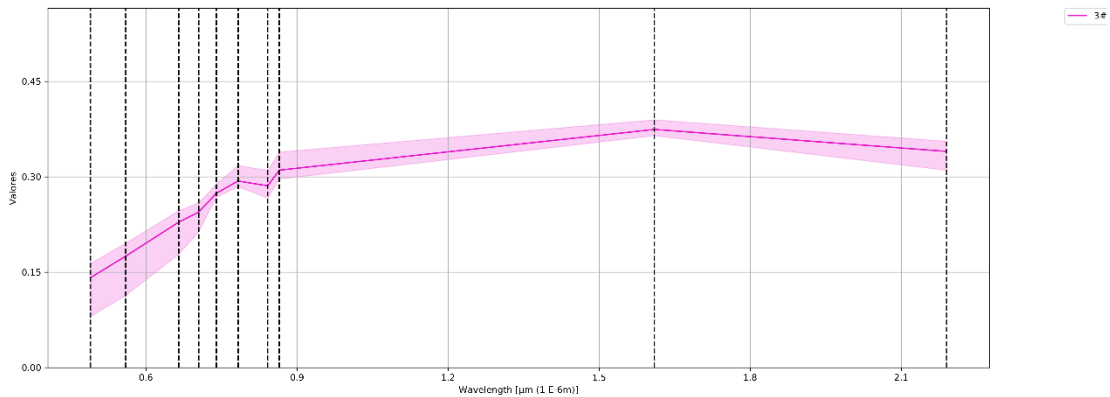
Gráfica 3. Firma espectral promedio de la clase: vid.

Vid: se eliminaron siete sitios de entrenamiento, que tenían valores de NDVI muy superiores y podían ser fácilmente confundidos con otros cultivos.



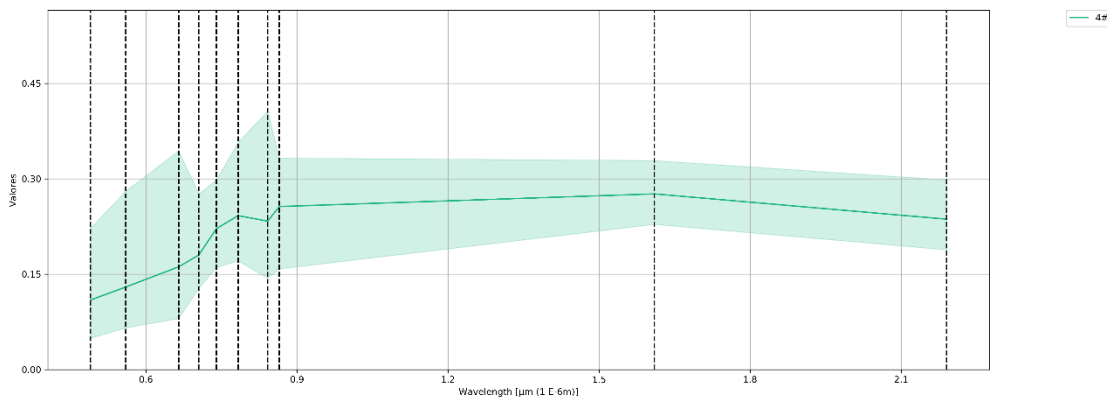
Gráfica 4. Firma espectral promedio de la clase: otros cultivos.

Otros cultivos: se eliminaron siete sitios de entrenamiento por dudas sobre su uso de suelo, pudiendo ser éstos tierras de cultivo en reposo.



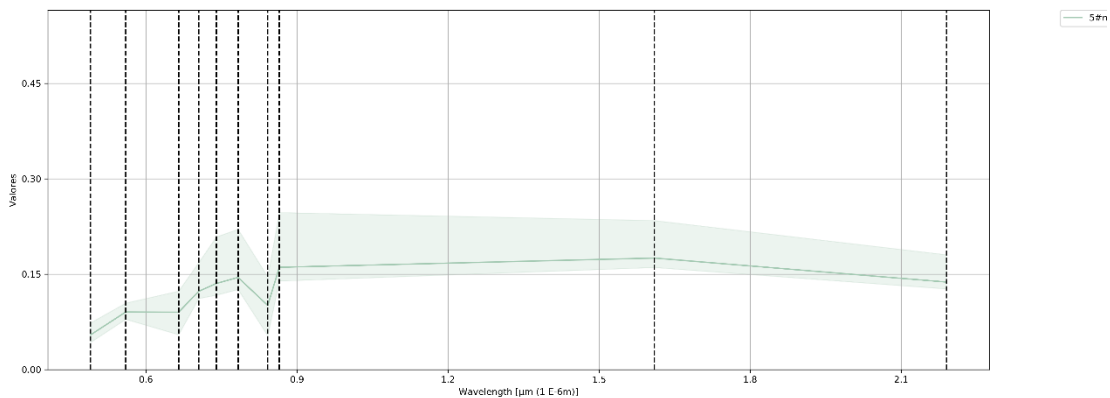
Gráfica 5. Firma espectral promedio de la clase: suelo desnudo.

Suelo desnudo: se eliminaron siete sitios de entrenamiento por ser áreas muy pequeñas o que poseían algún tipo de cobertura vegetal.



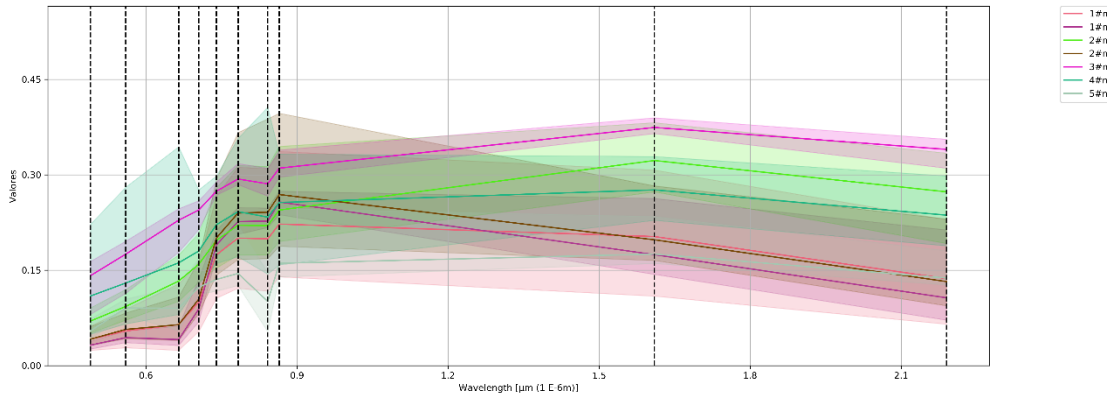
Gráfica 6. Firma espectral promedio de la clase: infraestructura gris.

Infraestructura gris: se eliminaron siete sitios de entrenamiento, que poseían valores extremos. Esta es una de las clases más difíciles de determinar por la diferencia en la respuesta espectral de los materiales que la conforman. Algunos de los sitios eliminados pertenecían a esta clase, pero con valores muy diferentes, por lo que se decidió eliminarlos.



Gráfica 7. Firma espectral promedio de la clase: cuerpos de agua.

Cuerpos de agua: se eliminaron cuatro sitios de entrenamiento. Algunos de estos eran albercas, las cuales, por poseer otro tipo de materiales en su fabricación, dieron valores muy superiores a lo esperado. Algunos otros, a pesar de ser cuerpos de agua, contaban con abundante vegetación, lo que se alejaba del promedio esperado.



Gráfica 8. Firma espectral promedio de las siete clases a clasificar.

## Anexo 2. Paleta vegetal para parque colonia Artículo 115

La paleta vegetal se compone por algunas plantas nativas pertenecientes a chaparral y matorral costero que pueden conseguirse en viveros de la localidad. Su uso estará condicionado a disponibilidad. Por otro lado, se propone integrar vegetación que, aunque no sea nativa, se encuentre adaptada al clima semi-árido propio de la región; algunas de éstas pueden ser: cítricos, árboles mediterráneos y algunas otras especies reproducidas en los viveros de la región.

En cuanto a las plantas nativas, se enlistan aquellas que es factible conseguir en viveros de la ciudad de Ensenada, de acuerdo con Rosario Andrade (2014) de la Facultad de Ciencias Marinas. Estas se enlistan en formato de ficha.

Las categorías utilizadas son: arbustos (muchos de ellos con flores), y árboles.

### Arbustos:

*Encelia californica*



Foto por ©2005 Richard Zmasek

*Eriogonum fasciculatum*



Foto por Rosario Andrade (2014)

*Peritoma arborea*



Foto por ©2010 Barry Breckling

*Salvia apiana*



Foto por Rosario Andrade (2014)

*Salvia clevelandii*



Foto por Rosario Andrade (2014)

*Simmondsia chinensis*



Foto por Rosario Andrade (2014)

*Hyptis emoryi* - Lavanda del desierto



*Lavandula angustifolia*- Lavanda



*Penstemon spectabilis* - Pichel



*Trichostema lanatum* - Rizos azules



*Vitis vinifera* - Vid



Árboles (chicos, medianos y grandes)  
*Rhus integrifolia*



Foto por Rosario Andrade (2014)

*Heteromeles arbutifolia*



Foto por ©2012 Daniel Passarin

*Hesperocyparis forbesii*



Foto por Rosario Andrade (2014)

*Sambucus mexicana*



**Foto por Rosario Andrade (2014)**

*Quercus agrifolia*



**Foto por Rosario Andrade (2014)**

Algunos otros ejemplares adaptados al clima de la región que pueden ser considerados para este proyecto se enlistan a continuación:

*Platanus racemosa*



Aliso, caracterizado por encontrarse dentro de la vegetación riparia del Valle de Guadalupe, se encuentra dentro de la vegetación nativa del lugar, y se asocia a los caudales del arroyo.

*Fraxinus dipetala*



Fresno

Nativa de Baja California.

Matorral costero.

Perenne decidua.

Arbustivo, árbol pequeño.

Hasta 6m alto, 4.5m ancho.

Floración primavera y verano, flor de color blanco formando inflorescencias de hasta 15 cm que caen en forma de cascada.

Atractor de aves.

Exposición a luz total o parcial.

Riego moderado.

Cítricos: naranja, limón y mandarina



## Olivos

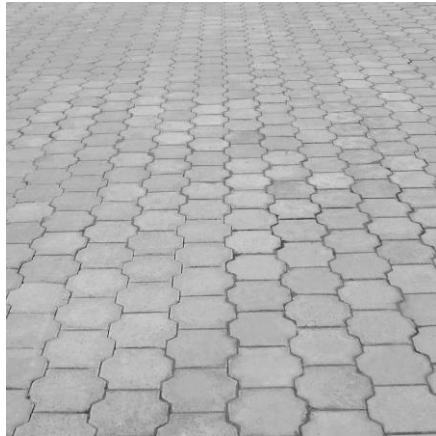


## Anexo 3. Paleta de pavimentos

### Piedra laja



Adoquin



Grava



Acolchado



Anexo 4: Fotografías del estado actual del parque de la colonia Artículo 115



Imagen 1. Imagen satelital del terreno. Fuente: Google Earth (2018)



Imagen 2. Foto vista frontal parque. Área de explanada (2019).



Imagen 3. Foro área infantil (2019).



Imagen 4. Foto área de usos múltiples (2019).



Imagen 5. Foro zona de dispensario médico (2019).



Imagen 6. Foto caudal (2019).



Imagen 7. Foto caudal y escuela primaria al fondo (2019).