



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Escuela de Pregrado  
Carrera de Geografía

***EVALUACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN LAS ÁREAS VERDES PÚBLICAS.  
CIUDAD DE ALGARROBO, REGIÓN DE VALPARAÍSO.***

Memoria para optar al título de Geógrafo  
CARLOS AMIGO ROMÁN  
Profesor guía: Dr. Alexis Vásquez Fuentes

SANTIAGO – CHILE

2022

## **Agradecimientos.**

En primer lugar, quiero agradecer a mi madre que a lo largo de toda mi existencia me ha apoyado en todas, gracias infinitas por todo el amor, paciencia y ayuda incondicional, te amo. A mis hermanos Edder y Jean Paul quienes han sido primordiales en mi vida, gracias por las risas y por cada momento compartido en las diferentes etapas de la vida. Gracias a mi hermana Pamela por su amor, ternura y apoyo. A mi mamá Sandra por darme la vida y por ser un ejemplo de superación, trabajo y esfuerzo, nunca es tarde para realizar nuestros sueños.

A Javiera por el aguante, por cada palabra de aliento que me has dado, por tu ayuda en los momentos difíciles, por mantenerme en pie cuando todo se venía abajo y lo más importante por el íntegro amor que me has dado a lo largo del tiempo, te amo. A la memoria de Chuchin, ser de luz que estará siempre en mi corazón, por tu alegría, los consejos, las pichangas y por cada momento que pude compartir contigo, tu hermosa forma de ser definitivamente nunca la olvidaré, descansa en paz hermano. A mis amigos de la vida, quienes en momentos de debilidad han sabido entregarme su apoyo y amistad incondicional, en especial a Camilo por ayudarme de gran manera con el arduo trabajo en las campañas de terreno en Algarrobo.

También quiero agradecer especialmente a mi profesor guía Dr. Alexis Vásquez por su tremenda paciencia, por todo el conocimiento brindado a lo largo de todo este proceso académico, por confiar en mí y darme la oportunidad de ser parte de su equipo, por inculcarme el amor por la flora y fauna de nuestros ecosistemas y por sobre todo por los consejos y apoyo fuera del ámbito académico.

A mis compañeros del laboratorio de Medioambiente y Territorio, quienes me apoyaron de manera importante tanto en el levantamiento de información en Algarrobo como también con sus comentarios y ayudas técnicas sobre mi memoria: Pablo, Eli, Sofi, Julieta, Lisette Cami, Gabi, Tito, Diego, Milu y Seba.

Por último, agradecer al deporte y la música que me han cobijado en mis momentos de flaqueza y colapso logrando ayudarme a salir a flote y seguir adelante. A mis compañeros de generación y amigos del Rat Squad, gracias por los momentos vividos, alegrías y penas vividas dentro y fuera de la cancha.

Gracias Algarrobo, su gente, flora y fauna.

## **Resumen.**

El acelerado crecimiento urbano propio de las ciudades chilenas ha generado una serie de efectos adversos a los ecosistemas naturales, amenazando la biodiversidad local, degradando y fragmentando áreas naturales que otorgan beneficios ecológicos y sociales a las comunidades adyacentes. En base a lo expuesto, surge la necesidad de desarrollar estrategias para hacer frente a estas problemáticas, por ejemplo, utilizando acercamientos de la ecología urbana para el estudio, protección y gestión de las áreas verdes urbanas. Este estudio busca generar conocimiento respecto a la vegetación de las áreas verdes públicas (AVP) de la ciudad de Algarrobo. En primera instancia se identificaron las AVP pertenecientes a los instrumentos de planificación territorial de la ciudad para posteriormente analizar su porcentaje de vegetación, biodiversidad y, origen de las especies. La recopilación de información sobre la biodiversidad y origen de las especies se realizó durante 4 jornadas en terreno durante el mes de agosto de 2018. Con dicha información se calcularon los índices de diversidad, porcentaje de vegetación, especies nativas, endémicas y exóticas. Posteriormente se compararon dichos índices entre las diferentes AVP presentes en la ciudad de Algarrobo.

En total, se identificaron 28 áreas verdes pertenecientes a 5 tipologías de AVP: (1) quebradas y esteros, (2) calles y avenidas, (3) Plazas, (4) sitios eriazos, (5) parques urbanos. Respecto al porcentaje de vegetación existente, en promedio las tipologías (1) quebradas y esteros y (5) parques urbanos presentaron los valores más altos de vegetación, mientras que las tipologías (2) calles y avenidas, (3) plazas y (4) sitios eriazos fueron el caso contrario. La mayor presencia de vegetación de origen nativo y endémico se presentó en las tipologías (1) quebradas y esteros, (4) sitios eriazos destacando el estero San Gerónimo con el 90% de su vegetación de origen nativo. Por el contrario, las AVP de carácter urbano - “plazas” y “calles y avenidas”- obtuvieron mayor presencia de especies exóticas y menor cantidad de vegetación. Las “quebradas y esteros” al igual que las “calles y avenidas” al ser componentes lineales pueden facilitar la proliferación de especies y evitar problemas de fragmentación debido a su condición natural de corredores biológicos, sin embargo, requieren de las medidas necesarias para que esta condición suceda. Los “sitios eriazos” encontrados, y en base a su gran presencia de especies nativas pueden ser mejorados bajo una perspectiva ecológica y desarrollar una serie de medidas que vayan en beneficio de potenciar estos espacios en desuso como potenciales plazas y/o parques urbanos. Los principales resultados de esta investigación pueden ser útiles en la toma de decisiones con respecto a la planificación urbana y territorial ambiental, en aspectos tales como la protección, y proliferación de áreas verdes urbanas para los habitantes de la comuna de Algarrobo.

**Palabras clave:** Áreas verdes, vegetación, biodiversidad, calidad vegetacional, infraestructura verde

## **Abstract**

The accelerated urban growth typical of Chilean cities has generated a series of adverse effects on natural ecosystems, threatening local biodiversity, degrading and fragmenting natural areas that present potential ecological and social benefits for adjacent communities. Based on the above, there is a need to develop strategies to deal with these problems, for example, using urban ecology approaches for the study, protection and management of urban green areas. This study seeks to generate knowledge regarding the vegetation and his vegetation quality of the public green areas (AVP) of the city of Algarrobo.

First, the AVP belonging to the city's territorial planning instruments were identified and then they we´re analyzed for their biodiversity, origin of the species and percentage of vegetation. The collection of information on the biodiversity and origin of the species was carried out during 4 field days during the month of August 2018. With this information, the diversity indexes, percentage of vegetation, native, endemic and exotic species were calculated. Subsequently, said indices were compared between the different AVPs present in the city of Algarrobo.

In total, 28 green areas belonging to 5 types of AVP were identified: (1) ravines and estuaries, (2) streets and avenues, (3) Town squares, (4) vacant lots and (5) urban parks. Regarding the percentage of existing vegetation, on average the typologies (1) ravines and estuaries and (5) urban parks presented the highest values of vegetation, while the typologies (2) streets and avenues, (3) town squares, (4) vacant lots we´re the opposite case.

The greatest presence of vegetation from native and endemic origin was presented in typologies (1) ravines and estuaries, (4) vacant lots, highlighting Estuary San Gerónimo with 90% of its vegetation of native origin. On the contrary, the urban AVPs - "town squares" and "streets and avenues", those with greater accessibility, obtained a greater presence of exotic species and less amount of vegetation. The "ravines and estuaries" as well as the "streets and avenues" being linear components can facilitate the proliferation of species and avoid fragmentation problems due to their natural condition as biological corridors, however, they require the necessary requisites so that this condition occurs.

The "vacant lots", based on their large presence of native species can be reconfigured from an ecological perspective and develop a series of measures that benefit from promoting these disused spaces as potential town squares and/or urban parks. The main results of this research can be useful for territorial planning decision-making. While also, it contributes to the protection, education and proliferation of urban green areas for the inhabitants of Algarrobo.

**Keywords:** Green areas, vegetation, biodiversity, vegetation quality, green infrastructure.

## **Índice de contenidos.**

Agradecimientos: .....	2
Resumen: .....	3
Abstract: .....	4
Índice de figuras: .....	6
Índice de tablas: .....	7
Índice de anexos: .....	9
1. INTRODUCCIÓN: .....	10
1.1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: .....	13
2.1.    Infraestructura verde urbana.....	13
2.2.    Corredores verdes.....	16
2.3.    Áreas verdes y su rol en ecosistemas urbanos.....	18
2.3.1. Beneficios sociales y ambientales.....	19
2.3.2. Servicios ecosistémicos.....	22
2.3.3. Valoración y beneficios.....	23
2.3.4. Tipología de áreas verdes urbanas.....	25
2.3.5. Gestión de las áreas verdes públicas en Chile.....	27
2.3.6. Vegetación urbana.....	29
2.3.7. Biodiversidad urbana, especies nativas, endémicas, exóticas y amenazadas.....	30
3. OBJETIVOS.....	33
Objetivo General.....	33
Objetivos Específicos.....	33
4. MARCO METODOLÓGICO.....	34

4.1.	Área de estudio.....	34
4.2.	Identificación de espacios verdes.....	37
4.2.1.	Análisis de la información municipal.....	37
4.3.	Clasificación supervisada.....	38
4.4.	Evaluación de la vegetación.....	44
4.4.1.	Propuesta de índices para la evaluación de la vegetación.....	44
4.4.2.	Evaluación de la diversidad biológica.....	47
4.4.3.	Integración.....	49
5.	RESULTADOS.....	49
5.1.	Análisis de los indicadores propuestos.....	49
5.1.1.	Coberturas de suelo.....	49
5.1.2.	Origen de las especies y diversidad biológica.....	55
5.1.3.	Síntesis de la biodiversidad en las áreas verdes públicas de la ciudad de Algarrobo.....	77
6.	DISCUSIONES.....	80
7.	CONCLUSIONES.....	83
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	85
9.	ANEXOS.....	91

**Índice de figuras:**

Figura 1:	Sistema de infraestructura verde.....	15
Figura 2.	Áreas verdes públicas en las capitales regionales y sus conurbaciones según superficie de parques y plazas por habitante.....	28
Figura 3.	Área de estudio .....	34
Figura 4.	Área de estudio y áreas verdes públicas.....	36
Figura 5.	Áreas verdes públicas según Plan Regulador Comunal.....	37

Figura 6. Pasos metodológicos del proceso de clasificación supervisada.....	40
Figura 7. Categorías para la ciudad de Algarrobo.....	41
Figura 8. Proceso metodológico para la Elaboración de una clasificación supervisada.....	41
Figura 9. Cambios de vegetación nativa por vegetación exótica.....	50
Figura 10. Porcentajes de vegetación, áreas verdes públicas.....	50
Figura 11. Clasificación supervisada, área urbana de la ciudad de Algarrobo.....	51
Figura 12. Acceso a quebrada Algarrobo norte, sector el yeco.....	52
Figura 13. Distribución y dispersión de especies nativas áreas verdes públicas.....	56
Figura 14. Origen de las especies por tipología. Quebradas y esteros.....	56
Figura 15. Origen de las especies por tipología. Calles y avenidas.....	66
Figura 16. Origen de las especies por tipología. Plazas.....	70
Figura 17. Plazas y quebradas.....	70
Figura 18. Origen de las especies por tipología. Sitios eriazos.....	75
Figura 19. Distribución y dispersión de especies nativas en áreas verdes públicas.....	78
Figura 20. Distribución y dispersión de especies exóticas en áreas verdes públicas.....	78
Figura 21. Distribución y dispersión especies presentes en las áreas verdes públicas.....	79
Figura 22. Distribución y dispersión individuos presentes en las áreas verdes públicas.....	79

**Índice de tablas:**

Tabla 1: Componentes espaciales del paisaje.....	14
Tabla 2. Componentes del paisaje con potencial de infraestructura verde.....	16
Tabla 3. Tipos biológicos de formación vegetal.....	30
Tabla 4. Clasificación de las áreas verdes públicas de Algarrobo.....	38
Tabla 5. Características espectrales y espaciales imágenes SENTINEL 2.....	39
Tabla 6. Valoración coeficiente de Kappa.....	43
Tabla 7. Matriz base de error para Algarrobo.....	43
Tabla 8. Indicadores para la evaluación de la vegetación.....	44
Tabla 9. Tipos de muestreo.....	45
Tabla 10. Puntos de muestreo en quebradas y esteros.....	46
Tabla 11 Rangos del índice de diversidad de Shannon.....	48

Tabla 12. Indicadores y métodos para la evaluación de la calidad vegetacional.....	49
Tabla 13. Porcentajes de vegetación presentes en las quebradas y esteros.....	53
Tabla 14. Porcentajes de vegetación presentes en las calles y avenidas.....	54
Tabla 15. Porcentajes de vegetación presentes en plazas.....	54
Tabla 16. Puntos de muestreo sitios eriazos.....	54
Tabla 17. Porcentajes de vegetación presentes en los sitios eriazos.....	55
Tabla 18. Porcentajes de vegetación presentes en los parques.....	55
Tabla 19. Biodiversidad, Quebrada Las Petras.....	58
Tabla 20. Biodiversidad, Quebrada las Tinajas.....	58
Tabla 21. Biodiversidad, Quebrada Los Pescadores.....	59
Tabla 22. Biodiversidad, Quebrada Las Casas.....	59
Tabla 23. Biodiversidad, Quebrada Los Claveles.....	60
Tabla 24. Biodiversidad, Quebrada Lance Bravo.....	61
Tabla 25. Biodiversidad, Quebrada La Finca.....	61
Tabla 26. Biodiversidad, Estero San Gerónimo.....	62
Tabla 27. Biodiversidad, Estero El Membrillo.....	63
Tabla 28. Biodiversidad, Quebrada El Yugo.....	63
Tabla 29. Biodiversidad, Quebrada San José.....	64
Tabla 30. Biodiversidad, Quebrada El Yeco.....	65
Tabla 31. Biodiversidad, Quebrada Algarrobo Norte.....	65
Tabla 32. Biodiversidad, Avenida Isidoro Dubomais.....	66
Tabla 33. Biodiversidad, Avenida Tranque viejo.....	67
Tabla 34. Biodiversidad, Avenida El Totoral.....	68
Tabla 35. Biodiversidad, Avenida Monterrey (carretera F-90) .....	68
Tabla 36. Biodiversidad, Algarrobo norte (carretera G-98-F) .....	69
Tabla 37. Biodiversidad, Plaza N° 1.....	71
Tabla 38. Biodiversidad, Plaza N° 2 .....	72
Tabla 39. Biodiversidad, Plaza N° 3 .....	72
Tabla 40. Biodiversidad, Plaza N° 4 .....	73
Tabla 41. Biodiversidad, Plaza N° 5 .....	73



Tabla 42. Biodiversidad, Plaza N° 6 .....	74
Tabla 43. Biodiversidad, Plaza N° 7 .....	75
Tabla 44. Biodiversidad, Sitio Eriazo 1.....	76
Tabla 45. Biodiversidad, Sitio Eriazo 2.....	76
Tabla 46. Biodiversidad, Parque Canelo canelillo.....	77

**Índice de anexos:**

Anexo 1. Puntos, transectos y censos de muestreo evaluados en las áreas verdes públicas.....	91
Anexo 2. Ficha de evaluación de la vegetación.....	93
Anexo 3. Especies identificadas Quebrada las petras.....	95
Anexo 4. Especies identificadas, Quebrada Las Tinajas.....	95
Anexo 5. Especies identificadas, Quebrada Los Pescadores.....	96
Anexo 6. Especies identificadas, Quebrada Las Casas.....	96
Anexo 7. Especies identificadas, Quebrada Los Claveles.....	97
Anexo 8. Especies identificadas, Quebrada Lance Bravo.....	97
Anexo 9. Especies identificadas, Quebrada La Finca.....	98
Anexo 10. Especies identificadas, Estero San Gerónimo.....	99
Anexo 11. Especies identificadas, Estero El Membrillo.....	99
Anexo 12. Especies identificadas, Quebrada El Yugo.....	100
Anexo 13. Especies identificadas, Quebrada San José.....	100
Anexo 14. Especies identificadas, Quebrada El Yeco.....	101
Anexo 15. Especies identificadas, Quebrada Algarrobo Norte.....	102
Anexo 16. Especies identificadas, Avenida Isidoro Dubomais.....	102
Anexo 17. Especies identificadas, Avenida Tranque Viejo.....	103
Anexo 18. Especies identificadas, Avenida El Totoral.....	103
Anexo 19. Especies identificadas, Avenida Monterrey (carretera F-90) .....	104
Anexo 20. Especies identificadas, Algarrobo Norte (carretera G-98-F) .....	104
Anexo 21. Especies identificadas, Plaza N° 1 .....	105
Anexo 22. Especies identificadas, Plaza N° 2 .....	105

Anexo 23. Especies identificadas, Plaza N° 3 .....	106
Anexo 24. Especies identificadas, Plaza N° 4 .....	106
Anexo 25. Especies identificadas, Plaza N° 5 .....	107
Anexo 26. Especies identificadas, Plaza N° 6 .....	107
Anexo 27. Especies identificadas, Plaza N° 7 .....	108
Anexo 28. Especies identificadas, Sitio Eriazo 1 .....	108
Anexo 29. Especies identificadas, Sitio Eriazo 2 .....	108
Anexo 30. Especies identificadas, Parque Canelo Canelillo .....	109
Anexo 31. Descripción pasos metodológicos clasificación supervisada.....	109

## 1. INTRODUCCIÓN.

Gran parte de las ciudades chilenas han sufrido cambios significativos durante los últimos años. Estas transformaciones propias del sistema de desarrollo capitalista han degradado y fragmentado los ecosistemas naturales, y consiguieron la provisión de beneficios ambientales a la sociedad, mermando su conectividad, funcionalidad y calidad de estas (Romero *et al.*, 2001).

Las urbes y en particular las ciudades costeras han evidenciado dichas transformaciones de manera acelerada atrayendo la concentración de población por diversos factores profundizando problemáticas ambientales sobre ecosistemas costeros con altos grados de urbanización (de Andrés y Barragán, 2016). Los procesos de urbanización acelerada sumado a la condición de dinamismo y fragilidad de las zonas costeras dan como resultado que estos ecosistemas puedan verse perturbados con mayor facilidad (Barragán, 2014).

Por su parte, aquellas áreas verdes que se encuentran localizadas en contextos urbanos pueden ser elementos primordiales para mejorar el bienestar de la población urbana, especialmente en aquellas ciudades que contienen grandes concentraciones de población (Reyes y Figueroa, 2010). En ese sentido, mantener y potenciar estas áreas resulta imperante debido al contexto actual de las ciudades chilenas.

La búsqueda de alternativas para enfrentar esta y otras problemáticas ambientales han llevado al reconocimiento de la estrecha relación que existe entre los procesos de los ecosistemas naturales y aquellos propios de las sociedades humanas (Balnavera *et al.*, 2011). El correcto entendimiento de las características y procesos de los ecosistemas naturales por gran parte de la población urbana es relevante para impulsar prácticas y usos sustentables que promuevan la conservación ecológica. Por su parte, para llegar a un desarrollo sustentable, es imprescindible contar con una planificación urbana que considere los espacios verdes como áreas de gran importancia ecológica y social dentro de la trama urbana, pues son una fuente de recursos naturales que brindan múltiples servicios ecosistémicos que contribuyen al bienestar de la población urbana (Vásquez, 2016).

La presente memoria se enmarca en la problemática generalizada de la pérdida de biodiversidad y degradación ambiental en las áreas verdes urbanas asociadas a los procesos acelerados de expansión urbana y a algunas actividades relacionadas al turismo. Por su parte, esta investigación se desarrolla en el marco del proyecto Interdisciplinar FAU “Sistemas de infraestructura verde y planificación de ciudades sustentables: en la ciudad de Algarrobo”, de la Universidad de Chile. La ciudad de Algarrobo al igual que otras ciudades de Chile central posee un alto valor ecológico por su condición de *hotspot* de biodiversidad que presentan los territorios de Chile central, esta condición actualmente está siendo amenazada por diversos factores entre ellos; actividades asociadas al turismo, desarrollo inmobiliario, entre otras. En particular esta memoria busca evaluar la vegetación de las áreas verdes urbanas de la ciudad de Algarrobo, por medio de la proposición de indicadores ambientales de áreas verdes. En particular, se estudiaron 28 áreas verdes municipales las cuales fueron clasificadas en; Quebradas y Esteros (13), plazas (7), calles y avenidas (5), sitios eriazos (2), y Parques urbanos (1) con la finalidad de abarcar la totalidad del territorio urbano municipal en estudio.

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Los procesos de urbanización y la construcción de una cultura urbana han sido un punto de inflexión entre la estrecha relación del hombre con su entorno natural. Actualmente, el proceso de urbanización mundial excede el 50% de la población, agudizando el crecimiento urbano que se viene desarrollando hace décadas (PNUD, 2014).

En Chile, por su parte, aproximadamente el 87% de la población vive en ciudades, dato que lo reconoce como un país altamente urbanizado en el contexto mundial (PNDU, 2014). El desarrollo de una consolidada urbanización descontrolada ha proporcionado una serie de problemáticas ambientales y sociales que se acentúan en países en vías de desarrollo, tales como; la pérdida de biodiversidad, calidad, y degradación de áreas verdes, segregación socio espacial, gentrificación, entre otras (Reyes y Figueroa, 2010). Estas dinámicas territoriales inciden en la formación de un nuevo patrón de acumulación, en el cual las ciudades modifican sustancialmente su planificación, organización, funcionamiento, morfología y apariencia en relación con los patrones y procesos asociados con la modernización capitalista (De Mattos, 2012). Específicamente, el diseño y planificación de los espacios verdes urbanos se ha desarrollado bajo una perspectiva clásica que ha puesto foco en los beneficios sociales sujetos al ocio, recreación y belleza escénica no considerando los múltiples beneficios sociales y ambientales que estos pueden proveer (Vásquez, 2016).

Los patrones de la planificación urbana chilena no escapan de aquella realidad, esto se puede ver reflejado en la definición de áreas verdes propuesta por la ley de urbanismo y construcción en su ordenanza general la cual prevalece hasta el día de hoy. En ella se identifica como una *“superficie de terreno destinada preferentemente al esparcimiento o circulación peatonal, conformada generalmente por especies vegetales y otros elementos complementarios”* (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2007, p.4).

Durante las últimas décadas se ha puesto énfasis en el desarrollo de áreas verdes bajo estas lógicas, las cuales, amparadas por el mercado inmobiliario han generado una serie

de desigualdades espaciales dentro de las ciudades (Reyes y Figueroa, 2010). Al respecto, en algunas comunas se indica que el desarrollo inmobiliario también ha mermado la cantidad de espacios urbanos con fines socio ambientales (Guzmán, 2017). Asimismo, los municipios dentro de sus instrumentos de planificación territorial (Plan Regulador Comunal y Plan de Desarrollo Comunal) planifican y administran el territorio siendo el primero un instrumento que desarrolla la zonificación de la comuna en términos de uso de suelo, mientras que el segundo, aborda las expectativas de estas y otras áreas en el desarrollo de la población comunal afirmando que. *“Las áreas verdes, plazas con juegos y máquinas de ejercicios, escaleras, senderos, pasarelas, sedes comunitarias y espacios de reunión social presentes en todo el territorio, permiten el desarrollo de una vida tranquila de barrio donde se fomente la integración social”* (PLADECO, 2017, p.111). En ese sentido, la problemática de áreas verdes posee una gran importancia para los municipios. En términos generales, se caracteriza a las áreas verdes como espacios de gran importancia para mejorar la calidad de vida de la comunidad, constituyéndose como un centro de actividad deportiva y recreativa, además de ser un espacio de integración y encuentro sociocultural. Por su parte, los municipios juegan un rol clave al vincularse directamente con la comunidad, y a su vez, entendiéndose como puente y vehículo de contacto entre el Estado y cada territorio (Puppo *et al.*, 2018). Sin embargo, no todos los municipios se aproximan de la misma forma a la problemática de las áreas verdes urbanas, ya que las políticas de desarrollo urbano en Chile se delinean a nivel central, tanto programáticamente como económicamente, por lo tanto, el despliegue de las políticas locales depende directamente de los programas de financiamiento estatal, sin contar con la capacidad de integrar las perspectivas locales de cada territorio (Guzmán, 2017).

Por otra parte, (Romero *et al.*, 2001) plantean que, unos de los principales factores ha sido la transformación de coberturas de suelo como bosques nativos, áreas agrícolas, estructuras naturales del paisajes y lechos fluviales, por coberturas impermeables asociadas a la urbanización que limitan la capacidad de los ecosistemas naturales de sostener y proveer servicios ecosistémicos a la población urbana. Por consiguiente y producto de los factores mencionados se han producido problemáticas asociadas a la pérdida de flora y fauna nativa, principalmente en aquellas áreas verdes urbanas planificadas desde una perspectiva global y mercantil que no atiende a las necesidades agroclimáticas (clima, suelo, exposición solar, entre otras) de las áreas a planificar, más bien ha habido un reemplazo paulatino de la vegetación nativa por vegetación exótica (Musalem, 2019).

La búsqueda de alternativas para enfrentar la problemática ambiental ha llevado al reconocimiento de la estrecha relación que existe entre los procesos de los ecosistemas naturales y aquellos propios de las sociedades humanas (Balnavera *et al.*, 2001). De igual modo, aproximaciones que derivan de la ecología del paisaje aportan miradas que apuntan a una integración de los asentamientos humanos con los paisajes naturales, reconociendo en la planificación los componentes clave del sistema y sus interacciones (Riveros y Vásquez, 2014). Por lo tanto, dichas aproximaciones brindan una oportunidad para resguardar la biodiversidad existente y los componentes de infraestructura verde (IV), y en consecuencia la cantidad y calidad de servicios ecosistémicos que proporcionan los componentes de infraestructura verde (Romero y Vásquez, 2009).

*“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.*

Benedict y McMahon (2002) reconocen el concepto de infraestructura verde como *“una red interconectada de espacios verdes que conservan las funciones y valores de los ecosistemas naturales y provee beneficios asociados a la población humana”*. En ese sentido, la infraestructura verde puede fortalecer las interacciones y conexiones entre los diferentes tipos de espacios verdes o naturales con la infraestructura urbana propiamente tal de una ciudad.

Desde el punto de vista ecológico, el mantenimiento y mejora de la conectividad del paisaje se considera hoy en día una pieza clave en los esfuerzos para la conservación de la biodiversidad (Crooks y Sanjayan, 2016) dado que, el mayor tamaño de estas áreas puede permitir una mayor diversidad y riqueza de especies vegetales, lo cual va acompañado también de una mayor diversidad de fauna (Kühn *et al.*, 2004). Si además se favorece la plantación de árboles y arbustos nativos, aumenta la presencia de aves nativas contribuyendo a la biodiversidad local (Díaz y Armesto, 2003).

Desde el punto de vista social, un mayor tamaño de espacios verdes y de espacios públicos permite que se puedan desarrollar diversas actividades que incentiven el uso responsable de estos espacios, y a su vez, potenciar el sincretismo de los distintos grupos etarios de la población favoreciendo la interacción e integración social a una escala barrial o comunal (Reyes y Figueroa, 2010).

Bajo este contexto, las áreas verdes urbanas pueden generar una serie de beneficios sociales y ambientales que van más allá del uso recreativo o estético. Entre estos beneficios se encuentran mejoras en la sanidad básica, reducción de la contaminación del aire y enriquecimiento de la biodiversidad, actividades de recreación y salud mental y física, experiencias espirituales, entre otros (Sorensen *et al.*, 1998). Los beneficios que brindan las áreas verdes urbanas permiten una interacción entre las personas y también con la naturaleza, generando oportunidades para una mayor interacción social (Reyes y Figueroa, 2010).

Dada la importancia de las áreas verdes para la calidad de vida de la población urbana, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda un estándar de 9 m<sup>2</sup>/habitante como mínimo (Reyes y Figueroa, 2010). No obstante, este indicador no proporciona información con relación a la accesibilidad de dichas áreas, ni de su distribución espacial en el territorio, como tampoco de la calidad de estas.

La evaluación de la vegetación de las áreas verdes y en contextualización con la presente memoria se desarrolla desde una perspectiva ecológica o ambiental, abarcando una posición que evalúa dichas áreas en términos de vegetación, diversidad, endemismo y dispersión. En concreto, el objetivo de esta memoria es evaluar la vegetación de las áreas verdes públicas de la ciudad de Algarrobo definiendo indicadores que puedan facilitar su evaluación a través del tiempo y contribuyendo con información al municipio y a toda la comunidad en general, y que pueda colaborar con un manejo sustentable y socialmente equitativo de las áreas verdes presentes en la ciudad de Algarrobo.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

### **2.1. Infraestructura verde urbana.**

Actualmente es innegable reconocer que existen diversas consecuencias y perturbaciones sobre los sistemas urbanos derivadas del accionar propio del desarrollo económico neoliberal (Barton, 2006). Asimismo, el constante crecimiento durante el siglo XXI ha reflejado su desarrollo particularmente dentro de las ciudades. Las proyecciones muestran que al año 2030 la población mundial se aproximaba a los 5.000 millones de habitantes y que las ciudades en países en vías de desarrollo contendrán gran parte de este crecimiento, debido a los procesos acelerados de urbanización (Naciones Unidas, 2012). Por ello, la sustentabilidad urbana resulta ser un tema contingente el cual debería tener prioridad en la agenda global, ya que de ella depende el bienestar de muchos habitantes de las ciudades (Reyes-Peacke, 2005).

Bajo esta mirada, la infraestructura verde surge como una oportunidad para mantener los ecosistemas saludables y viables, además de brindar múltiples beneficios asociados al bienestar humano, y en último término a la sustentabilidad ambiental (Vásquez, 2016). Esta perspectiva se respalda en la definición conceptual de la sustentabilidad como una pirámide, donde en la base se sitúan los ecosistemas viables que sostienen al capital natural, capital social, y al medio construido (Williamson, 2003). Es decir, la concepción del territorio parte desde la necesidad de mantener los ecosistemas naturales y sus flujos ecológicos sin significativas alteraciones que puedan degradar sus funciones y, por ende, ocasionar problemáticas ambientales y ecológicas a la población circundante.

El concepto de infraestructura verde es amplio y no dispone de una definición única o absoluta. La literatura concuerda en una serie de elementos en común que dan énfasis en la re-concepción de los elementos del paisaje urbano y natural con la conectividad de los ecosistemas, la conservación de la naturaleza y su multifuncionalidad, siendo uno de los propósitos mantener e incrementar la provisión de servicios ecosistémicos a las comunidades (Riveros *et al.*, 2015). En síntesis, la infraestructura verde puede ser definida como *“una red interconectada de espacios verdes que conservan las funciones y valores de los ecosistemas naturales y provee beneficios asociados a la población humana”* (Vásquez, 2016, p. 65).

La infraestructura verde, al formar parte de una red interconectada dentro del espacio geográfico, se presenta a través de diferentes componentes espaciales denominados componentes de infraestructura verde (Baró *et al.*, 2015) (Tabla 1). Dichos componentes se fundamentan en el modelo parche-conector-matriz de (Forman y Godron, 1987) para desarrollar lo que hoy en día se denominan núcleos y conectores. Posteriormente, CEA (2014) adaptando el sistema de núcleos y conectores (Forman y Godron, 1987) incorpora nuevos elementos semejantes a los núcleos, denominados Nodos (Figura 1). Estos elementos son de tamaño inferior a los núcleos en términos espaciales, pero con características similares. Sin embargo, con una funcionalidad más limitada debido a su localización en entornos urbanos.

**Tabla 1.** Componentes espaciales del paisaje.

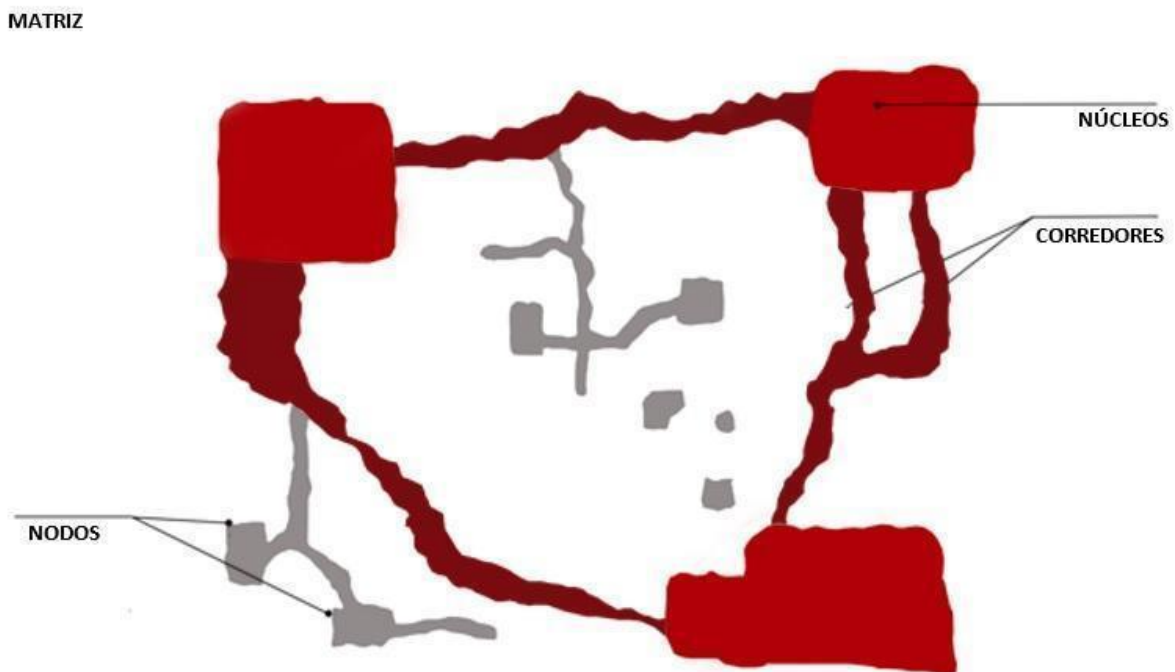
<b>Componente de IV</b>	<b>Descripción</b>
Núcleos/parches	Son áreas extensas con un alto grado de naturalidad, con escasa intervención antrópica, por ende, poseen alta diversidad de especies y buen estado de

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

	conservación. Generalmente se encuentran adyacentes a las ciudades.
Nodos/parches	Son espacios o áreas verdes ubicadas dentro de la matriz urbana representadas en forma de plazas y parques de menor envergadura, constituyen funciones básicas y estructurantes dentro de las ciudades verdes.
Corredores/conectores	Son elementos lineales que su función principal es facilitar la conexión entre los componentes núcleos y nodos. Se caracterizan por tener una multifuncionalidad en el paisaje urbano.

Fuente: Adaptado de CEA (2014) y Diamond Head Consulting (2014).

**Figura 1.** Sistema de infraestructura verde.



Fuente: Adaptado de Diamond Head Consulting (2014).

Hoy en día son considerados diversos componentes del paisaje con potencial de infraestructura verde en contextos urbanos y a diferentes escalas de aplicabilidad. En ese sentido, su entendimiento y gestión es fundamental a la hora de planificar más de estos espacios en ciudades que predomina una matriz gris o impermeable. Existen algunos espacios verdes que requieren especial atención debido a que cumplen funciones estructurales en el paisaje y brindan conexiones vitales para procesos ecológicos que se

desarrollan en las ciudades. Algunos de estos espacios valiosos en contextos urbanos son; *los humedales urbanos, ríos, Quebradas, bosques y corredores ribereños*, éste último puede ser considerado clave al conectar los diversos componentes de infraestructura verde en un sistema integrado evitando fenómenos de fragmentación (Vásquez, 2016).

En base a lo anterior, existen diversos componentes de infraestructura verde que pueden encontrarse en espacios o áreas verdes públicas. En particular, la ciudad de Algarrobo presenta 5 tipos de infraestructura verde en su zonificación de áreas verdes municipales; (1) Quebradas y esteros, (2) Calles y avenidas, (3) Plazas, (4) Sitios eriazos, (5) Parques con potencial para una planificación sustentable. En efecto, Vásquez (2016) y en base a lo planteado por (EEA, 2011) y (Landscape institute, 2009) señala los diferentes componentes de infraestructura verde y su escala de aplicabilidad (Tabla 2).

**Tabla N°2.** Componentes del paisaje con potencial de infraestructura verde.

<b>Escala de barrio</b>	<b>Escala de ciudad</b>	<b>Escala regional</b>
Calles arboladas	Ríos y llanuras de inundación	Áreas silvestres protegidas
Techos y paredes verdes	Parques intercomunales	Parques nacionales
Plazas de barrio	Canales urbanos	Bordes costeros y playas
Jardines privados	Lagunas	Senderos estratégicos y de larga distancia
Espacios abiertos institucionales	Bosques urbanos	Bosques
Estanques y arroyos	Parques naturales	Fajas de resguardo en líneas de alta tensión
Derechos de paso de caminos	Frentes de agua continuos	Red de carreteras y ferrocarriles
Peatonales y ciclo rutas	Plazas municipales	Cinturón verde designado
Cementerios	Cerros	Tierras agrícolas
Pistas deportivas	Grandes espacios recreativos	Ríos y llanuras de inundación
Zanjas de inundación	Esteros	Canales
Pequeños bosques	Terrenos abandonados	Campo abierto
Áreas de juego	Bosques comunitarios	Cordones montañosos
Quebradas	Sitios mineros en abandono	Territorio de propiedad común
Patios de escuela	Tierras agrícolas	Acueductos y gaseoductos
Huertos	Vertederos	Fallas geológicas
Terrenos abandonados		Lagos

Fuente: Vásquez, 2016 en base a EEA, 2011 y Landscape Institute, 2009.



## 2.2. Corredores verdes.

En América latina, el rápido y descontrolado desarrollo urbano ha devenido en altos patrones de dispersión y expansión de centros urbanos sobre hábitats productivos y ecológicamente críticos, alterando profundamente los propios paisajes geográficos, lo cual, a su vez, transforma las lógicas de funcionamiento y uso de los ecosistemas (Torres Lima y Cruz Castillo, 2019).

La interrupción de la conectividad entre los diversos componentes de infraestructura verde o la división de un hábitat en parches más pequeños y dispersos hace referencia a fenómenos de *Fragmentación*. Sumado a esto, existen otros fenómenos que pueden causar pérdidas en la conectividad del paisaje: *disección* (división de un hábitat en dos parches por un corredor), *perforación* (presencia de agujeros significativos dentro del hábitat), *hundimiento* (reducción del tamaño) y *atrición* (pérdida de uno o más hábitat de especies) (Romero *et al.*, 2001).

Los corredores naturales dentro de las ciudades son componentes relevantes a la hora de conectar ecosistemas y reducir fenómenos de fragmentación. Los corredores verdes están diseñados y gestionados para cumplir múltiples funciones ecológicas, recreacionales, culturales, estéticas y que estén acorde a las prácticas asociadas del uso sustentable de la tierra (Ahern, 1995).

Según (Ahern, 1995) “los corredores verdes (*greenways*) son porciones de tierra que contienen elementos lineales que son planeados, diseñados y gestionados para múltiples propósitos incluyendo ecológicos, recreacionales, culturales, estéticos u otros propósitos compatibles con el concepto de uso de suelo sustentable”. Los corredores verdes son entendidos como áreas verdes lineales con múltiples funciones sociales y ambientales (Vásquez, 2016). Por su parte, Machado *et al.*, (2004) “Los corredores verdes son espacios libres lineales que conectan grandes áreas no lineales o grandes parches de espacios naturales. Estos conjuntos constituyen sistemas espaciales, planificados, diseñados y gestionados con el fin de incluir objetivos ecológicos, recreativos, culturales, estéticos, y productivos compatibles con el concepto de sostenibilidad”. Dichas áreas históricamente han visto su desarrollo en sectores próximos a corredores ribereños o cursos de agua dentro de las ciudades y proporcionan una alternativa a las tendencias actuales de planificación, buscando reducir los efectos espaciales negativos provenientes del desarrollo económico, junto con la necesidad de proteger la calidad ambiental dentro de las ciudades (Machado *et al.*, 2004).

Uno de los corredores verdes más frecuentes y reconocidos a nivel mundial son aquellos corredores verdes ribereños debido a su gran importancia en el uso humano y ecológico (Vergara, 2014). Asimismo, existe una alta concurrencia de personas a estas áreas denominadas “parques lineales” debido a la importancia recreativa para múltiples sectores de la población.

Estudios recientes (Vergara, 2014), señalan la importancia de los corredores verdes en la provisión de servicios ecosistémicos en las ciudades. El caso del corredor Balmaceda-Uruguay según Vergara (2014) resultó ser un corredor multipropósito, es decir, este parque provee servicios ecosistémicos, de soporte, regulación y culturales que en su conjunto

*“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.*

brindan una serie de beneficios a los habitantes próximos al parque. Los principales resultados indican que es posible disminuir la temperatura a escala local alrededor de 5° C en el caso del corredor Balmaceda-Uruguay y que su uso por los habitantes es mayoritariamente para la recreación y el esparcimiento. Por su parte, la ciudad de Algarrobo presenta dentro de su territorio múltiples Quebradas y Esteros que forman una serie de corredores biológicos de gran importancia para la provisión de servicios ecosistémicos a las comunidades adyacentes (Vásquez, 2018).

### **2.3. Áreas verdes y su rol en ecosistemas urbanos.**

Las áreas verdes son consideradas por diversos autores clásicos como superficies abiertas donde el elemento fundamental de su composición es la *vegetación*, es decir, aquella superficie terrestre con presencia de especies vegetales dentro de ella (Saillard, 1962; Contardi, 1980).

En Chile, actualmente la definición oficial del concepto de área verde se señala en la Ley de Urbanismo y Construcción en su Ordenanza General. En ella se la identifica como una *“superficie de terreno destinada preferentemente al esparcimiento o circulación peatonal, conformada generalmente por especies vegetales y otros elementos complementarios”* (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2007, p. 4).

Por otra parte, la ex Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), actualmente Ministerio del Medio Ambiente, define a las áreas verdes como espacios urbanos o de periferia a éstos, predominantemente ocupados con árboles, arbustos o plantas (*vegetación*), que puedan tener diferentes usos, ya sea para cumplir funciones sociales de esparcimiento, recreación, como también funciones ambientales de recuperación, rehabilitación, filtración, entre otras.

En relación con lo anterior, hoy en día existen definiciones acordes a la realidad en la cual las áreas verdes están insertadas en las ciudades. La Mesa de áreas verdes (Centro UC 2017, p.5) propone una definición que pone en valor las funciones que pueden y debieran cumplir las áreas verdes en contextos urbanos y que actualmente no están consideradas en su definición oficial. Señalando que *“las áreas verdes públicas o de acceso público son espacios abiertos en las zonas urbanizadas ubicadas al interior de **asentamientos urbanos**, cumplen **funciones** sociales, ambientales y económicas en los territorios donde se emplazan y están caracterizados siempre por la relevancia de vegetación según la zona geográfica en que se ubica, la cual determinará el tipo de vegetación y el nivel de predominio de esta”*. En ese sentido, las áreas verdes cumplen un rol importante dentro de contextos urbanos aportando una serie de beneficios de índole ambiental, social y según (Chiesura, 2004) psicológicos, al reducir el estrés de la población e inspirar sentimientos de paz y tranquilidad.

Posteriormente y en base al reconocimiento científico sobre los beneficios ambientales y sociales que las áreas verdes pueden brindar, se fueron adaptando e implementando factores como el dominio o la gestión, la cantidad, calidad y distribución espacial de estas áreas (Reyes y Figueroa, 2010).

En términos de la presente investigación se adaptaron factores como; la cantidad, distribución espacial y calidad de las áreas verdes. En ese sentido, se dará énfasis en este

último factor integrándolo directamente al componente vegetacional, y a sus beneficios medioambientales y ecológicos los cuales son determinados principalmente por su cobertura vegetal (Centro UC, 2017).

### 2.3.1. Beneficios sociales y ambientales.

Un espacio o área verde en contextos urbanos está preferentemente orientada al uso y recreación colectiva, y a su vez protegida por los instrumentos de planificación territorial. Las áreas verdes pueden generar múltiples beneficios ambientales y sociales a las comunidades dependiendo de su localización, tamaño, densidad vegetacional, diseño, y el objetivo principal por el cual fue planificada (SEREMI de Medio Ambiente Región Metropolitana, 2014). En este sentido, aquellos beneficios o servicios derivados de los ecosistemas naturales dependen del tipo de ecosistema y de la utilización personal o colectiva de éstos, es decir, los beneficios ambientales según el modelo de cascada son las funciones ecosistémicas que dichos ecosistemas brindan. Los valores recreativos y culturales pueden ser los servicios sociales más apreciados en ciudades, debido a que las condiciones de vida acelerada y de estrés son condiciones propias de las grandes ciudades contemporáneas (SEREMI de Medio Ambiente Región Metropolitana, 2014).

Como se mencionó anteriormente las áreas verdes urbanas pueden brindar una serie de beneficios ambientales y sociales. A continuación, se presentan los diversos beneficios que pueden otorgar los espacios o áreas verdes:

#### **Beneficios ambientales**

La literatura señala que para que un espacio o área verdes tenga una significativa mejora ambiental y repercusión ecológica deben poseer al menos una superficie mayor a 10 hectáreas (Sukopp y Werner, 1991). Si además se favorece la plantación de árboles y arbustos nativos, puede aumentar la presencia de aves nativas contribuyendo al desarrollo y conservación de la biodiversidad a una escala local (Reyes y Figueroa, 2010).

A continuación, se presentan algunos de los beneficios ambientales más significativos en contextos urbanos según Sorensen *et al.* (1998):

**Mejora en la calidad del aire:** Las áreas verdes urbanas pueden reducir en ciertos grados algunos contaminantes que se encuentran en la atmósfera. La polución se reduce directamente cuando las partículas contaminantes quedan atrapadas en la vegetación. Asimismo, la vegetación absorbe gases tóxicos, especialmente aquellos generados por vehículos motorizados, la calefacción a leña, y el sector industrial y que constituyen en gran medida la presencia de smog urbano (Nowak *et al.*, 1997).

**Mejora climática:** La presencia de vegetación urbana puede impactar en el clima a escala local de diversas maneras. Por un lado, la vegetación proporciona un aumento del confort humano al influir en sobre el grado de radiación solar disminuyendo en ciertos grados. Por otro lado, disminuye la velocidad del viento en un 60% aproximado o más en áreas residenciales con una cobertura arbórea moderada, en relación con áreas abiertas.

**Ahorro de energía:** Dentro de un contexto urbano la vegetación puede ayudar considerablemente a reducir el consumo de energía que es utilizado para enfriar edificaciones u otras infraestructuras. Autores como Smith *et al.* (1996) indican que aproximadamente el 40% de la producción alimentaria de América Latina, tiene lugar en o cerca de las urbes. La realización de esta producción en áreas verdes urbanas y suburbanas reduce los costos de transporte al mercado. Por otro lado, el tratamiento de aguas residuales mediante sistemas biológicos elimina parcialmente la necesidad de gastar en plantas de tratamiento de agua que normalmente consumen mucha energía.

**Protección de áreas de captación de agua:** Las zonas de captación de aguas de las ciudades generalmente están situadas muy cerca de los límites o periferias urbanas, siendo algunas de ellas utilizadas o contaminadas teniendo que suministrar el recurso mediante tuberías. Algunos estudios indican que forestar las zonas riparias o ribereñas de las zonas de captación de agua ayuda a controlar la erosión y proteger las cuencas hidrográficas para asegurar un suministro de agua limpia a los sectores urbanos.

**Tratamiento de aguas residuales:** Los humedales representan uno de los ecosistemas más ricos en biodiversidad a nivel mundial. El uso de estos recursos para el tratamiento terciario de aguas residuales tiene beneficios económicos y ecológicos. Económicos al reducir costos en tratamientos industriales de limpieza de aguas y ecológicos al aumentar de manera significativa el hábitat y potenciar la biodiversidad de flora y fauna existente dentro de estos ecosistemas acuáticos. Existen algunos ejemplos en la ciudad de Bogotá, Colombia donde las aguas residuales tratadas con métodos biológicos y previamente analizadas pueden ser enviadas a campos agrícolas suburbanos y emplearse para riego proporcionando los nutrientes necesarios para los cultivos.

**Control de inundaciones:** Las inundaciones han sido recurrentes durante los últimos años debido a la elevada cuota de impermeabilización y de la intervención significativa de los sistemas hidrográficos en América latina. Es viable y recomendable la utilización de humedales y parques como componentes importantes para controlar inundaciones. El aumento de áreas verdes y humedales pueden prevenir daños por inundaciones, al aumentar la cantidad de superficie permeable y reducir las tasas de escorrentía superficial que generalmente contamina las aguas a través de su trayectoria en las superficies impermeables.

**Reducción de ruidos:** Los niveles de contaminación acústica en las grandes ciudades de América Latina con frecuencia pueden alcanzar niveles poco saludables. La presencia de arbolado y vegetación puede ayudar a reducir los niveles de contaminación acústica de cinco maneras relevantes: Por la absorción de sonido (elimina el ruido), por desviación (se altera la dirección del sonido), por reflexión (el sonido rebota a su fuente de origen), por refracción (las ondas de sonido se curvan entorno de un objeto) y por ocultación (se cubre el sonido no deseado con otro más placentero). El diseño óptimo de plantaciones para reducir la contaminación del ruido es aquella que posee densidades considerables y diferentes niveles de alturas.

**Control de la erosión:** Dada la falta general de cobertura vegetal que presentan las grandes ciudades y sumando las temporadas de lluvias, la mayoría de las grandes ciudades sufren de erosión y derrumbes de tierra dejando expuestos a riesgos a gran parte de sus

*“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.*

habitantes. La presencia de vegetación puede ayudar a disminuir los niveles de erosión en la tierra, funcionando como capa protectora ante fenómenos de fuertes lluvias.

**Desechos sólidos y restauración de tierras:** El manejo de desechos sólidos en la mayoría de las ciudades ha sido un problema serio y duradero. Las áreas verdes urbanas brindan una variedad de soluciones al dilema de la basura. Existen ejemplos valiosos donde se han desarrollado “circuitos cerrados” en el cual los desechos orgánicos se utilizan para alimentar el ganado y donde las aguas residuales se reciclan para el riego agrícola. La producción de abono orgánico producido por la basura es otra opción viable para tratar los desechos. Aquellos desechos orgánicos producidos en las ciudades pueden transformarse en abono para producir significativas mejoras en la calidad de los suelos, minimizando la cantidad y volumen de desperdicios urbanos.

**Mejoramiento del hábitat de la fauna silvestre y la biodiversidad:** Las áreas verdes urbanas proporcionan hábitat para una gran cantidad de especies de aves y animales. Si además se favorece la plantación de árboles y arbustos nativos, aumenta la presencia de aves nativas, insectos, hongos, bacterias, reptiles, etc. (Díaz y Armesto, 2003) Asimismo, si *“el sistema de áreas verdes urbanas está conectado al sistema de áreas rurales mediante corredores biológicos puede contribuir a la restauración de la diversidad ecológica de bioregiones enteras del país”* (Sorensen *et al.*, 1998, p. 16).

### **Beneficios sociales**

Estos beneficios son aquellos que obtienen las personas a través del contacto o interacción con las áreas verdes u otro ecosistema. Cumplen un rol social debido a que permiten la interacción a escala local, otorgando el sustento para diversas actividades de sus usuarios. En ese sentido, dichas áreas logran generar un punto en común para quienes desarrollan actividades en ellas, potenciando el tejido social a diversas escalas y fomentando el sentido de pertinencia hacia estos espacios (Puppo y Magnani, 2020).

Según Sorensen *et al.* (1998) existen una serie de beneficios sociales e intangibles derivados de la interacción cotidiana con áreas verdes. A continuación, se ilustran algunos de los beneficios sociales más significativos en contextos urbanos:

**Salud:** Si bien las áreas urbanas brindan múltiples beneficios para la salud, no ha sido tarea fácil cuantificar estos beneficios. Al mejorar la calidad del aire mediante el aumento de vegetación se generaría un impacto positivo sobre la salud física y mejoras en la disminución de enfermedades respiratorias. Otros aspectos menos evidentes son la reducción en los niveles de estrés y mejoras a la salud física y psicológica.

**Empleo:** El manejo de áreas verdes urbanas es una fuente de trabajo para muchas personas en las ciudades, originando trabajos calificados y no calificados para múltiples sectores de la población.

**Recreación:** Las áreas verdes y parques urbanos son unos de los principales lugares para recreación en la mayoría de las ciudades. Generalmente aquellos sectores vulnerables de la población son los que frecuentan mayoritariamente estos lugares, debido a las pocas alternativas de recreación, teniendo una percepción positiva de estos espacios verdes.

**Educación:** Los parques y otras áreas verdes también pueden proporcionar excelentes oportunidades educacionales para los habitantes urbanos. Existen múltiples proyectos de

intervención en espacios urbanos enfocados en la educación ambiental de los ciudadanos. Jardines botánicos, planes de reforestación, senderos, huertos urbanos, y otras iniciativas pueden informar a sus habitantes acerca de las características sobre la flora y fauna del sector, además de informar y concientizar sobre la importancia de las áreas verdes en contextos urbanos.

**Estética:** Pese a que no es considerada tan importante como otros beneficios derivados de las áreas verdes, la estética de estos espacios puede también ser relevante para muchos residentes urbanos. Al tener asentamientos cerca de parques urbanos o espacios verdes surge un efecto positivo en el valor de las propiedades. El manejo de áreas verdes urbanas puede colaborar a resolver varios problemas y crear un ambiente deseable y saludable para residir.

### **2.3.2. Servicios ecosistémicos.**

El término servicios ecosistémicos (SES) tiene su origen en la década de los 70 's con el movimiento ambientalista de Estados Unidos (Daily, 1997). La implementación del concepto de servicios ecosistémicos en la literatura ha tenido un constante crecimiento (Fisher et al., 2009). En un comienzo, fueron los trabajos de Westman (1977) y Ehrlich (1982) los que dieron una visión utilitarista a las múltiples funciones ecosistémicas con la finalidad de incentivar a la población en materia de conservación. Posteriormente, en la década de los 90 's destaca el trabajo realizado por autores como C. Perrings, G.C Daily y R. Costanza, específicamente el estudio desarrollado por Costanza con relación a la valoración económica de los servicios ecosistémicos a nivel global (Costanza et al., 1997).

Los servicios ecosistémicos se definen como los componentes y procesos de los ecosistemas que son consumidos, disfrutados o que conducen a aumentar el bienestar humano tomando en cuenta la demanda de los beneficiarios, así como la dinámica de los ecosistemas (Daily, 1997). En términos simples Bolund y Hunhammar (1999) definen a los servicios ecosistémicos como todos los beneficios adquiridos por la población que son derivados de algún ecosistema. La creación del término trasciende la necesidad humana de conservar la naturaleza y su biodiversidad por sí mismas (Daily, 1997). En este sentido, el enfoque por el cual nace el término surge como alternativa para mostrar que la conservación de los ecosistemas naturales no es sólo una aspiración ética de la sociedad, sino también una necesidad estrechamente ligada a la satisfacción de necesidades básicas y de sostener sanos en el tiempo los ecosistemas naturales.

Los servicios ecosistémicos pueden clasificarse en cuatro grandes servicios según la evaluación de los ecosistemas del milenio (MA, 2005).

- 1. Servicios de provisión:** Hace referencia a aquellos productos obtenidos de los ecosistemas. (Alimentos, agua dulce, leña, fibras, bioquímicos, recursos genéticos, entre otros)
- 2. Servicios de regulación:** Beneficios obtenidos de la regulación de procesos de los ecosistemas. (Regulación de clima, regulación de enfermedades, regulación y saneamiento del agua, polinización)

3. **Servicios culturales:** Beneficios no materiales obtenidos de los ecosistemas. (Espiritual y religioso, recreativo y turístico, estético, inspirativo, educativo, identidad del sitio, herencia cultural)
4. **Servicios de soporte:** Servicios necesarios para la producción de otros servicios de los ecosistemas. (Formación de suelos, reciclaje de nutrientes, producción primaria)

### Servicios ecosistémicos generados localmente

Dentro de los principales intentos de clasificación de los servicios ecosistémicos o bienes ambientales (Costanza *et al.*, 1997) define 17 categorías de servicios ecosistémicos de los cuales 6 son considerados “con mayor importancia en áreas urbanas” los cuales son presentados a continuación:

1. **Filtrado del aire:** vegetación con más hojas filtra mejor. Un parque filtra aproximadamente un 85% de la contaminación atmosférica, mientras una calle con árboles solo un 70%. Una vegetación muy gruesa sólo causa turbulencia en el aire, mientras una vegetación más delgada deja pasar el aire a través de ella, y así lo filtra.
2. **Regulación del microclima:** ecosistemas naturales en áreas urbanas ayudan a reducir efectos de “isla de calor”. Las zonas con agua ayudan a reducir las variaciones de temperatura tanto en verano, como en invierno.
3. **Reducción del ruido:** un suelo suave sin pavimento y con vegetación ayudan a la reducción del ruido a escala local.
4. **Drenaje de las aguas lluvias:** el suelo blando en áreas con vegetación permite que el agua se filtre a través de él. La vegetación absorbe agua y la libera a la atmósfera por evapotranspiración. Un suelo pavimentado y sin vegetación permite que el 60% de las aguas escurren superficialmente, afectando a la calidad del agua, clima local y a los niveles de agua subsuperficial.
5. **Tratamiento de aguas residuales:** los humedales y su flora y fauna asimilan los nutrientes de las aguas residuales, aumentando la biodiversidad del humedal y disminuyendo los costos de tratamiento de aguas.
6. **Valor recreativo y cultural:** posibilidades para el descanso, la espiritualidad, y la recreación. Quizás son los servicios ecosistémicos más apreciados en las ciudades.

### 2.3.3. Valoración y beneficios.

Como se ha señalado anteriormente, las áreas verdes urbanas son capaces de brindar múltiples beneficios ambientales y sociales a las comunidades circundantes. Sin embargo, resulta un reto significativo asignar un valor económico a los recursos verdes dentro de las ciudades. Si bien existen costos definitivos considerados de la implementación y

mantenimiento de estas áreas, puede resultar difícil asignar el valor apropiado de todos los beneficios asociados a los espacios verdes (Sorensen *et al.*, 1998).

Estas áreas ofrecen un rango de beneficios tangibles que en teoría son de fácil evaluación (producción de alimentos, combustibles, entre otros). Asimismo, también aportan bienes y servicios intangibles o bienes públicos que muchas personas disfrutan, pero cuyo uso es imposible de cobrar. Por ejemplo, mejorar la calidad del aire, reducir el ruido y el calor a una escala local. Aunque estos beneficios son muy valiosos, es difícil asignar un valor económico o monetario. Por su parte, los beneficios tangibles como aquellos originados por la agricultura urbana generan beneficios tangibles como el dinero producto de la comercialización de los alimentos y puede resultar más fácil cuantificar su valor económico dentro del mercado (Sorensen *et al.*, 1998).

Por otra parte, la economía neoclásica indica que todo aquello que sirva para satisfacer una necesidad humana se conoce como un “Bien”, por lo tanto, el valor es una función económica de la capacidad de satisfacción de los individuos. En ese sentido, la fuente primaria de donde provienen los bienes es la naturaleza, al brindar los múltiples bienes y servicios (Martínez, 2004). En base a esto, todo bien que satisfaga una necesidad humana se le podría asignar un valor económico en el mercado. Ahora bien, el reto es poder asignar un valor monetario a aquellos bienes intangibles o incuantificables que nos brindan las áreas verdes urbanas.

Dentro de las alternativas para asignar un valor monetario a los bienes intangibles (Sorensen *et al.*, 1998) plantean algunas formas de valorizar los beneficios derivados de las áreas verdes, en base a diferentes análisis de costos, modelos hedónicos y valoraciones contingentes.

### **Costo-efectividad**

En un contexto con diversos objetivos y costos asociados, una simple comparación de costo-efectividad puede ayudar a la toma de decisiones en la implementación de nuevos espacios verdes y consigo asignar un valor monetario a estos. Por ejemplo, la reducción del ruido no nos indica mucho en términos monetarios. Por el contrario, se debe asignar un valor monetario al flujo de beneficios derivados de la reducción del ruido, es decir, el análisis de costo-beneficio social incluye la cuantificación de *todos* los beneficios y *todos* los costos. Si el valor en infraestructura y aislación del ruido es altamente elevado, es cuantificado para poder determinar el costo asociado de la inversión para aislar el ruido. En este sentido, el costo asociado de las áreas verdes para este ejemplo sería el dinero utilizado en recursos e infraestructura para suplir o igualar el beneficio ambiental otorgado por estas áreas.

### **Costo de reposición**

Los costos de reposición son otra alternativa para valorar aquellos beneficios no comerciales o intangibles. Dicha alternativa asume que un bien o servicio tiene el valor del mínimo costo de obtener el mismo beneficio de una manera alternativa. Es decir, el valor se basa en lo que costaría reemplazar este producto. Por ejemplo, una industria que procesa aguas residuales, tratándose con plantas de lentejas de agua calcula que dicho proceso brinda significativos ahorros sobre otras tecnologías alternativas y, por ende, puede asignar un valor específico a su técnica de tratamiento con lenteja de agua (PNUD, 1996).



### **Costo de viaje**

Este modelo puede servir para calcular aquellos beneficios recreativos, estéticos, culturales y/o educacionales de los parques que atraen visitantes de lugares próximos o lejanos. La teoría señala que el número de viajes que los visitantes realizarán a un espacio determinado disminuiría en relación con la distancia y si los costos de viaje se elevan. Entonces, al asumir que los visitantes reaccionaron de la misma forma a precios hipotéticos que otros gastos de viaje, es posible trazar una curva de demanda que señale la relación cantidad-precio con la información del costo del viaje. La disponibilidad total para pagar por el visitante es el beneficio bruto del hipotético parque, considerando que este método no tiene aplicabilidad en parques urbanos o plazas donde la distancia de viaje es mínima.

### **Modelos hedónicos**

Algunos de los beneficios ambientales como la reducción de la contaminación atmosférica han sido constantemente analizados en base a *modelos hedónicos*. Para ello, captan estadísticamente la relación entre el valor de la vivienda o propiedad y las características de la vivienda y el entorno que la rodea. Estas características pueden incluir parámetros ambientales como concentración de partículas suspendidas contaminantes, ruido del tráfico, u otros. En ese sentido, el valor de la vivienda dependerá de la disminución de uno de los contaminantes como consecuencia de la implementación de áreas verdes urbanas.

### **Valoración contingente**

Resulta muy complicado poder cuantificar otros beneficios ambientales en términos económicos, especialmente el valor de la preservación del hábitat para la biodiversidad, mejoras en la estética del paisaje, o en aquellos proyectos alternativos o naturales de purificación de aguas residuales. En estos contextos, la alternativa lógica es la *valoración contingente*. Similar al proceso que llevan los estudios de mercado, esta técnica averigua cuánto estarían dispuestos a pagar por múltiples mejoras ambientales que podrían generar el desarrollo de áreas verdes en su sector.

En síntesis, para Sorensen *et al.* (1998) los métodos de valoración de las áreas verdes están todavía siendo desarrollados y probados. Cada territorio deberá explorar cómo cuantificar y asignar un valor monetario a sus recursos, en base a las características propias del lugar y de sus habitantes.

#### **2.3.4. Tipología de áreas verdes urbanas.**

Las áreas verdes urbanas pueden ser agrupadas en espacios abiertos o públicos, lugares recreativos y de esparcimiento (Guerrero y Culós, 2007). Existen diversas tipologías para diagnosticar y planificar áreas verdes en ciudades. Por ejemplo, el “Plan Verde Regional de Ile-de France” de 1991, definió a las grandes ciudades europeas como *ecosistema de la región urbana*, basándose en un paradigma sistémico del territorio el cual se constituyó por cuatro bloques de planificación de áreas verdes: *I) la trama verde de aglomeración, II) el cinturón verde, III) la corona rural y IV) los valles y conexiones viales* (Bastén, 2005).

Por otra parte, el (Plan Verde para la ciudad de Valencia, 1992) señala que para que una tipología sea de utilidad debe ir acompañada de los factores que permitan el análisis, su valoración y faciliten su regulación. Lo anterior, con la finalidad de considerar todos los

factores que tienen relevancia en la planificación, gestión, utilización y mantención de espacios verdes en contextos urbanos (Salvador, 2003).

Los espacios públicos y áreas verdes realizan diferentes funciones de acuerdo a un propósito preestablecido (mejorar la calidad del aire de un sector, reducir el ruido, entre otros). La definición de una tipología es necesariamente útil, ya que facilita la definición de un modelo de gestión con relación a los objetivos de la demanda ciudadana y con los diversos factores existentes en un entorno urbano (SEREMI de Medio Ambiente Región Metropolitana, 2014).

A continuación, se ilustra la tipología de espacios verdes propuestas por la Política Regional de Áreas verdes de la Región Metropolitana (2014):

**Área café:** terreno público de tierra, no consolidado, con el potencial de transformarse en área verde.

**Área verde complementaria:** centros recreativos, deportivos, parques cementerios, estadios de fútbol, hipódromos, clubes de golf, la mayoría de ellas de propiedad particular, que cumplen una función específica, de uso restringido y que también contribuyen positivamente a la calidad ambiental y de vida de la comunidad.

**Bandejón:** espacio público verde que divide una calzada, cuyas dimensiones permiten su uso recreativo como parque lineal.

**Bosque urbano:** se utiliza para señalar bosques en estado natural o seminatural que permanecen en el interior de algunas ciudades.

**Quebradas:** unidad hidrológica básica, en donde las aguas superficiales del área de captación drenan el agua y cauce, estos están restringidos por condiciones naturales (geológicos, pendiente, tipo de suelo e hidromorfológicos, entre otros) y condiciones urbanas asociadas a actividades humanas e infraestructura.

**Cerro isla:** cerro aislado que forma parte del territorio ondulado que se localiza entre la cordillera y el valle y que no supera los 80 m de altura desde su base.

**Espacio intersticial:** espacio de uso público entre edificaciones

**Espacio residual:** áreas públicas pequeñas restantes de loteamientos, con potencial de recuperación para su uso como área verde.

**Jardín privado:** corresponden a jardines de casas, edificios y condominios.

**Jardín público:** espacio verde público que tiene su origen en grandes jardines privados y que con el tiempo fueron cedidos para su uso público. Normalmente incorporan una importante diversidad y representatividad vegetal.

**Parque natural:** espacio verde de más de 100 ha de superficie, con características biológicas o paisajísticas especiales y funciones recreativas y científicas que le asignan un estado de protección y preservación de sus cualidades. Pueden ser marítimos o terrestres y pueden estar en la montaña, el mar, el desierto o cualquier otro espacio definido geográficamente.

*“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.*

**Parque temático:** sistema que se desarrolla combinando elementos naturales y artificiales, en torno a un tema y con una destinación específica, haciendo énfasis en una determinada utilización para recreación activa, pasiva o contemplativa en un área natural o del conocimiento humano.

**Parque urbano:** espacio verde público y normalmente arbolado, de más de 4 ha de superficie, que incluye actividades planificadas y espontáneas destinadas a la recreación, la cultura y el deporte, con equipamientos e infraestructura para tales fines. Se consideran parques urbanos aquellas áreas verdes con superficies superiores a los 10.000 m<sup>2</sup> (1 hectárea) y que se orientan a atender al menos a los habitantes de una comuna. Los parques pueden ser públicos o de propiedad privada.

**Plaza:** espacio público preferentemente rodeado de calles, de hasta 4 hectáreas de superficie de escala local o de barrio, que asume un papel de articulador del tejido urbano y que puede conforme su escala y rol en la estructura urbana incluir algún tipo de equipamiento y siempre considera mobiliario urbano destinado al servicio público, pudiendo cumplir múltiples funciones de carácter social. Se incluyen en esta categoría las áreas verdes con una superficie comprendida entre los 2.500 m<sup>2</sup> y 10.000 m<sup>2</sup>, que buscan atender a los habitantes de los barrios.

**Plazoleta o plazuela:** son plazas pequeñas con superficies inferiores a los 2.500 m<sup>2</sup>.

**Rambla:** espacio verde central longitudinal dotado de arbolado urbano, con carácter de paseo peatonal, que funcionalmente separa carriles vehiculares.

**Rotonda:** espacio verde visual, de tendencia circular que tiene por función articular nodos viales urbanos.

En consecuencia, las áreas verdes públicas son superficies abiertas, naturales como es el caso de quebradas y esteros, artificiales y de dominio público, donde la vegetación juega un rol fundamental a la hora de proporcionar servicios ecosistémicos a la población. Dichas áreas se expresan en el paisaje en varias tipologías tales como; parques, plazas, áreas deportivas, cementerios, quebradas y esteros, calles arboladas, áreas residuales tratadas, rotondas, enlaces, bandejones, jardines públicos, bordes de río, áreas silvestres protegidas y, en absoluto, toda superficie con presencia de cobertura vegetal (SEREMI de Medio Ambiente Región Metropolitana, 2014).

### **2.3.5. Gestión de las áreas verdes públicas en Chile.**

El manejo de las áreas verdes de uso público dentro del territorio nacional se encuentra mayoritariamente gestionado por los municipios locales, sin embargo, éstos generalmente no cuentan con los medios y el personal para atender las necesidades administrativas sobre los espacios verdes dentro de su jurisdicción (Martínez, 2004). Los municipios a pesar de tener ciertas libertades de acción dentro su territorio posee una naturaleza jurídica dual, pues son organismos de administración del Estado, y a su vez, se constituyen como administraciones autónomas en atribuciones y competencia legal (Pastene y Puppo, 2017).

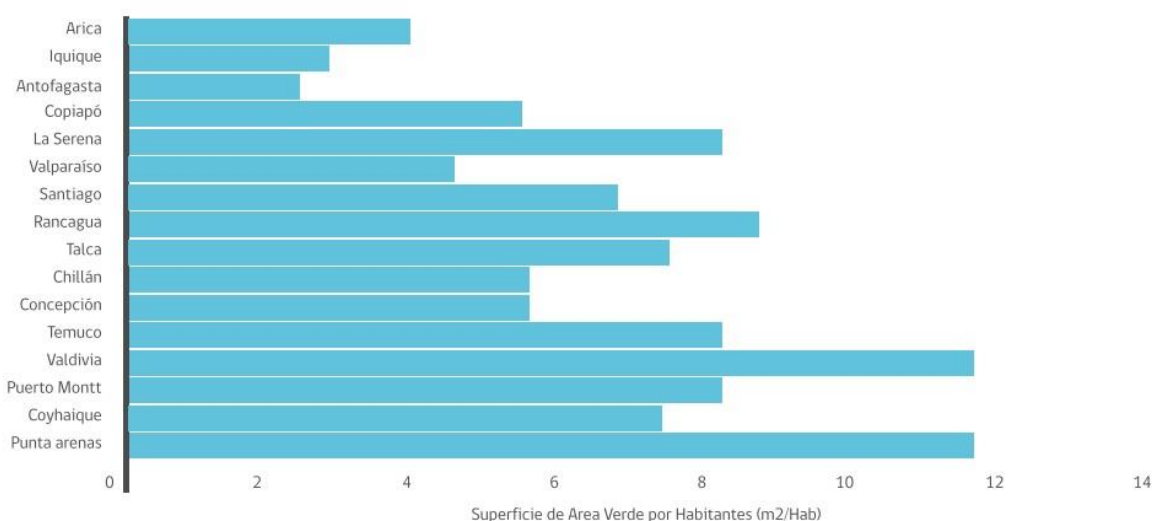
A nivel central, la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo del Ministerio del Interior desarrolló un indicador de áreas verdes con mantenimiento municipal por habitante para cada comuna, y publica esta información en el Sistema Nacional de Información

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Municipal (SINIM). De igual manera, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) difunde este indicador por medio de la plataforma web Observatorio Urbano ([www.observatoriorurbano.cl](http://www.observatoriorurbano.cl)). Por su definición, este indicador sólo hace referencia a las áreas verdes públicas que reciben mantención por parte de los municipios, relegando las áreas verdes privadas y áreas verdes municipales sin mantención alguna (MMA, 2012).

Posteriormente, (MMA, 2017) publicó un estudio para evidenciar el promedio de áreas verdes por habitante dentro de las capitales regionales y sus conurbaciones urbanizadas, el cual es representado en la figura 2.

**Figura 2.** Áreas verdes públicas en las capitales regionales y sus conurbaciones según superficie de parques y plazas por habitantes (m<sup>2</sup>/hab).



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente (2021).

Se entenderá por parques a aquellas áreas verdes públicas con una superficie mayor o igual a 20.000 m<sup>2</sup> y por plaza a aquellas áreas verdes públicas con una superficie entre 450 y 19.999 m<sup>2</sup>.

A nivel nacional las ciudades con mayor disponibilidad de áreas verdes públicas por habitantes se localizan principalmente en la zona sur y austral, resultando ser Valdivia (11,4m<sup>2</sup>/hab) y Punta Arenas (11,4m<sup>2</sup>/hab) las ciudades que cumplen con el estándar propuesto por la organización mundial de la salud (OMS) de (9 m<sup>2</sup>/hab) y por estándares más reciente planteados por el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano, estándar que además debe ser complementado por una adecuada accesibilidad de sus usuarios (CNDU,2020). Sin embargo, en la zona norte del país se localizan las ciudades con menor disponibilidad de áreas verdes públicas por habitante, tales como Arica (3,8 m<sup>2</sup>/hab), Iquique (2,7 m<sup>2</sup>/hab) y Antofagasta (2,3 m<sup>2</sup>/hab), a excepción de la ciudad de la Serena que dispone de (8,0 m<sup>2</sup>/hab) donde se destaca la presencia del parque Gabriel Coll, que cuenta con una superficie aproximada de 784.655 m<sup>2</sup> (MMA, 2021).

Algunos estudios (Reyes y Figueroa, 2010; Figueroa, 2008) realizan un análisis mucho más completo sobre la disponibilidad y distribución de las áreas verdes en el Gran Santiago

(GS), esta vez incluyendo todas las áreas verdes disponibles en el territorio, es decir, las áreas verdes municipales con y sin mantención y aquellas áreas verdes de índole privada como jardines y patios privados. En síntesis, existe un patrón de distribución que podría asociarse a todos los territorios chilenos, donde las comunas con mayores ingresos poseen mayor superficie de áreas verdes por habitante que aquellas de menores ingresos.

Por otra parte, (Puppo *et al.*, 2018) plantean que las políticas tendientes a la descentralización de la gestión replican y reproducen un modelo urbano que no considera sustantivamente las características de localización y tamaño de los territorios. El supuesto que opera desde esta perspectiva es que el ejercicio de comprensión de la gestión institucional no refiere únicamente al estudio de las decisiones vinculadas a la gobernanza local, sino que también, debe aproximarse a las modalidades de manifestación de dichas decisiones en el medio físico, y su vinculación con las personas y grupos sociales. Existen diferentes perspectivas respecto a la gestión de las áreas verdes en el país, pero todas llevan al mismo destino ya que las lógicas neoliberales que orienta la acción estatal en torno a la administración de sus recursos obstruyen las posibilidades reales de que la gestión local y la comunidad puedan ingerir significativamente en los procesos de planificación, diseño y ejecución de los proyectos que llevan a cabo cada municipio (Puppo *et al.*, 2018).

Al respecto, se plantea que los municipios juegan un rol clave al vincularse directamente con la comunidad, y a su vez, al ser puente de contacto entre el Estado y cada territorio comunal. Sin embargo, las políticas de desarrollo urbano en Chile se delinearán a nivel central, tanto programática como económicamente, por lo tanto, el despliegue de las políticas locales depende directamente de los programas de financiamiento estatal, sin contar con la capacidad de integrar las perspectivas locales de cada ciudad y/o comuna en los planes de intervención urbana de su propio territorio. Esto último, devendría en proyectos inadecuados o insuficientes en términos de cantidad, diseño, y pertinencia local, explicando en gran parte el escaso uso que alcanzan esos espacios al momento de ser recibidos por la comunidad (Puppo *et al.*, 2018).

### **2.3.6. Vegetación urbana.**

La vegetación ha sido un elemento relevante en el diseño y planificación de las ciudades, no solamente para satisfacer una necesidad estética, sino por el contrario, como un elemento fundamental para diagnosticar y determinar el ambiente físico inmediato a través de los beneficios ambientales propios que puede brindar de la vegetación (Ochoa de la Torre, 1999). En la mayoría de los países “desarrollados” el manejo y gestión de la vegetación urbana ha evolucionado desde funciones meramente estéticas a funciones medioambientales, incluyendo en algunos casos los beneficios económicos cuantificables de árboles y de espacios verdes.

Un punto relevante en la gestión de las áreas verdes públicas son los criterios en la selección de las formaciones vegetales (arbóreas, arbustivas y herbáceas) empleados para plantar en dichas áreas. Según (Hernández, 2000) es relevante establecer diferencias conceptuales entre la *flora* y la *vegetación* para lograr una mejor gestión y comprensión del proceso de proliferación de especies vegetales. Con relación a la vegetación, se refiere a los aspectos *cuantitativos* de la arquitectura vegetal, es decir su distribución horizontal y vertical sobre la superficie, mientras que la flora corresponde a la definición *cualitativa* de

dicha arquitectura, referido a las especies componentes de ella. Las formaciones vegetales pueden ser simples o complejas de acuerdo con la dominancia de uno o más tipos biológicos respectivamente (Tabla 3). Para (Hernández ,2000), el criterio de dominancia está dado por un umbral de densidad o cobertura, cuyo valor varía según la región ecológica considerada, aspecto fundamental en el criterio de selección de especies según zona geográfica: 1% en zonas desérticas, 10% en zonas áridas, 25% en zonas semiáridas, húmedas y templadas.

**Tabla 3.** Tipos biológicos de formación vegetal.

Herbáceos	Son aquellas especies cuyos tejidos no están lignificados (no son leñosos), con tallos ricos en clorofila y fotosintéticos (Hierbas).
Leñosos bajos	son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño no pasa los dos metros de altura (Arbustos)
Leñosos altos	Son aquellas especies de tejidos lignificados o leñosos cuyo tamaño excede los dos metros de altura (Árboles)
Suculentos	Bajo esta denominación se agrupan principalmente las Cactáceas y Bromeliáceas, especies que presentan una fisiología muy particular, sobre todo respecto a la fijación de anhídrido carbónico. (Cactus o Quiscos y Chaguales o Puyas)

Fuente: Hernández (2000).

La vegetación presente en ambientes urbanos adquiere ciertas características que la diferencia de los ambientes naturales. Según (McKinney, 2002) más del 80% de las áreas centrales de las ciudades suelen estar cubiertas por edificios o superficies impermeables (pavimento), dejando sólo un 20% de la superficie para vegetación. Las presiones que ejerce el medio ambiente urbano (contaminación, erosión, la presencia de especies introducidas, entre otras) son factores que han mermado la diversidad de especies vegetales en las ciudades. En ese sentido, existe una predominancia de especies exóticas de vegetación por sobre las especies nativas en las zonas urbanas, esto se explica en gran medida ya que se prefiere plantar este tipo de especies dado a que los criterios en la selección son meramente estéticos y económicos por sobre criterios medioambientales (Hough, 2004).

En relación con los criterios de selección de especies, en Chile central y en algunas ciudades chilenas, se ha evidenciado que existe una predominancia de especies introducidas que no son propias del ambiente en el cual se han implementado, amenazando su proliferación hacia los espacios naturales (Teillier *et al.*, 2010). En Chile, los bosques están siendo invadidos por especies traídas para uso agrícola, forestal y ornamental. Por su parte, en muchos de los territorios costeros del país exceden las plantaciones forestales de Eucaliptos (*Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus gunnii*) y Pinos (*Pinus radiata*), los cuales desde un punto de vista físico ecológico crecen más rápidamente que en sus países de origen dado a las condiciones de humedad marítima y a la dirección de los vientos predominantes (suroeste) (Municipalidad de Algarrobo, Gobierno Regional de Valparaíso, Seremi MINVU y Universidad Marítima de Chile, 1998).

### **2.3.7. Biodiversidad urbana, especies nativas, endémicas, exóticas y amenazadas.**

Para hablar de biodiversidad urbana como tal, es preciso enfatizar en los orígenes del concepto de biodiversidad o diversidad biológica. La noción de biodiversidad tiene sus cimientos en la década de los ochenta con los trabajos de (Lovejoy, 1980) y (Rosen, 1985) refiriéndose al *número de especies que componen una comunidad de organismos en un área determinada*. El concepto mismo de biodiversidad fue acuñado por (Wilson, 1988) el cual expone una revisión global de la diversidad biológica, de los problemas y perturbaciones que se presentan en contextos urbanos. Por su parte, (Solbrig, 1991) señala que la biodiversidad es un resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes modos de ser para la vida y como la propiedad de las distintas entidades vivas de ser variadas.

Por otra parte, existen diversas manifestaciones en donde la biodiversidad puede estar presente. Cada clase de entidad (gen, célula, individuo, comunidad o ecosistema) tiene más de una manifestación, la cual se representa en diferentes niveles de organización biológica o escalas; Bioma (nivel geográfico), comunidad (nivel multiespecífico) y población (nivel genético-demográfico (Halffter, 1994). En ese sentido, la diversidad biológica o biodiversidad es una medida de heterogeneidad biológica de un sistema, es decir, a la cantidad y proporción de los diversos elementos biológicos que contiene un sistema en sus diferentes niveles o escalas (Halffter, 1994).

Hoy en día, existen múltiples definiciones y aplicaciones al concepto. No obstante, las definiciones más aceptadas dentro del mundo científico están ligadas a la conservación y al mantenimiento de la biodiversidad propuesta por la Convención sobre la Diversidad Biológica de las Naciones Unidas (1992). En ella se destaca el valor intrínseco de las diversas formas de vida y enfatiza en la necesidad de mantener los sistemas necesarios para la permanencia íntegra de la biosfera (Aguilera, 1997). Dicha convención entiende la biodiversidad como la *“variabilidad entre todos los organismos vivos y sus relaciones dentro de ecosistemas terrestres, marinos u otros ecosistemas acuáticos, así como el entramado ecológico del que forman parte; esto supone la consideración de la diversidad dentro de la especie, entre especies y entre ecosistemas”* (Organización de las Naciones Unidas, 1992). Sin embargo, el concepto conlleva múltiples definiciones que han ido en sintonía con la disciplina que lo aborda, así también con los objetivos de la investigación propiamente tal. En este sentido, la biodiversidad es una manifestación multifacética, multidimensional y multi escalar, debido a que puede ser observado y medido a cualquier escala geográfica desde lo más micro hasta la biósfera completa (DeLong, 1996).

Las diversas interpretaciones y definiciones sobre la biodiversidad llegan a un mismo cauce y pueden ser resumidas por lo planteado por Swingland (2001) donde la biodiversidad varía entre *“el número de especies en un mismo lugar”* hasta *“la variedad de formas de vida y los procesos bióticos y abióticos que la conforman”*.

Por su parte, la biodiversidad urbana acuñada a lo anteriormente expuesto y sumado a factores humanos, sociales y económicos dan forma a su definición. Es decir, integra genes, especies y hábitats en una interacción asociada a través de valores humanos, éticos, estéticos y socioeconómicos dentro de un contexto urbano (Tzoulas y James, 2010). La interacción entre sociedades humanas y los sistemas ecológicos han sido por lejos el campo más abordado para comprender, mantener y conservar la biodiversidad urbana en tiempos actuales (Cordero *et al.*, 2015).

### **Especies nativas**

La comprensión holística de la biodiversidad implica comprender también la composición de las comunidades biológicas (McKinney, 2002). Uno de los métodos más efectivos para llevar a cabo este fin es la clasificación de las especies con relación a su origen (endémico, nativo y exótico) siendo uno de los criterios relevantes junto con la alta diversidad de especies para dedicar prioridad a aquellos hábitats que necesitan labores de conservación y protección (Naciones Unidas, 1992).

Las especies nativas son aquellas que se presentan dentro de su área de distribución natural, las cuales se originaron o llegaron naturalmente al área, sin intervención antrópica directa. Asimismo, representan cerca del 23% de las especies descritas para Chile (Collaborative Partnership of Sustainable Wildlife Management y Union of Forests Research Organizations, 2016; MMA, 2017).

### **Especies endémicas**

Las especies endémicas son aquellas que su distribución se restringe a un territorio en particular, por ende, su presencia no será detectada en ninguna zona del planeta. Por lo tanto, las especies endémicas son un subconjunto de las especies nativas, es decir, las especies endémicas son especies nativas propiamente tal. Sin embargo, no todas las especies nativas son especies endémicas ya que pueden existir especies nativas que se encuentren en dos o más territorios (Chile – Argentina) como es el caso de la especie *Araucaria araucana* (UICN, 2008; MMA, 2017). Para el caso de este estudio se consideran las especies endémicas que se distribuyen geográficamente al interior de los límites administrativos de Chile. Por su parte, las especies nativas y endémicas cumplen funciones ecosistémicas fundamentales para favorecer el equilibrio de su estructura y funcionalidad, para crear hábitats para la vida silvestre y permitiendo que la biodiversidad local de una zona trascienda en el tiempo (Slattery *et al.*, 2003).

A nivel nacional, cerca del 25% de las especies son endémicas, lo que conlleva especial énfasis en la conservación de estas especies y su aporte a la biodiversidad del planeta (MMA, 2017). No obstante, la distribución de las especies endémicas del país no es homogénea en los taxones, siendo los anfibios los que representan mayor endemismo (65%). Algunas estimaciones muestran que cerca del 55% de las especies vegetales son endémicas en Chile. Otros grupos, como las aves, registran cerca del 2% de endemismo, esto se explica en su parte, por sus cualidades intrínsecas de movilidad y dispersión (MMA, 2017).

### **Especies exóticas**

Las especies exóticas son aquellas especies que se presentan en una región externa a su área de distribución natural, es decir, corresponden a las especies cuyo origen natural ha tenido localización en otra parte del mundo por factores principalmente antrópicos (Fuentes *et al.*, 2014; MMA, 2017). Usualmente, las especies invasoras generan una serie de perturbaciones para la biodiversidad, alterando la composición y estructura de las comunidades biológicas nativas y/o endémicas, además de alterar y despojar de su nicho ecológico a muchas especies nativas (Becerra, 2008).



Otro rasgo particular de las especies exóticas es que puedan presentar una condición de especie exótica invasora (EEI), cuando su introducción y proliferación amenaza la diversidad biológica originaria ya que son capaces de reproducirse en amplias cantidades y propagarse en áreas extensas permitiendo su colonización en hábitats naturales (Fuentes *et al.*, 2014). Las EEI son una de las tres causas y fenómenos más cruciales de la extinción de especies, junto con la sobreexplotación y la alteración de los hábitats (MMA, 2017).

En Chile, la proliferación de especies exóticas es una problemática ambiental preponderante durante los últimos años, no sólo de especies animales, sino que también de especies vegetales. En efecto, cerca del 15% de las especies de flora que se presentan en el medio silvestre son exóticas (MMA, 2017). Amenazando considerablemente la proliferación de aquellas especies nativas o endémicas y generando que los ecosistemas pierdan su capacidad de resiliencia a través del tiempo (Vilá y Ibáñez, 2011).

### **Especies Amenazadas**

Dada la alta presencia de especies exóticas e invasoras en el territorio nacional, las especies originarias presentan problemas en su conservación o amenazas que signifiquen la extinción en el mediano plazo, al menos el 10% de la probabilidad de extinción en menos de 100 años (MMA, 2017). Dichas especies han sido categorizadas como amenazadas para su próxima conservación en el tiempo a través de las listas de especies amenazadas o listas rojas.

Las listas rojas nacen del alero de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en la década de los sesenta con la finalidad de conocer el estado de conservación, o el riesgo de extinción de las especies sobre la tierra. Actualmente, de acuerdo con la última actualización de la lista roja para el año 2012 las categorías de conservación vigentes son (de mayor a menor riesgo): extinto (EX), extinto en estado silvestre (EW), en peligro crítico (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU), casi amenazada (NT), preocupación menor (LC), datos insuficientes (DD) y no evaluado (NE). Una especie se considera amenazada si pertenece a las categorías en peligro crítico (CR), en peligro (EN) o vulnerable (VU) (Ministerio de Medio Ambiente, 2014).

A nivel nacional, las primeras iniciativas con relación a categorizar las especies amenazadas en Chile es el listado de especies amenazadas que se publicó en el año 1971. Posteriormente, en la década de los setenta y ochenta la corporación nacional forestal (CONAF) se introduce en el tema, publicando diversas evaluaciones y destacando como referentes técnicos, los libros Rojos de los vertebrados terrestres de Chile y el Libro Rojo de la flora terrestre de Chile, años 1988 y 1989, respectivamente (MMA, 2017).

### **3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo General:**

- Evaluar la vegetación de las áreas verdes públicas en la ciudad de Algarrobo.

#### **Objetivos Específicos:**

*“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.*

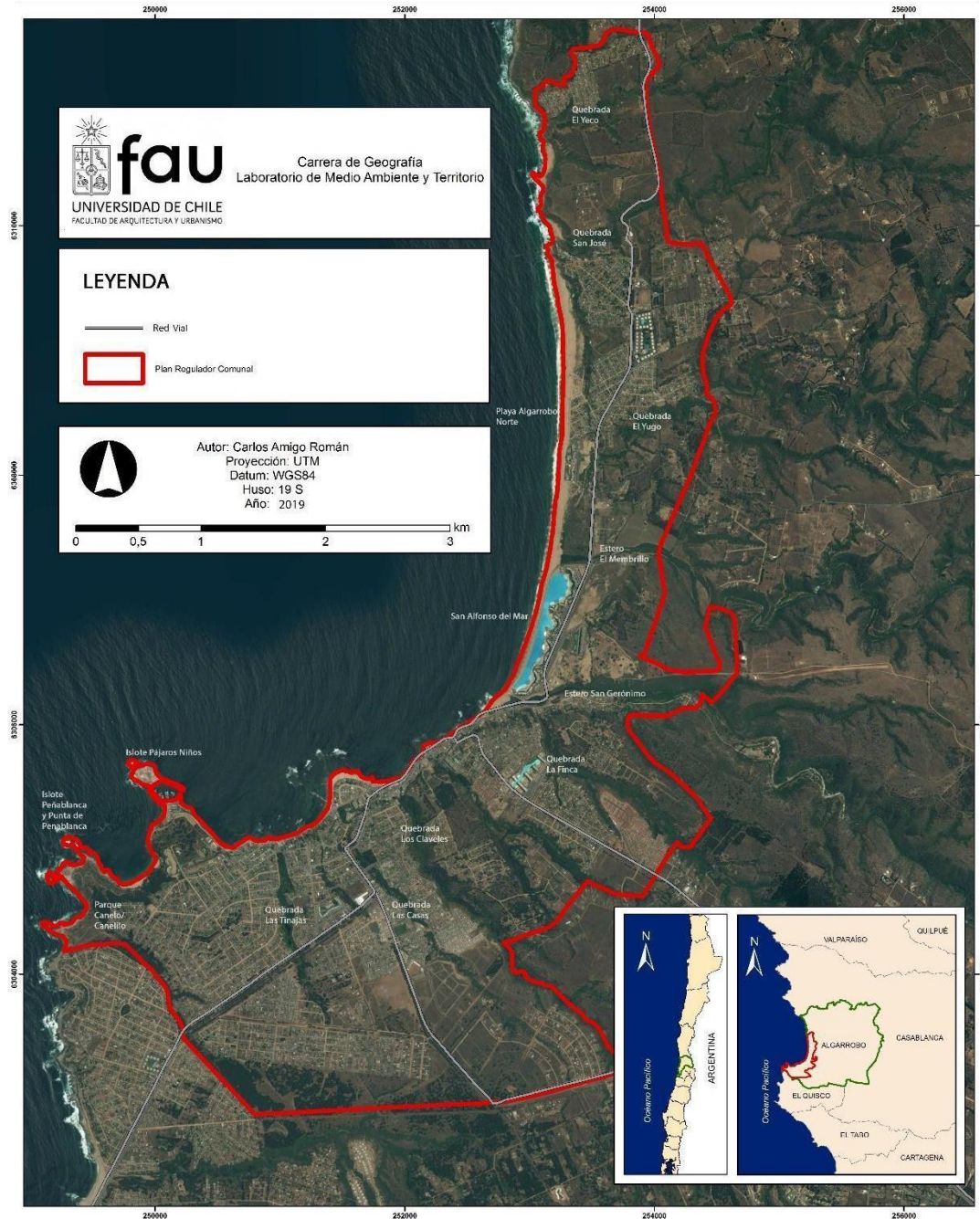
- Identificar las áreas verdes reconocidas en los instrumentos de planificación territorial a escala comunal.
- Definir y aplicar indicadores de calidad vegetacional para las áreas verdes.

#### **4. MARCO METODOLÓGICO.**

El área de estudio en la presente investigación corresponde al área urbana zonificada por el Plan Regulador Comunal (PRC) de la ciudad de Algarrobo (Figura 3), región de Valparaíso. La ciudad de Algarrobo posee una superficie de 176 km<sup>2</sup> con una población aproximada de 10.919 habitantes, de los cuales un 75,4% corresponde a una población urbana y un 24,5% a población rural (GOREVALPARAISO, s.f). En la ciudad existen aproximadamente 20.194 viviendas, de las cuales 2.765 pertenecen a la población residente, mientras que cerca de 17.429 corresponden a segunda vivienda (Ilustre Municipalidad de Algarrobo 2014). Por su parte, la población flotante de la ciudad durante los meses estivales puede alcanzar fracciones cercanas a las 80.776 personas. Según información del Servicio Nacional de Turismo, SERNATUR, la cantidad de población flotante de turistas en Algarrobo para el año 2016 fue de 2.545.074 personas (PLADECO Algarrobo, 2017). En este sentido, Algarrobo es una ciudad que posee características relacionadas al turismo, y al crecimiento de su población flotante en los meses de verano, los cuales, a su vez, son una de las actividades económicas más sustanciales en la ciudad.

**Figura 3.** Área de estudio

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.



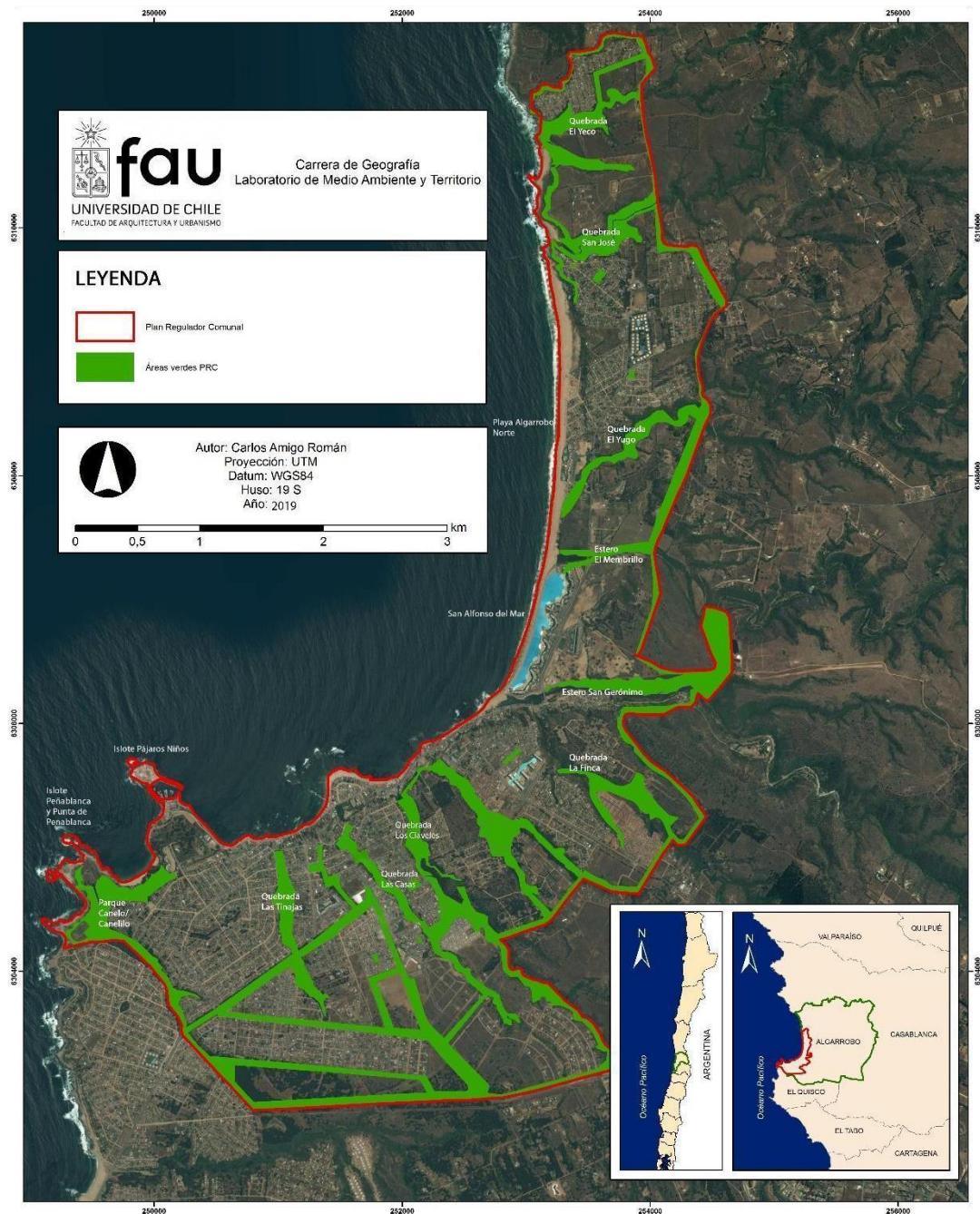
Fuente: Elaboración propia.

La ciudad de Algarrobo se caracteriza por presentar tres unidades geomorfológicas principales: planicie litoral, terrazas marinas y la cordillera de la costa. Siendo las dos primeras disectadas latitudinalmente por quebradas y esteros que nacen en la cordillera de la costa (PLADECO, 2017). Por su parte, las quebradas y esteros forman gran parte del territorio comunal ocupando la mayor superficie de la Infraestructura verde de Algarrobo con un 18,6% de la totalidad del área de estudio (Novoa, 2017). En ese sentido, las quebradas y esteros corresponden a las áreas verdes públicas de la ciudad de Algarrobo

*“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.*

que abarcan la mayor cantidad de superficie en comparación a los otros componentes de infraestructura verde (Figura 4).

**Figura 4.** Área de estudio y áreas verdes públicas.



Fuente: Elaboración propia.

Como se menciona anteriormente, el área delimitada en la figura 4 corresponde a la zonificación elaborada por el Plan Regulador Comunal de Algarrobo (PRC). La zonificación

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

y para términos del presente estudio, contempla el área urbana del territorio comunal analizado, el cual tiene una superficie aproximada de 1638,4 hectáreas.

#### **4.1. Identificación de espacios verdes.**

##### **4.1.2. Análisis de la información municipal.**

En primer lugar, se realizó una recopilación, adquisición y depuración de la información sobre áreas verdes contenida en los instrumentos normativos de escala comunal en la ciudad de Algarrobo. La información fue obtenida en formato *shape* lo cual facilitó su análisis y manipulación mediante el software ArcGis 10.3.

En segundo lugar, la información recopilada fue georreferenciada mediante el software ArcGis 10.3 para posteriormente analizar y ordenar los polígonos definidos como áreas verdes según el respectivo Plan Regulador Comunal (PRC). En él se identificaron 28 áreas verdes públicas, las cuales fueron clasificadas en diferentes componentes según su homogeneidad y su representación espacial dentro de la comuna (Tabla 4).

Posteriormente, se adquirieron las imágenes satelitales del área de estudio para desarrollar un análisis geoespacial sobre la cantidad de vegetación en términos porcentuales para las áreas verdes públicas de la comuna de Algarrobo.

Para dar cumplimiento a los objetivos se utilizó un enfoque metodológico de carácter cuantitativo, que de acuerdo con Sampieri (2006) se basa en la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

La metodología consta de tres etapas de las cuales en primera instancia se adquirió la información espacial de áreas verdes para la ciudad de Algarrobo, información que fue cedida libremente por la Municipalidad de Algarrobo. La segunda etapa consistió en la adquisición de imágenes satelitales libres del satélite SENTINEL 2, para así, lograr generar el posterior análisis. Después, se procedió a definir indicadores para la evaluación de la vegetación de las áreas verdes públicas de Algarrobo. Los indicadores para definir la evaluación de la vegetación se basaron en el análisis estadístico multivariado a través del proceso de clasificación supervisada, el cual fue elaborado mediante el software ArcGis 10.3. Del mismo modo, se desarrollaron índices a fines a la investigación junto con la elaboración de una ficha de índole ambiental que sostenga la evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas de la comuna de Algarrobo.

**Figura 5.** Áreas verdes públicas según Plan Regulador Comunal.

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.



Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, y debido a la cantidad de áreas verdes presentes en el área de estudio (28) fue necesario clasificar la totalidad de las áreas verdes en cinco componentes de infraestructura verde para lograr una escala de análisis más conveniente al momento de comparar dichas áreas. La tabla 4 representa dicha clasificación y la cantidad de áreas verdes por componente de infraestructura verde presentes en el área de estudio.

**Tabla 4.** Clasificación de las áreas verdes públicas de Algarrobo.

Áreas verdes públicas	Cantidad
Quebradas y esteros	13
Calles y avenidas	5
Plazas	7
Sitios eriazos	2
Parques	1

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2. Clasificación supervisada.

##### Preparación de las imágenes satelitales.

El primero paso para la realización de la clasificación supervisada consistió en la adquisición de imágenes satelitales SENTINEL 2 colección L2A mediante el sitio web

<<https://remotepixel.ca/projects/satellitesearch.html>>, con fecha del 04/04/2016. Dichas imágenes fueron seleccionadas por sus condiciones óptimas de visibilidad debido a no poseían nubosidad o perturbaciones a la hora de realizar el análisis. Así mismo, al ser imágenes de la colección L2A poseen correcciones que corrigen la influencia de la presencia atmosférica modificando los valores de píxel y generando imágenes más nítidas y claras, eliminando el tradicional aspecto visual de nieblilla a lo largo de la imagen.

Posteriormente, se seleccionaron tres tipos de bandas electromagnéticas que contiene la imagen satelital con la finalidad de seleccionar aquellas bandas que puedan dilucidar una imagen “color verdadero” sin ruidos o perturbaciones. La imagen color verdadero contiene las bandas espectrales 2,3 y 4 que representan los colores azul, verde y rojo (RGB) respectivamente. Una imagen de composición de color verdadero muestra la combinación de las bandas anteriormente mencionadas y corresponde a la forma que vemos el planeta, es decir, la vegetación aparece verde, el agua de azul a negro y la tierra desnuda y las superficies impermeables de gris claro y marrón.

Las características espaciales y espectrales son representadas en la tabla 5.

Con la obtención de las imágenes satelitales del área de estudio se procedió a realizar un método que permitiese explorar diferentes tipos de atributos o clases por medio del análisis estadístico multivariado conocido como *clasificación supervisada*, el cual presenta una serie de pasos metodológicos que se expresan en la Figura 6. Estos pasos están descritos con mayor detalle en el Anexo 31.

**Tabla 5.** Características espectrales y espaciales imágenes L2A, satélite SENTINEL 2.

Características de los instrumentos		
Sensor	Intervalos de longitud de onda (µm)	Tamaño de píxel (m)
<b>SENTINEL 2: 10 metros</b>		
Banda 2	490 nm	10
Banda 3	560 nm	10
Banda 4	665 nm	10
Banda 8	842 nm	10
<b>SENTINEL 2: 20 metros</b>		
Banda 5	705 nm	20
Banda 6	740 nm	20
Banda 7	783 nm	20
Banda 8	865 nm	20
Banda 11	1610 nm	20
Banda 12	2190 nm	20

Fuente: <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions>

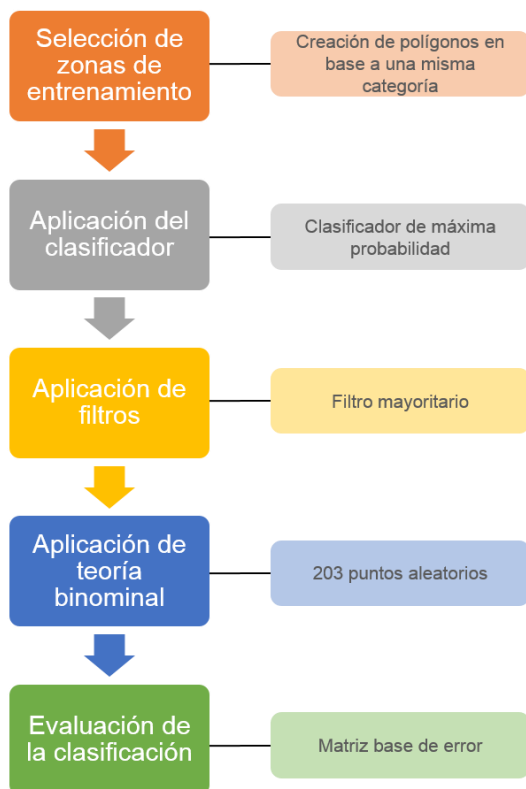
En ella se evidencia la cantidad y tipo de bandas espectrales utilizadas en el análisis junto con el intervalo de longitud de onda y el tamaño de los píxeles utilizados para identificar la vegetación presente en las áreas verdes públicas de la ciudad de Algarrobo.

### **Clasificación supervisada.**

El método consiste en identificar sobre las imágenes características o clases de interés a trabajar o desarrollar para luego fijar zonas que posean las mismas características espectrales con las que se obtienen zonas representativas para cada una de las clases

seleccionadas. Dichas zonas se les denomina como “training fields” <áreas de entrenamiento> las que representan a cada una de las clases, y se utilizan para asignar valores espectrales al resto de los píxeles de la imagen en virtud de la similitud de sus niveles digitales (ND) con los extraídos como referencia. Finalizado este proceso inicial, se calculan estadísticamente las categorías previamente elaboradas a partir de los ND de todos los píxeles incluidos en las áreas de entrenamiento de esa misma clase, tomando en consideración, la totalidad de las bandas que intervienen en la clasificación (CHUVIECO, 2010; pág. 389).

**Figura 6.** Pasos metodológicos del proceso de clasificación supervisada.



Fuente: Elaboración propia.

### Elaboración de la clasificación supervisada

Posterior a las descargas de las imágenes satelitales se procedió con la selección de las áreas de interés para el análisis estadístico y clasificación supervisada. Con respecto a la ciudad de Algarrobo, se identificaron seis clases en base a objetos de interés (playas, humedales, masas de agua artificial, vegetación, suelo desnudo y suelo construido), las cuales denominaremos como “áreas de entrenamiento”. Las categorías o áreas de entrenamiento identificadas en la ciudad de Algarrobo se expresan en la Figura 7 y sólo una fue desarrollada para fines de la presente investigación. En ese sentido, la categoría de *Vegetación* fue la seleccionada para desarrollar el análisis estadístico y determinar los porcentajes de vegetación presentes en las áreas verdes públicas de la ciudad de Algarrobo.

**Figura 7.** Categorías para la ciudad de Algarrobo.





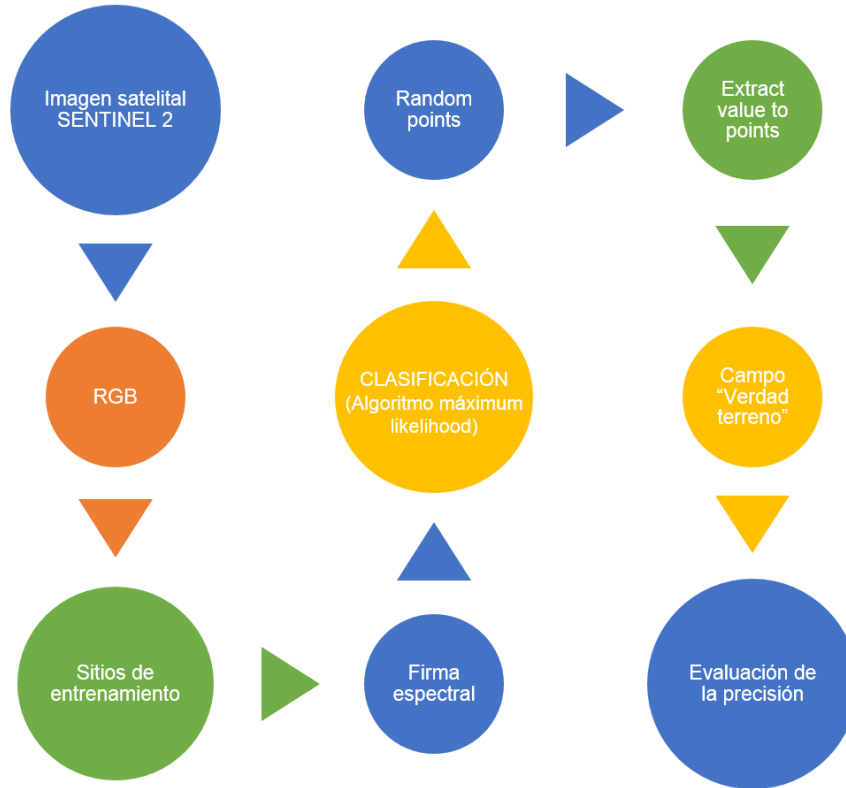
Fuente: Elaboración propia.

El siguiente paso consistió en la aplicación del clasificador mediante la herramienta del software ArcGis 10.3 “Clasificador de máxima similitud”. Según CHUVIECO (2010; pág. 407) el clasificador de máxima similitud considera que “*los ND en el seno de cada clase se ajusta a una distribución normal*”. De esta manera, este método se explica bajo una lógica gaussiana, a partir de un vector de medias y matriz varianza-covarianza. Cabe mencionar, que este cálculo se lleva a cabo para todas las categorías que intervienen en la distribución, asignando el píxel a aquella área donde se maximice la función de probabilidad.

De este modo, con el método de máxima probabilidad se puede calcular la probabilidad de que un píxel pertenezca a la categoría que le corresponde, conociendo sus valores en las distintas categorías empleadas en la clasificación. La figura 8 muestra el proceso metodológico para construir la clasificación supervisada en la presente investigación. Dicho proceso fue desarrollado a través del software ArcGis 10.3. En ella se presentan los pasos a seguir mediante el software ArcGis para que el proceso de clasificación supervisada sea válido para la presente investigación. Cabe mencionar que dicha clasificación se realizó a una escala de análisis de 1:25.000 pues ese nivel de detalle facilita el análisis de territorios urbanos comunales.

**Figura 8.** Proceso metodológico para la elaboración de una clasificación supervisada

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.



Fuente: Elaboración propia.

### Evaluación de la precisión.

Posteriormente, se evaluó dicha clasificación con la finalidad de buscar errores de píxeles mal clasificados y validar el proceso de clasificación.

Los pasos de la evaluación de la precisión corresponden a:

1. Creación de un *shape* de puntos que contenga 203 puntos.
2. Distribución aleatoriamente de 203 puntos en el área de estudio por comuna.
3. Extracción de los 203 puntos y creación de un nuevo campo al *shape* llamado “Verdad Terreno”
4. Corroboración de los valores espectrales de los 203 puntos y su relación con el campo “verdad terreno”
5. Evaluación estadística. En esta etapa fue necesario exportar los 203 puntos y generar la matriz base de error para evaluar estadísticamente mediante el coeficiente estadístico de Kappa la fuerza de concordancia en la clasificación previamente elaborada.

### Matriz base de error.

La matriz de base de error es una herramienta que calcula una matriz usando los puntos de evaluación de exactitud (203 puntos) para determinar aquellos errores en la clasificación de píxeles. Esta matriz posee diversos parámetros de (evaluación, exactitud, precisión general, comisión, omisión, entre otros) los cuales serán definidos a continuación:

- *Exactitud*: probabilidad en porcentaje de que el clasificador ha etiquetado un píxel

en la clase verdad terreno, es decir, es la probabilidad de que un píxel de referencia esté correctamente clasificado.

- *Precisión general*: corresponde a la precisión total de la clasificación.
- *Error de comisión*: representa píxeles que pertenecen a otra clase, pero se etiquetan como pertenecientes a la clase.
- *Error de omisión*: representa píxeles que pertenecen a la clase de verdad, pero no se clasifican en la clase adecuada
- *Coefficiente de Kappa (khat)*: técnica estadística que ajusta el efecto del azar en la proporción de la concordancia observada para elementos cualitativos (clases categorías). Es una de las mayores técnicas de uso para evaluar la exactitud y posee rangos numéricos para determinar la fuerza en la concordancia en la clasificación ver Tabla 6.

**Tabla 6.** Valoración coeficiente de Kappa

<b>Coeficiente Kappa</b>	<b>Fuerza de la concordancia</b>
0,00	Pobre
0,01 – 0,20	Leve
0,21 – 0,40	Aceptable
0,41 – 0,60	Moderada
0,61 – 0,80	Considerable
0,81 – 1,00	Casi perfecta

Fuente: Landis y Koch (1997).

Adicionalmente, se generaron las respectivas matrices para comprobar la exactitud de la clasificación, generando múltiples tablas que representan las clasificaciones elaboradas para la ciudad de Algarrobo, las cuales serán definidas y analizadas en los resultados de esta investigación.

**Tabla 7.** Matriz base de error para Algarrobo

<b>Clasificación</b>	<b>Realidad terreno</b>						
	Vegetación	Suelo D.	Suelo C.	Agua A.	Humedales	Playas	Total (%)
Vegetación	100	0	0	0	0	0	27
Suelo desnudo	0	93	7	0	0	0	47
Suelo construido	0	7	93	0	0	0	23
Agua artificial	0	0	0	100	0	0	1
Humedales	0	0	0	0	0	100	1
Playas	0	0	0	0	0	75	1

Fuente: Elaboración propia.

### **Determinar la cantidad porcentual de vegetación.**

Finalmente, y con la información de la distribución espacial de las categorías mediante la clasificación supervisada se procedió a realizar un cruce de variables con la finalidad de

determinar la cantidad porcentual de vegetación dentro de los polígonos facilitados por las autoridades municipales. Para ello, se cruzaron los polígonos de áreas verdes del Plan Regulador Comunal de la ciudad de Algarrobo con los polígonos generados mediante la clasificación supervisada. Además, se cruzaron polígonos que representan los componentes de infraestructura verde con la clasificación para dilucidar la cantidad de vegetación presente en cada componente de infraestructura verde.

Este proceso se llevó a cabo mediante la herramienta del software ArcGis 10.3 “Tabulate intersection” <tabular intersección>. Esta herramienta calcula la intersección entre dos clases de entidades y realiza una tabulación cruzada del área, la longitud o el recuento de las entidades que se intersecan.

### 4.3. Evaluación de la vegetación.

#### 4.4.1. Propuesta de índices para la evaluación de la vegetación.

Con la finalidad de evaluar la vegetación de las áreas verdes públicas se seleccionaron una serie de indicadores relacionados a la tipología de vegetación. En la tabla 8 se presentan los indicadores propuestos para dicha evaluación.

**Tabla 8.** Indicadores para la evaluación de la vegetación.

Dimensión	Indicador
Vegetación	Clasificación supervisada
	Origen de las especies
	Riqueza y abundancia
	Índice de diversidad de Shannon

Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, se seleccionaron estos indicadores con la finalidad de levantar información respecto a: 1) *evidenciar los porcentajes de vegetación presente en las áreas verdes públicas*, 2) *conocer la diversidad biológica presente en las áreas verdes públicas*, 3) *dilucidar la procedencia de las especies presentes en dichas áreas (nativas, endémicas y exóticas)*, por último, 4) *conocer la diversidad de especies, su abundancia y riqueza*.

Se elaboró una ficha (Anexo 2) que pudiesen demostrar patrones de vegetación para las áreas verdes públicas de la ciudad de Algarrobo. Para evaluar la vegetación se buscó información en terreno respecto a la cobertura de suelo, cantidad de estratos de vegetación y especies por estratos, riquezas y abundancia de las especies y finalmente el origen o procedencia de éstas. Cabe mencionar que se analizaron los estratos arbóreos y arbustivos.

Se realizaron 4 jornadas de muestreo durante el mes de agosto de 2018 en la cual se analizaron las 28 áreas verdes de la ciudad de Algarrobo. Para términos prácticos se clasificaron las áreas verdes en 5 tipologías; Quebradas y esteros, calles y avenidas, plazas, sitios eriazos y parques públicos. En ese sentido, se definieron puntos de muestreo, censos y transectos para evaluar las diferentes expresiones de las áreas verdes (Tabla 9). En cada uno de los transectos, puntos y censos de muestreo para el caso de la vegetación

se utilizó el inventario florístico Flora silvestre de Chile, zona central y El árbol urbano en Chile de Adriana Hoffman.

**Tabla 9.** Tipos de muestreos.

Tipología	Tipo de muestreo	Cantidad
Quebradas y Esteros	Puntos	48
Calles y avenidas	Transectos	16
Plazas	Censo	7
Sitios eriazos	Puntos	5
Parques	Puntos	3
Total		79

Fuente Elaboración propia.

### **Variables para considerar la evaluación de la vegetación.**

Según Hernández (2000) existen aspectos fundamentales para la determinación florística de una comunidad vegetal. En ese sentido, se acogieron algunas variables propuestas por el autor para levantar información respecto a la evaluación de la vegetación de las áreas verdes públicas. A continuación, se presentan aquellas variables adoptadas para términos de la presente investigación:

- **Estatus taxonómico de la especie:** Según catálogo de la Flora Vasculare (Marticornea y Quezada, 1985).
- **Estado de conservación:** Para cada especie, según aparece en el Libro Rojo de la Flora Chilena.
- **Origen geográfico:** Es fundamental establecer si la especie es originaria del lugar en el que se encuentra o ha sido introducida.
- **Abundancia (densidad):** Número de individuos por unidad superficial. Los elementos enumerados pueden ser plantas enteras o porciones de éstas, dependiendo de la morfología de las especies estudiadas.
- **Cobertura:** Proporción de terreno ocupada por la proyección perpendicular de las partes aéreas de las especies consideradas, usualmente expresada en porcentaje. En comunidades con varios estratos, la cobertura total para todas las especies puede exceder fácilmente el 100%.

### **Métodos en la aplicación de los muestreos.**

Hoy en día existen múltiples métodos que permiten realizar una caracterización florística de una comunidad vegetal, donde la aplicabilidad depende de los objetivos de cada estudio y de la estructura de la comunidad a estudiar. No obstante, independiente del método utilizado para el estudio florístico, cada punto de muestreo debe cumplir al menos con los siguientes parámetros (Hernández, 2000).

- Debe ser de tamaño suficiente como para contener todas las especies que pertenecen a la comunidad vegetal.

- El hábitat debe ser uniforme dentro del área de muestreo, dentro de los niveles que uno puede determinar.
- La cobertura vegetal debe ser lo más homogénea posible.

En relación con lo anterior y para términos de la presente investigación se utilizaron tres métodos de muestreos para levantar información de las áreas verdes públicas. En el caso de las áreas verdes mayores a 500 metros cuadrados se aplicaron puntos de muestreos a través de parcelas muestrales, para aquellas áreas menores a 500 metros cuadrados se realizaron censos de muestreo tomando la totalidad de las especies vegetales presentes en el censo. Finalmente, para aquellas áreas verdes lineales se realizaron transectos de muestreo de 100 metros de largo por 50 metros de ancho (dependiendo del ancho de la calle a evaluar y sus bordes) (Hernández, 2000).

Cabe mencionar que para los puntos de muestreo se realizó una parcelación que representa la totalidad del área en estudio. Por su parte, las parcelas de muestreo tienen como dimensiones 10 metros por 5 metros y fueron realizadas en general a la tipología de Quebradas y Esteros, mientras que los censos fueron aplicados en las plazas debido a su tamaño y los transectos en las calles y avenidas.

Finalmente, se llevó a cabo un proceso de espacialización de la información levantada, es decir, se procedió a situar en mapas referenciales los transectos, puntos y censos de muestreo tomados en terreno. Todo esto mediante el software ArcGis 10.3 para cada una de las áreas verdes públicas evaluadas (Tabla 10).

**Tabla 10.** Puntos de muestreo en quebradas y esteros.

Quebradas y Esteros / Punto de Muestreo		Coordenadas (X, Y)	
		X	Y
Las Petras	1	249.637	6.304.258
	2	250.032	6.303.980
	3	250.220	6.303.621
	4	250.474	6.303.303
	5	250.892	6.302.925
Las Tinajas	1	251.000	6.304.968
	2	251.052	6.304.690
	3	251.080	6.304.331
	4	251.179	6.304.105
	5	251.346	6.303.733
Los Pescadores	1	251.356	6.304.978
	2	251.396	6.304.806
	3	251.453	6.304.697
	4	251.676	6.304.568

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Las Casas	1	251.616	6.305.141
	2	251.801	6.304.813
	3	252.053	6.304.594
	4	252.653	6.303.827
Los Claveles	1	252.215	6.304.815
	2	252.295	6.304.746
	3	252.541	6.304.516
	4	252.831	6.304.189
Lance Bravo	1	531.89	6.304.774
	2	528.98	6.305.161
	3	538.73	6.304.572
La Finca	1	253.092	6.306.023
	2	253.201	6.305.776
	3	541.28	6.305.000
Estero San Gerónimo	1	253.224	6.306.287
	2	254.097	6.306.337
	3	254.149	6.306.289
Estero El Membrillo	1	253.414	6.307.353
	2	253.757	6.307.386
	3	254.095	6.307.347
	4	254.305	6.307.131
El Yugo	1	253.542	6.308.068
	2	253.814	6.308.227
	3	253.962	6.308.546
	4	254.176	6.308.524
San José	1	253.582	6.309.990
	2	253.713	6.310.056
	3	253.861	6.309.975
El Yeco	1	253.283	6.310.853
	2	253.619	6.311.023
	3	253.875	6.311.002
Algarrobo Norte	1	253.468	6.311.193
	2	253.619	6.311.396
	3	253.906	6.311.535

Coordenadas UTM Datum: WGS 1984, Huso 19 sur

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.2. Evaluación de la diversidad biológica.

##### Registro de vegetación:

Con relación al levantamiento de la vegetación se procedió a utilizar la metodología planteada por Hernández (2000) para vegetación leñosa, arbustiva y arbórea. Mediante el inventario florístico se identificaron todas las especies leñosas presentes en una parcela de

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

muestreo. Para el caso de esta investigación, no se evaluaron todas las variables propuestas por el autor, más bien se consideraron las especies identificadas y su abundancia.

Para el registro de la vegetación en las quebradas y esteros, sitios eriazos y parques se establecieron parcelas de muestreo con dimensiones fijas de 10 metros de largo y 5 metros de ancho. Estas medidas son óptimas para el estudio de comunidades arbóreas y arbustivas (Hernández, 2000).

Para el levantamiento de la información en las parcelas de muestreo se utilizó una ficha de terreno (Anexo 2), en la que se identificó el número de individuos de la especie identificada (*abundancia*), el número de especies presentes en las parcelas (*riqueza*) y la procedencia u origen de las especies (*endémicas, nativas y exóticas*). Para la identificación se utilizó la guía de campo Flora Silvestre de Chile: Zona Central (Hoffmann, 2012) y El Árbol Urbano en Chile (Hoffmann, 1998). En el caso de no haber reconocido la especie, se tomaron fotografías de la hoja y flor del individuo para posteriormente identificar con la ayuda de un experto/a en flora.

Posteriormente con los registros de vegetación identificados en cada uno de los puntos, transectos y censos, se procedió a evaluar la diversidad biológica presente por medio del índice de diversidad de Shannon.

#### **Índice de diversidad de Shannon:**

Obtenidos los resultados de la información en terreno se procedió a analizar la diversidad biológica a través del cálculo del índice de diversidad de Shannon para la vegetación presente en las áreas verdes públicas. Este índice también conocido como Shannon-Weaver es uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica. En él se refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: *el número de especies presentes y su abundancia relativa* (Pla, 2006). Por su parte, tiene valores de 0 cuando solamente existe la presencia de una especie y el logaritmo de S cuando las especies presentes son igual al número de individuos, el cual se calcula con la siguiente ecuación:

$$H = \sum_{i=1}^S (P_i)(\log_n P_i)$$

Donde:

H: Índice de la diversidad de la especie

S: Número de especies

P<sub>i</sub>: Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

Ln: Logaritmo natural

En la tabla 11 se observan los rangos propuestos por Caviedes (1999) para la interpretación y significación de los datos obtenidos en terreno.

**Tabla 11.** Rangos del índice de diversidad de Shannon.



“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Rango	Interpretación
< 1	Muy baja diversidad
> 1- 1,8	Baja diversidad
>1,8 – 2,1	Diversidad media
>2,1-2,3	Alta diversidad
>2,3	Muy alta diversidad

Fuente: Caviades (1999)

#### 4.4.3. Integración.

Con la finalidad de integrar los indicadores propuestos para determinar la calidad vegetacional de las áreas verdes públicas de la ciudad de Algarrobo se seleccionaron los indicadores propuestos anteriormente en la tabla 8.

En ellos se busca identificar la cobertura vegetal, origen de sus especies y su biodiversidad. Para desarrollar estos indicadores se realizaron los siguientes métodos que incluyen el factor vegetacional como factor principal para determinar la calidad vegetacional de las áreas verdes públicas de la ciudad de Algarrobo (Tabla 12).

**Tabla 12.** Indicadores y métodos para la evaluación de la calidad vegetacional.

Dimensión	Indicador	Método
Vegetación	Cobertura vegetal	Clasificación supervisada
	Origen de las especies	Inventario florístico.
	Biodiversidad (Riqueza y abundancia)	Índice de diversidad de Shannon.

Fuente: Elaboración propia.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Análisis de los indicadores propuestos.

#### 5.1.1. Coberturas de suelo.

Gran parte de las áreas verdes públicas de la ciudad de Algarrobo han experimentado cambios en su vegetación nativa, la cual se ha visto reemplazada paulatinamente por vegetación exótica (*Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*). Este fenómeno podría generar una serie de problemáticas asociadas a la acidificación del suelo obstaculizando la proliferación de las especies de carácter nativo o endémico (Magrini y López Varela, 2016). Esto se comprobó en terreno donde se observaron tres tipologías (quebradas, calles y avenidas y plazas) con abundante vegetación exótica (Figura 9). Por lo tanto, es preocupante que exista una considerable dominancia por parte de especies exóticas como el Eucalipto y Pino, debido a que además de ser inflamables y poseer una alta demanda

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

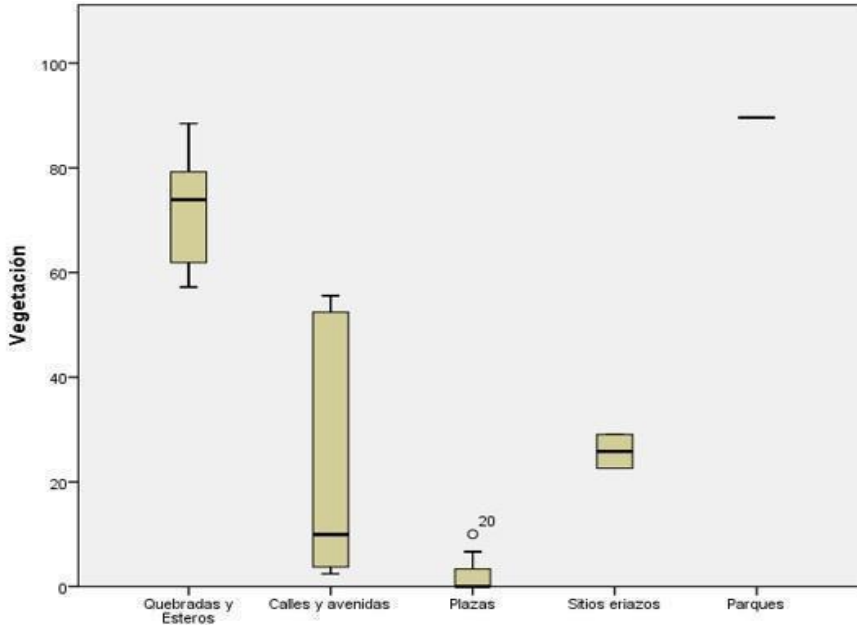
hídrica, actúan como corredores de viento acelerando la propagación de incendios forestales (Romero *et al.*, 2014).

**Figura 9.** Cambios de vegetación nativa por vegetación exótica.



Fuente. Elaboración propia.

**Figura 10.** Porcentajes de vegetación, áreas verdes públicas.



Fuente: Elaboración propia.

El gráfico de cajas expresa la dispersión de los porcentajes de vegetación presentes en las tipologías propuestas para la presente investigación. Se ilustra que las quebradas y los parques presentan los más altos grados de vegetación, lo siguen las calles y avenidas con una media muy por debajo de la mitad de su porcentaje máximo como tipología, esto quiere

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

decir, que existen calles con muy poca vegetación (av. Tranque viejo, carretera F-90 y G-98-F) como otras con cerca de la mitad de su superficie cubierta con vegetación (av. Isidoro Dubomais y av. El total). Por su parte, los sitios eriazos y las plazas son aquellas tipologías con valores más bajos de vegetación y el parque Canelo Canelillo arrojó cerca de un 90% de vegetación, debido a la gran cantidad de árboles que cubren casi la totalidad de la superficie.

### **Quebradas y Esteros:**

Por medio del proceso de *clasificación supervisada* para la totalidad del área urbana de la ciudad de Algarrobo (Figura 11), se lograron identificar las coberturas de suelo y los porcentajes de vegetación presentes en las áreas verdes y en todo el territorio urbano comunal analizado. En ellas se destaca la tipología de quebradas y esteros con los valores más altos de vegetación presente (Figura 10). Esto se explica en parte, debido a su condición de espacio natural o silvestre y a la escasa intervención antrópica dentro de ellas, sumado a la dificultad para acceder a muchas de estas áreas debido a barreras naturales y/o antrópicas observadas en terreno (Figura 12).

**Figura 11.** Clasificación supervisada, área urbana de la ciudad de Algarrobo.

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

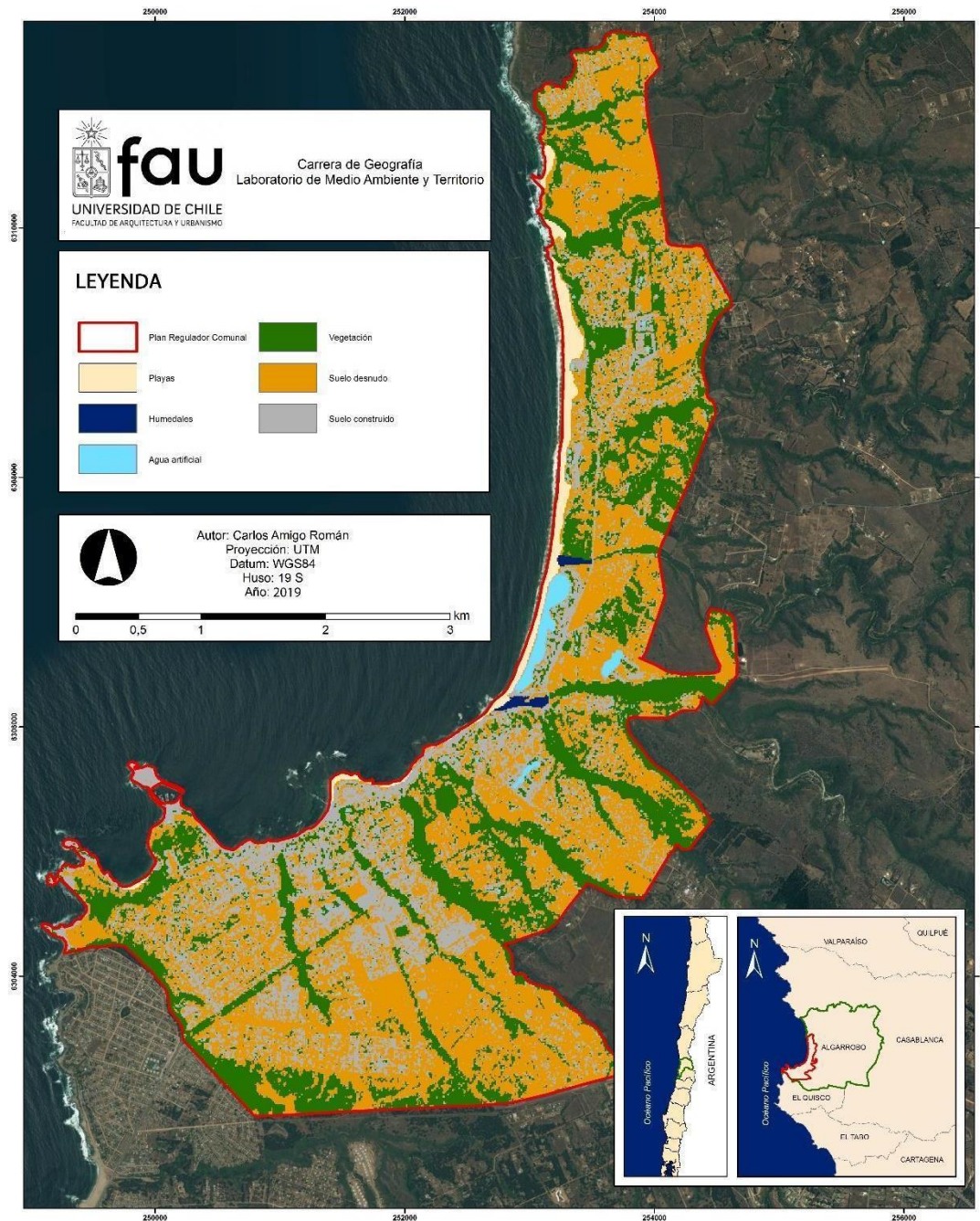


Figura 12. Acceso a Quebrada Algarrobo norte, sector el yeco.



Fuente: Elaboración propia.

La tabla 13 muestra en detalle los porcentajes de vegetación presente en las quebradas y esteros de la ciudad de Algarrobo. Se destacan las quebradas las petras, las tinajas y la finca con altos porcentajes de vegetación, lo que podría facilitar la provisión de servicios ecosistémicos a las comunidades circundantes (Carponi *et al.*, 2006).

**Tabla 13.** Porcentajes de vegetación presentes en las Quebradas y Esteros.

<b>Quebradas y Esteros</b>	<b>Superficie (m2)</b>	<b>Vegetación (%)</b>
Quebrada Las Petras	255512,95	88,4
Quebrada Las Tinajas	105371,67	87,3
Quebrada Los Pescadores	38318,79	61,8
Quebrada Las Casas	153459,58	60,9
Quebrada Los Claveles	423346,34	77,7
Quebrada Lance Bravo	200776,17	79,2
Quebrada La Finca	226708,92	80,3
Esteros San Gerónimo	274061,96	59,4
Esteros El Membrillo	92824,09	57,2
Quebrada El Yugo	143348,26	70,1
Quebrada San José	155555,47	75,2
Quebrada El Yeco	102823,63	69,4
Quebrada Algarrobo Norte	49098,01	73,9

Fuente: Elaboración propia.

### **Calles y avenidas:**

Con relación a esta tipología se consideraron aquellas áreas verdes presentes en el Plan Regulador Comunal de Algarrobo (1998) para la tipología de calles y avenidas propuestas para la presente investigación. Estas áreas se caracterizan por tener una condición lineal la que podría potenciarse como corredores ecológicos multifuncionales si su diseño, mantención y funcionamiento están en sintonía con los parámetros de un corredor verde

multifuncional, es decir, que tengan la capacidad de proveer múltiples y variados servicios ambientales, tanto sociales como ecológicos al mismo tiempo (Ahern, 1995). La Tabla 14 señala los porcentajes presentes en cada una de estas áreas.

**Tabla 14.** Porcentajes de vegetación presentes en las calles y avenidas.

Calles y avenidas	Superficie (m <sup>2</sup> )	Vegetación (%)
Av. Isidoro Dubomais	95165,72	55,5
Av. Tranque viejo	72187,25	3,7
Av. El Totoral	82967,49	52,4
Carretera F-90	32945,54	2,4
Carretera G-98-F	32209,38	9,9

Fuente: Elaboración propia.

#### Plazas:

Para la tipología de plazas existe una dicotomía con relación a la información entregada por el satélite a través del proceso de clasificación supervisada. En ella, se muestra que gran parte de las plazas no tienen vegetación alguna, lo que se contrasta con la información levantada en terreno. Esto se explica en parte, debido a que el tamaño de algunas plazas (2,3,4,5 y 7) es inferior o igual al tamaño del píxel de la imagen satélite SENTINEL 2 (10 metros) por lo que arrojó valores nulos o 0. La Tabla 15 ilustra aquellos valores y los porcentajes de vegetación presentes en algunas de estas tipologías.

**Tabla 15.** Porcentajes de vegetación presentes en plazas.

Plazas	Intersecciones	Superficie (m <sup>2</sup> )	Vegetación (%)
Plaza N° 1	El espio / Humberto fuentes	1513,42	6,6
Plaza N° 2	El espio / El Molle	1234,95	0
Plaza N° 3	Alicia Monckeberg / Los Quillayes	6797,91	0
Plaza N° 4	Aguas marinas / Corina Aravena	5048,89	0
Plaza N° 5	Puerto Pta. Arenas / Puerto Talcahuano	2564,66	0
Plaza N° 6	Av. Mirasol / Heimpell	6017,26	10
Plaza N° 7	Av. Mirasol / Buenos Aires	798,12	0

Fuente: Elaboración propia.

#### Sitios eriazos:

Dentro de esta tipología están aquellas áreas o predios en los que no existen construcciones, a excepción de aquellos que tengan destino agrícola, que se definen por su productividad agropecuaria o forestal (LGUC, 1976). Para el caso de las áreas verdes públicas de la ciudad de Algarrobo se encontraron dos sitios que caben dentro de esta descripción. En ellos se encontraron grados de similitud con relación a la cantidad y tipo de vegetación existente, además de compartir grados de proximidad a urbanizaciones residenciales. La tabla 16 muestra la ubicación en coordenadas UTM para el caso de los sitios eriazos y sus puntos de muestreo propiamente tal.

**Tabla 16.** Puntos de muestreo sitios eriazos.

Sitios eriazos / Punto de Muestreo		Coordenadas (X, Y)	
		X	Y
Sitio 1	1	251.044	6.302.839
	2	251.565	6.302.858
	3	252.643	6.302.986
Sitio 2	1	252.455	6.303.540
	2	252.550	6.303.629

Coordenadas UTM Datum: WGS 1984, Huso 19 sur.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 17.** Porcentajes de vegetación presentes en los sitios eriazos.

Sitios eriazos	Superficie (m <sup>2</sup> )	Vegetación (%)
Sitio 1	65959,09	22,5
Sitio 2	11677,74	29

Fuente: Elaboración propia.

#### Parques:

Dentro de esta tipología se encontró un área con las características de parque público. El parque canelo canelillo situado en las proximidades de la desembocadura de la Quebrada las petras cumplen con esta condición. Según la información arrojada por la imagen satélite SENTINEL 2 y posterior clasificación supervisada, el parque canelo canelillo presenta cerca de un 90% de vegetación. Cabe mencionar que la vegetación presente en dicha área está compuesta en su mayoría por pinos y eucaliptos (*Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*) lo que conlleva una serie de efectos ambientales relacionados al recurso hídrico y su escasez (Huber *et al.*, 2010).

**Tabla 18.** Porcentajes de vegetación presentes en los parques.

Parques	Superficie (m <sup>2</sup> )	Vegetación (%)
Canelo Canelillo	94350,18	89,6

Fuente: Elaboración propia.

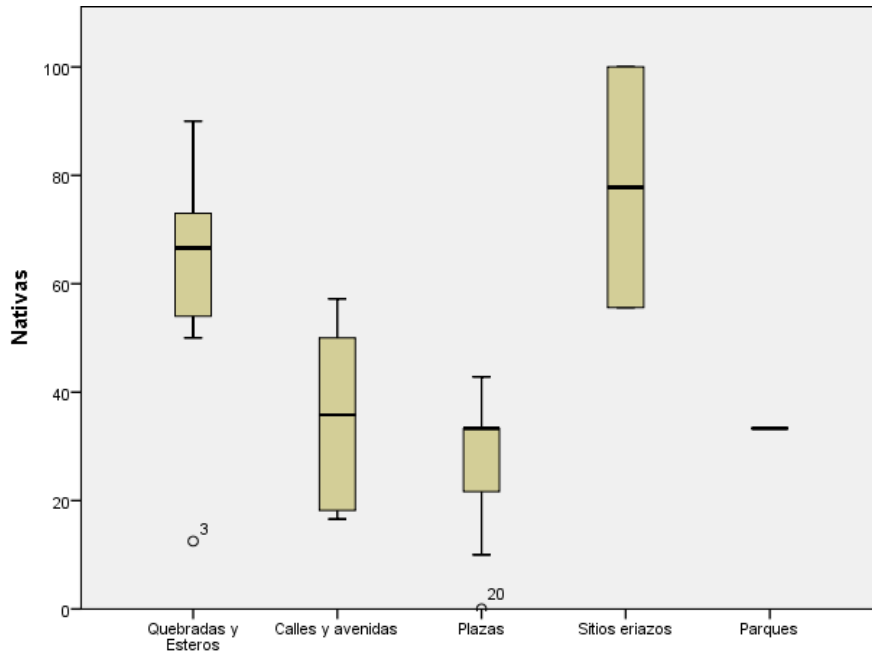
#### 5.1.2. Origen de las especies y diversidad biológica.

Con respecto al origen de las especies se analizaron las diferentes tipologías planteadas para la presente investigación (quebradas y esteros, calles y avenidas, plazas, sitios eriazos, y parques) para profundizar en cada una de ellas y así determinar en detalle sus características.

Uno de los factores relevantes a la hora de determinar el origen de las especies es reconocer su procedencia a través de la identificación de las especies. El reconocimiento de éstas permite clarificar las acciones de manejo y protección para las áreas verdes públicas que contengan vegetación de origen nativa y endémica. La figura 13 evidencia la

distribución y dispersión en las tipologías analizadas que presentan vegetación de origen nativo.

**Figura 13.** Distribución y dispersión de especies nativas áreas verdes públicas.



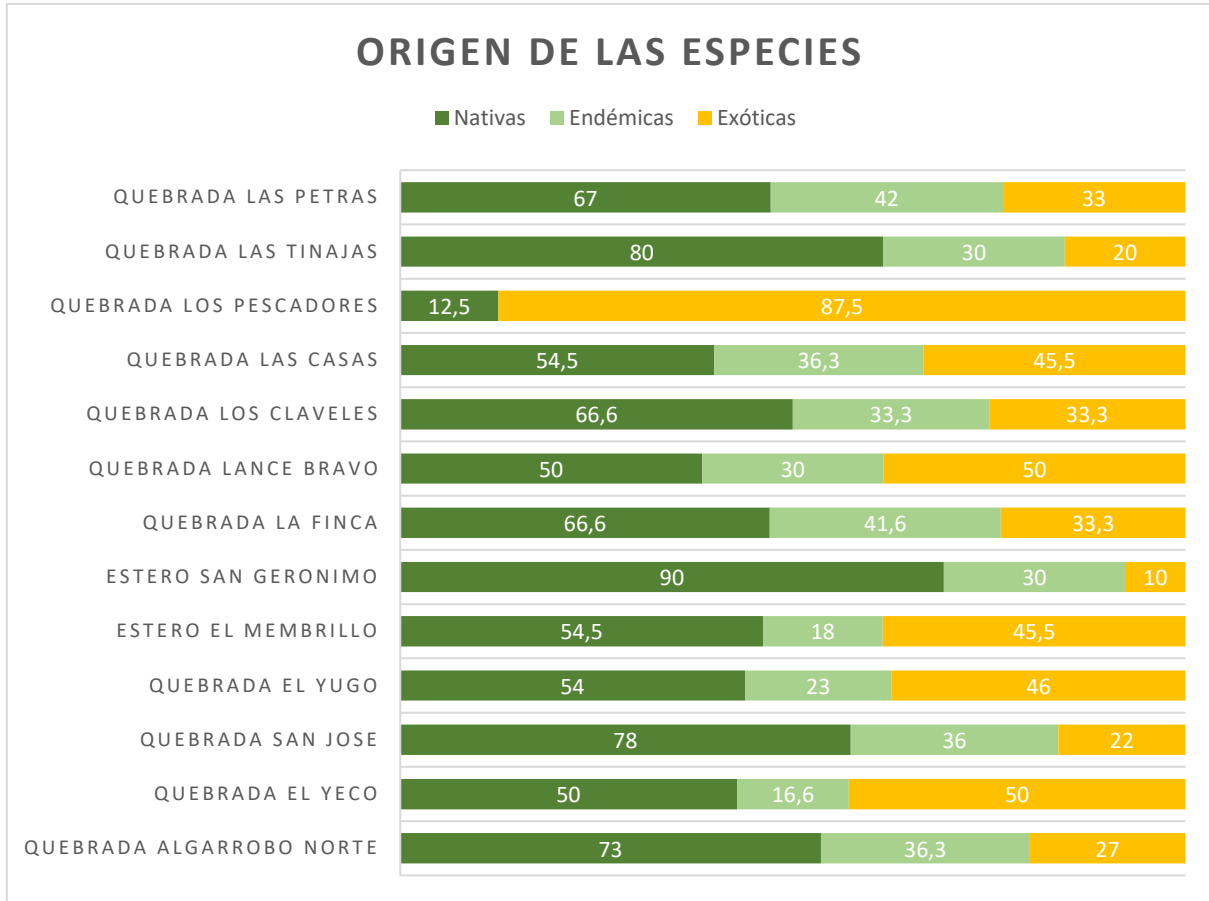
Fuente: Elaboración propia.

### **Quebradas y Esteros:**

En relación con la tipología de quebradas y esteros en general se encontraron altos valores con presencia de especies nativas. Algunas quebradas como señala la figura 14 evidencian aproximadamente un tercio su vegetación de origen endémico (las petras, las tinajas, las casas, los claveles, la finca, San José, y algarrobo norte), siendo las quebradas las petras y la finca aquellas que albergan mayor endemismo en esta tipología. Por otra parte, las quebradas que presentaron mayores porcentajes de vegetación exótica son aproximadamente 6 de las 13 quebradas analizadas, destacando la quebrada los pescadores con casi un 90% de su vegetación de origen exótico.

**Figura 14.** Origen de las especies por tipología. Quebradas y esteros.





Fuente: Elaboración propia.

#### Quebrada las Petras

En la quebrada las petras, cinco fueron los puntos analizados (P1, P2, P3, P4, P5). En ellos se identificaron alrededor de 12 especies vegetales leñosas siendo 8 de ellas nativas: Colliguay (*Colliguaja salicifolia*), Boldo (*Peumus boldus*), Bollén (*Kageneckia oblonga*), Matico (*Buddleja globosa*), Litre (*Lithrea caustica*), Peumo (*Cryptocarya alba*), Coligue (*Chusquea coleou*) y Romerillo (*Baccharis linearis*). Mientras que el resto de las especies (4) fueron identificadas como exóticas: Zarzamora (*Rubus ulmifolius*), Olivo (*Olea europaea*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) Pino insigne (*Pinus Radiata*). El anexo 3 ilustra el detalle de las especies identificadas en los puntos de muestreo al interior de la Quebrada las Petras.

En términos porcentuales de las 8 especies identificadas como nativas previamente, 5 de ellas resultaron también ser especies endémicas: Colliguay (*Colliguaja salicifolia*), Boldo (*Peumus boldus*), Bollén (*Kageneckia oblonga*), Litre (*Lithrea caustica*) y el Peumo (*Cryptocarya alba*).

En base a lo anterior, existe un 67% de especies nativas en la quebrada las Petras, de las cuales un 42% corresponden a especies endémicas. Por su parte, sólo un 33% fueron identificadas como especies exóticas.

Con respecto a la diversidad biológica presente en la quebrada las Petras. El número de especies leñosas que representan la riqueza del área verde fue de 12 especies, mientras que la abundancia total fue de 72 individuos, de los cuales las especies más abundantes fueron el coligue (20 individuos) y Eucalipto (18 individuos) (Tabla 19) (anexo 3).

En relación con el Índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la quebrada las Petras, se encontró que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 19.** Biodiversidad, quebrada las petras.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	12	72	67	42	33	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

### Quebrada las Tinajas

En esta quebrada los puntos de muestreo analizados fueron cinco (P1, P2, P3, P4, P5). En ellos se identificaron un total de 10 especies, donde 8 de ellas resultaron ser nativas; (Boldo, Litre, Algarrobo, Quebracho, Palqui, Chilca, Molle y Sauce Chileno). Asimismo, dentro de las especies nativas fueron identificadas 3 de ellas como endémicas: Boldo (*Peumus boldus*), Litre (*Lithrea caustica*) y el Molle (*Schinus latifolius*). Mientras que solamente 2 especies fueron identificadas como exóticas: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y el Pino insigne (*Pinus radiata*) (Anexo 5). Por su parte, se identificaron 32 individuos considerando a todas las especies presentes en el área, donde, las especies más abundantes fueron el Boldo (6 individuos) y el Pino insigne con la misma cantidad de individuos (Tabla 20).

El anexo 4 ilustra con detalles la cantidad de especies identificadas en la quebrada las tinajas.

En relación con el Índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la quebrada las tinajas, se encontró que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 20.** Biodiversidad, quebrada las tinajas.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	10	32	80	30	20	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

### Quebrada los Pescadores

En la quebrada los pescadores fueron analizados cuatro puntos de muestreo (P1, P2, P3, P4). En ellos se identificaron un total de 8 especies (arbóreas y arbustivas) de las cuales solamente una especie resultó ser identificada como nativa y además de endémica, el

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

quintral (*Tristerix verticillatus*) el cual fue visto posado sobre algunos Aromos presentes en la quebrada. Por su parte, el resto de las especies presentes son exóticas (Eucalipto, Aromo francés y australiano, Pino insigne, Alcornoque, Árbol del paraíso y Zarzamora) siendo las especies más abundantes la Zarzamora (*Rubus ulmifolius*) y el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) (Tabla 21)

El anexo 5 ilustra con detalles la cantidad de especies identificadas en la quebrada los pescadores.

En términos porcentuales cerca del 90% de las especies presentes en la quebrada resultaron ser de procedencia exótica, mientras que cifras cercanas al 13% fueron identificadas como nativas y endémicas (Tabla 20).

Con relación al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la quebrada los pescadores, se encontró que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 21.** Biodiversidad, quebrada los pescadores.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	8	47	12,5	12,5	87,5	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

### Quebrada las Casas

En la quebrada las casas cuatro puntos fueron analizados (P1, P2, P3, P4). En ellos se identificaron 11 especies diferentes de las cuales un poco menos de la mitad resultaron ser exóticas (Pino insigne, Ligustro, Aromo francés, Malvavisca y la Zarzamora) (Anexo 6). Dentro de la totalidad de especies 6 fueron identificadas como nativas (Boldo, Belloto del norte, Litre, Maitén, Yelmo y el Coligue) de las cuales 4 especies resultaron ser endémicas también, Boldo (*Peumus boldus*), Belloto del norte (*Beilschmiedia miersii*), Litre (*Lithrea caustica*) y el Yelmo (*Griselinia scandens*). La abundancia total se encontró alrededor de 95 individuos, siendo las especies más abundantes el Coligue (30 individuos) y el Aromo francés (36 individuos).

El anexo 6 ilustra con detalles la cantidad de especies identificadas en la quebrada las casas.

En términos porcentuales el 54,5% de las especies resultaron ser nativas, con un 36,3% de ellas siendo también endémicas. Cabe mencionar, que todas las especies endémicas son nativas y no así viceversa. Por su parte, el 45,5% restante corresponde a las especies exóticas presentes en la quebrada las casas (Tabla 22).

Con relación al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la quebrada las casas, se encontró que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 22.** Biodiversidad, quebrada las casas.

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	11	95	54,4	36,3	45,5	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

### Quebrada los Claveles

Dentro de la quebrada los claveles cuatro fueron los puntos de muestreo analizados (P1, P2, P3, P4). En ellos se identificaron 9 especies diferentes de las cuales dos tercios resultaron ser nativas (Boldo, Matico, Litre, Arrayán, Coligue y Maqui), siendo 3 de ellas identificadas también como endémicas; Boldo (*Peumus boldus*), el Litre (*Lithrea caustica*) y el Arrayán (*Luma chequen*). Por su parte, 3 de las especies identificadas resultaron ser exóticas (Zarzamora, Pino insigne y el Eucalipto).

Con respecto a la abundancia total se identificaron alrededor de 55 individuos distribuidos en las especies previamente mencionadas, donde, las especies más abundantes son la Zarzamora (19 individuos) y el Eucalipto con la misma cantidad de individuos (Anexo 7).

En términos porcentuales el 66,6% de las especies identificadas resultaron ser nativas, siendo el 33,3% de ellas de origen endémico. El porcentaje restante corresponde a las especies exóticas presentes en la quebrada los claveles (Tabla 23).

Con relación al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la quebrada los claveles, se encontró que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 23.** Biodiversidad, quebrada los claveles.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	9	55	66,6	33,3	33,3	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

### Quebrada Lance bravo

En la quebrada lance bravo se analizaron tres puntos de muestreo (P1, P2, P3). En ellos se identificaron 10 especies diferentes de las cuales la mitad de ellas resultaron ser nativas (Boldo, Colliguay, Colihue, Quintral y Trevo). Asimismo, 3 especies nativas fueron identificadas como endémicas o propias del lugar; el Boldo (*Peumus boldus*), el Colliguay (*Colliguaja salicifolia*) y finalmente el quintral (*Tristerix verticillatus*).

Por otra parte, la mitad de las especies identificadas restantes corresponden a especies exóticas tales como; el Pino insigne (*Pinus radiata*), Aromo francés (*Acacia dealbata*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) Eucalipto sidra (*Eucalyptus gunni*) y la Malvavisca (*Lavatera assurgentiflora*).

En relación con la abundancia total se identificaron alrededor de 102 individuos distribuidos en las especies previamente mencionadas, donde, las especies más abundantes resultaron ser el Eucalipto (30 individuos) y el Colihue (17 individuos) (Anexo 8).

En términos porcentuales el 50% corresponde a la presencia de especies nativas, siendo un 30% de ellas de origen endémico. Mientras que el 50% restante corresponde a la presencia de especies exóticas en la quebrada lance bravo (Tabla 24).

Con relación al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la quebrada lance bravo, se encontró que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 24.** Biodiversidad, quebrada lance bravo.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	10	102	50	30	50	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

### Quebrada la Finca

Dentro de la quebrada la finca se analizaron tres puntos de muestreo (P1, P2, P3). En ellos se identificaron alrededor de 12 especies diferentes de las cuales dos tercios de ellas fueron identificados como especies nativas (Culén, Quisco, Belloto del norte, Chagual, Colliguay, Quintral, Romerillo y Trevo). Asimismo, 5 de estas especies resultaron ser de origen endémico, tales como; El Quisco (*Trichocereus chiloensis*), Belloto del norte (*Beilschmiedia miersii*), Chagual (*Puya chilensis*), Colliguay (*Colliguaja salicifolia*) y el Quintral (*Tristerix verticillatus*). Por su parte, 4 de las 12 especies identificadas resultaron ser de origen exótico (Eucalipto, Aromo francés y australiano, Zarzamora).

Con relación a la abundancia total se identificaron alrededor de 158 individuos distribuidos en las especies antes mencionadas, donde, las especies más abundantes resultaron ser el Eucalipto (40 individuos), el Colliguay (30 individuos) y el Chagual (22 individuos) (Anexo 9).

En términos porcentuales cerca del 67% de las especies fueron identificadas como nativas, siendo un 41,6% de ellas de origen endémico a su vez. Por su parte, cerca del 33% restante corresponde a la presencia de especies exóticas dentro de la quebrada la finca (Tabla 25).

Con relación al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la quebrada la finca, se encontró que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 25.** Biodiversidad, quebrada la finca.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Vegetación	12	158	66,6	41,6	33,3	Muy alta diversidad
------------	----	-----	------	------	------	---------------------

Fuente: Elaboración propia.

### **Estero San Gerónimo**

Alrededor del estero San Gerónimo se analizaron tres puntos de muestreo (P1, P2, P3). En ellos se identificaron 10 especies diferentes, de las cuales 8 de ellas resultaron ser de origen nativo (Litre, Romerillo, Chilca, Chagual, Quintral, Corontillo, Colihue, Trevo). Además, 3 de estas especies tienen origen endémico, tales como: Litre (*Lithrea caustica*), Chagual (*Puya chilensis*) y el Quintral (*Tristerix verticillatus*). Por su parte, solamente 2 de las 10 especies fueron identificadas como exóticas, este es el caso del Pino insignie (*Pinus radiata*) y la Totorá (*Typha angustifolia*).

Con relación a la abundancia total, se identificaron cerca de 106 individuos distribuidos dentro de las especies previamente señaladas, donde, las especies más abundantes resultaron ser el Coligue (45 individuos) y el Trevo (22 individuos) (Anexo 10).

En términos porcentuales el 90% de las especies presentes fueron identificadas como nativas, siendo un 30% de ellas de origen endémico. Por su parte, el 10% restante corresponde a la presencia de especies exóticas en el estero San Gerónimo (Tabla 26).

Con respecto al índice de diversidad de Shannon para la totalidad del estero San Gerónimo, se encontró que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 26.** Biodiversidad, estero san Gerónimo.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	10	106	90	30	10	Muy alta diversidad

Fuente: Elaboración propia.

### **Estero el Membrillo**

Para el estero el membrillo se analizaron cuatro puntos de muestreo (P1, P2, P3, P4). En ellos se identificaron 11 especies diferentes, de las cuales 7 de ellas corresponden a especies nativas (Litre, Maitén, Romerillo, Chilca, Chocho, Salvia, Quintral). Asimismo, 2 de las 7 especies nativas resultaron ser además de origen endémico, tales como; Litre (*Lithrea caustica*) y el Quintral (*Tristerix verticillatus*).

Por otra parte, 4 de las 11 especies identificadas son de origen exótico Aromillo (*Albizzia lophanta*), Pino insignie (*Pinus radiata*), Mioporo (*Myoporum laetum*) y la Zarzamora (*Rubus ulmifolius*).

Con relación a la abundancia total, 96 individuos fueron identificados, los cuales están distribuidos en las especies previamente señaladas, donde, las especies más abundantes resultaron ser la Chilca (*Baccharis marginalis*) con 20 individuos y el Litre (*Lithrea caustica*) con 19 individuos (Anexo 11).

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Por otra parte, para términos porcentuales cerca del 55% de las especies resultaron ser nativas, siendo un 18% de ellas de origen endémico. Asimismo, el 45% restante corresponde a la presencia de especies exóticas distribuidas en los puntos de muestreo aplicados al estero El Membrillo (Tabla 27).

Con relación al índice de diversidad de Shannon para la totalidad del estero El Membrillo, se encontró que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 27.** Biodiversidad, estero el membrillo.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	11	96	54,5	18	45,5	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

### Quebrada el Yugo

Dentro de la quebrada el yugo se analizaron cuatro puntos de muestreo (P1, P2, P3, P4). En ellos se identificaron cerca de 13 especies diferentes, de las cuales 7 de ellas corresponden a especies nativas (Boldo, Litre, Mayu, Espino, Cola de zorro, Chilca, Colihue). Por su parte, dentro de las especies nativas 3 de ellas resultaron ser además de origen endémico, tales como: El Boldo (*Peumus boldus*), Litre (*Lithrea caustica*), Mayu (*Sophora macrocarpa*).

Por otra parte, cerca de la mitad de las especies identificadas resultaron ser de origen exótico (Aromo francés, Eucalipto, Eucalipto sidra, Mioporo, Cardo y Zarzamora).

Con relación a la abundancia total, se identificaron cerca de 131 individuos dentro de las especies previamente señaladas, donde, la especie con más abundancia sin duda es la Zarzamora (62 individuos) (Anexo 12).

En términos porcentuales, un poco más de la mitad de las especies identificadas resultaron ser nativas, siendo un 23% de ellas de origen endémico. Asimismo, un 46% corresponden a especies de origen exótico (Tabla 28).

Con relación al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la quebrada el yugo, se encontró que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 28.** Biodiversidad, quebrada el yugo.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	13	131	54	23	46	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

### Quebrada San José

Dentro de la quebrada San José se analizaron tres puntos de muestreo (P1, P2, P3). En ellos se encontraron 14 tipos de especies diferentes, de las cuales 11 de ellas resultaron ser nativas (Litre, Boldo, Mayu, Espino, Quisco, Romerillo, Quintral, Quilo, Trevo, Chilca y *Haplopappus sp.*) Cabe mencionar que esta última especie no fue posible identificar su nombre común. Por su parte, dentro de las especies nativas identificadas 5 de ellas resultaron ser además de origen endémico, tales como: Litre (*Lithrea caustica*), Boldo (*Peumus boldus*), Mayu (*Sophora macrocarpa*), Quisco (*Trichocereus chiloensis*) y el Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*).

Por otra parte, 3 de las 14 especies identificadas resultaron ser de origen exótico (Pino insigne, Eucalipto y Aromo francés).

Con relación a la abundancia total, se identificaron 110 individuos dentro de las especies anteriormente señaladas, donde, las especies más abundantes corresponden al Romerillo (37 individuos) y al Litre (22 individuos) (Anexo 13).

En términos porcentuales, cerca del 80% de las especies son nativas, donde un 36% de ellas corresponden también a especies endémicas. Asimismo, el 22% de las especies restantes provienen de origen exótico (Tabla 29).

Con relación al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la quebrada San José, se encontró que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 29.** Biodiversidad, quebrada San José.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	14	110	78	36	22	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

### **Quebrada el Yeco**

Dentro de la quebrada el yeco se analizaron tres puntos de muestreo (P1, P2, P3). En ellos se identificaron 12 especies diferentes, de las cuales la mitad de estas corresponden a especies nativas (Litre, Romerillo, Salvia macho, Quilo, Vatro y *Haplopappus sp.*) Asimismo, dentro de las especies nativas identificadas 2 de ellas resultaron ser también de origen endémico, tales como: Litre (*Lithrea caustica*) y el Vautro (*Baccharis macraei*).

Por otra parte, la mitad restante de especies resultaron ser de origen exótico (Eucalipto, Eucalipto sidra, Aromo francés y australiano, Zarzamora, Mioporo).

Con relación a la abundancia total, se identificaron 100 individuos distribuidos en las especies previamente señaladas, donde, la especie más abundante resultó ser el Eucalipto (23 individuos) mientras que el resto de las especies están distribuidas homogéneamente (Anexo 14).



“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

En términos porcentuales, se distribuyen en partes iguales las especies nativas y exóticas. Sin embargo, dentro del 50% de especies nativas existe la presencia de un 16,6% de especies de origen endémico (Tabla 30).

Con relación al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la quebrada el yeco, se encontró que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 30.** Biodiversidad, quebrada el yeco.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	12	100	50	16,6	50	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

### **Quebrada Algarrobo norte**

Dentro de la quebrada Algarrobo norte se analizaron tres puntos de muestreo (P1, P2, P3). En ellos se identificaron 11 especies, de las cuales 8 resultaron ser nativas (Litre, Boldo, Mayu, Romerillo, Colihue, Culén, Salvia macho, Colliguay). Por su parte, dentro de las especies nativas se identificaron a 4 de ellas con origen endémico, tales como: Litre (*Lithrea caustica*), Boldo (*Peumus boldus*), Mayu (*Sophora macrocarpa*).

Por otro lado, 3 de las 11 especies identificadas resultaron ser de origen exótico (Pino insigne, Aromo francés y Eucalipto).

Con relación a la abundancia total, se identificaron 123 individuos distribuidos en las especies previamente señaladas, donde, la especie más abundante por lejos fue el Coligue (58 individuos), destac

ando también el Litre (18 individuos) (Anexo 15).

En términos porcentuales, más del 70% de las especies registradas resultaron ser nativas, donde un 36,3% de ellas corresponden también a especies endémicas. Por su parte, el 27% restante de las especies identificadas resultaron ser de origen exótico (Tabla 31).

Con relación al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la quebrada Algarrobo norte, se encontró que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 31.** Biodiversidad, quebrada Algarrobo norte.

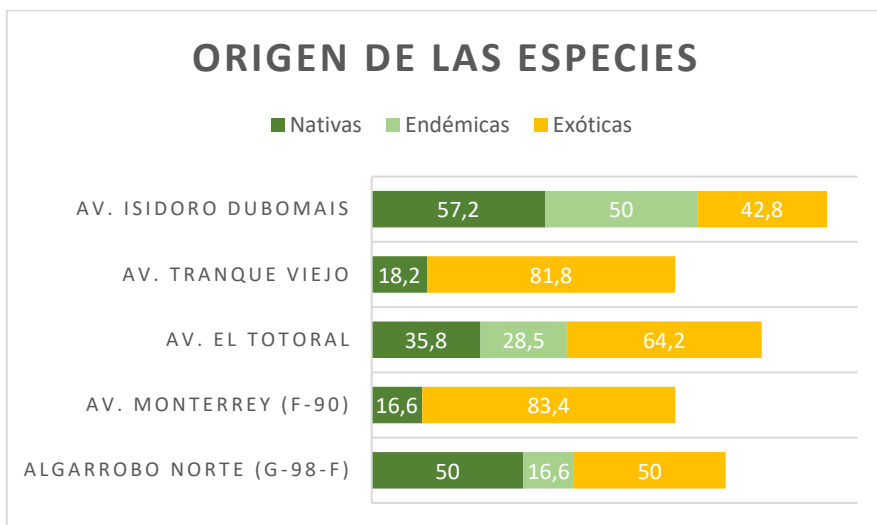
	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	11	123	73	36,3	27	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

### **Calles y avenidas:**

En términos generales, esta tipología evidencia una alta presencia de especies exóticas las cuales son representadas en la figura 15. Sin embargo, algunas avenidas a su vez también presentaron valores significativos con presencia de vegetación nativa y endémica (Isidoro dubomais y carretera G98F) las cuales son analizadas en detalle a continuación.

**Figura 15.** Origen de las especies por tipología. Calles y avenidas.



Fuente: Elaboración propia.

### Avenida Isidoro Dubomais

Para la avenida Isidoro Dubomais se analizaron cuatro transectos de muestreo (T1, T2, T3, T4). En ellos se registraron alrededor de 14 especies diferentes siendo 8 de ellas de origen nativo: Boldo (*Peumus boldus*), Quillay (*Quillaja saponaria*), Pimiento (*Schinus molle*), Molle (*Schinus latifolius*), Belloto del norte (*Beilschmiedia miersii*), Litre (*Lithrea caustica*), Colliguay (*Colliguaja salicifolia*) y Mayu (*Sophora macrocarpa*). Por su parte, siendo todas las especies mencionadas nativas y además endémicas a excepción del pimiento que sólo sería nativo.

El resto de las especies corresponden a una procedencia de origen exótico (Pino insigne, Eucalipto, Aromo australiano y francés, Retama y Malvavisca).

Con relación a la abundancia total se identificaron 217 individuos distribuidos en las especies anteriormente mencionadas, donde la especie más abundante por lejos fue el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) (165 individuos) (Anexo 16).

En términos porcentuales, un poco más de la mitad de las especies resultaron ser de origen nativo, donde un 50% de ellas también son de origen endémico. Por su parte, cerca del 43% de las especies resultaron ser de origen exótico (Tabla 32).

Con relación al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la avenida Isidoro Dubomais, se encontró que existe una *baja diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 32.** Biodiversidad, avenida Isidoro Dubomais.

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	14	217	57,2	50	42,8	<i>Baja diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

### Avenida Tranque viejo

En la avenida tranque viejo se analizaron tres transectos de muestreo (T1, T2 y T3). Dentro de dichos transectos se identificaron alrededor de 11 especies diferentes, resultando ser en su mayoría especies de origen exótico: Pino insigne (*Pinus radiata*), Aromo Francés (*Acacia dealbata*), Aromo australiano (*Acacia melanoxylon*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Mioporo (*Myoporum laetum*), Negundo (*Acer negundo*), Palmera (*Phoenix canariensis*), Estenocarpo (*Dodonaea viscosa*).

Asimismo, el resto de las especies presentes en esta área verde pública corresponden a especies nativas arbustivas tales como; Chilca (*Baccharis marginalis*) y el Romerillo (*Baccharis linearis*).

En relación a la abundancia total se identificaron 68 individuos distribuidos entre las especies previamente mencionadas, donde las especies más abundantes resultaron ser de procedencia exótica (Pino insigne y Eucalipto) con cerca de 15 individuos cada una. Mientras que las especies nativas identificadas alcanzan los 13 individuos sumadas entre sí (Anexo 17).

En términos porcentuales, más del 80% de las especies identificadas resultaron ser de origen exótico. Por el contrario, sólo cerca del 18% de ellas tienen un origen nativo, no encontrándose especies endémicas dentro de ellas (Tabla 33).

Con relación al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la avenida tranque viejo, se identificó que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 33.** Biodiversidad, avenida tranque viejo.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	11	68	18,2	0	81,8	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

### Avenida el Totoral

En la avenida el totoral se analizó cuatro transectos de muestreos de igual manera que en la avenida Isidoro Dubomais (T1, T2, T3 y T4). Estas avenidas presentan condiciones similares en términos de extensión territorial y vegetación existente. Para el caso específico de la avenida El Totoral se registraron 14 especies diferentes siendo 9 de ellas de origen exótico: Eucalipto sidra (*Eucalyptus gunnii*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Pino insigne

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

(*Pinus radiata*), Aromo francés (*Acacia dealbata*), Aromo australiano (*Acacia melanoxylon*), Aromillo (*Albizia lophanta*), Palmera (*Phoenix canariensis*), Lupino azul (*Lupinus angustifolius*), Zarzamora (*Rubus ulmifolius*).

El resto de las especies presentes se caracterizan por tener un endemismo en casi la totalidad de las especies nativas observadas en esta área verde pública: El Senecio (*Haplopappus canescens*) resultó ser la única especie sin esta condición de endemismo, mientras que el resto de ellas pertenecen a dicha categorización: Boldo (*Peumus boldo*), Litre (*Lithrea caustica*), Quillay (*Quillaja saponaria*), Vautro (*Baccharis concava*).

Con relación a la abundancia total se identificaron 280 individuos distribuidos entre las especies previamente mencionadas, donde la especie más abundante por gran cantidad fue el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) (195 individuos) (Anexo 18).

En términos porcentuales la vegetación predominante resultó ser de origen exótico en su mayoría (64,2%), siendo el restante 38,8% de origen nativo. Asimismo, cerca de un 29% de estas especies nativas presentaron ser de origen nativo a su vez (Tabla 34).

Con relación al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la avenida el total, se encontró que existe una *diversidad media* (Caviedes, 1999).

**Tabla 34.** Biodiversidad, avenida el total.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	14	280	35,8	28,5	64,2	<i>Diversidad media</i>

Fuente: Elaboración propia.

#### **Avenida Monterrey (carretera F90)**

En esta avenida se analizaron solamente dos transectos de muestreos (T1 y T2). En ellos se identificaron alrededor de 6 especies diferentes siendo 5 de ellas de origen exótico: Pino insigne (*Pinus radiata*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Eucalipto sidra (*Eucalyptus gunnii*), Mioporo (*Myoporum laetum*), Zarzamora (*Rubus ulmifolius*), mientras que la especie restante el Romerillo (*Baccharis linearis*) resultó tener un origen nativo.

Con relación a la abundancia total del área verde analizada se identificaron 60 individuos distribuidos en los dos puntos de transectos estudiados, siendo la especie más abundante el Pino insigne (*Pinus radiata*) con 60 individuos (Anexo 19).

En términos porcentuales, cerca del 84% de las especies resultaron ser de origen exótico mientras que el 16% restante proviene de especies nativas (Tabla 35).

Con relación al índice de diversidad de Shannon para la avenida monterrey (carretera F90), se encontró que existe una *diversidad media* (Caviedes, 1999).

**Tabla 35.** Biodiversidad, avenida monterrey (carretera F90).

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	6	118	16,6	0	83,4	<i>Diversidad media</i>

Fuente: Elaboración propia.

### Algarrobo Norte (carretera G98F)

En esta área verde se analizaron tres transectos de muestreo (T1, T2 y T3). En ellos se encontraron alrededor de 12 especies diferentes siendo la mitad de ellas nativas: Boldo (*Peumus boldus*), Litre (*Lithrea caustica*), Romerillo (*Baccharis linearis*), Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*), Coligüe (*Chusquea quila*), Salvia macho (*Eupatorium salvia*). Asimismo, las dos primeras también resultaron ser endémicas según la categoría de conservación (Ministerio de Medio Ambiente, 2014).

Con relación a la abundancia total se encontraron alrededor de 167 individuos, donde las especies más abundantes resultaron ser de origen exótico y nativo (Eucalipto y Romerillo) propiamente tal (Anexo 20).

En términos porcentuales existe una dualidad entre la vegetación existente en el sector. Resultado que arroja que la mitad del área analizada resultó tener vegetación de origen exótico como también su otra mitad restante corresponde a vegetación nativa, con la salvedad de que dentro del porcentaje de especies nativas se encuentra un 16,6% de especies endémicas (Tabla 36).

Con relación al índice de diversidad de Shannon para algarrobo norte (carretera G98F), se identificó una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 36.** Biodiversidad, algarrobo norte (carretera G98F).

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	12	167	50	16,6	50	<i>Muy alta diversidad</i>

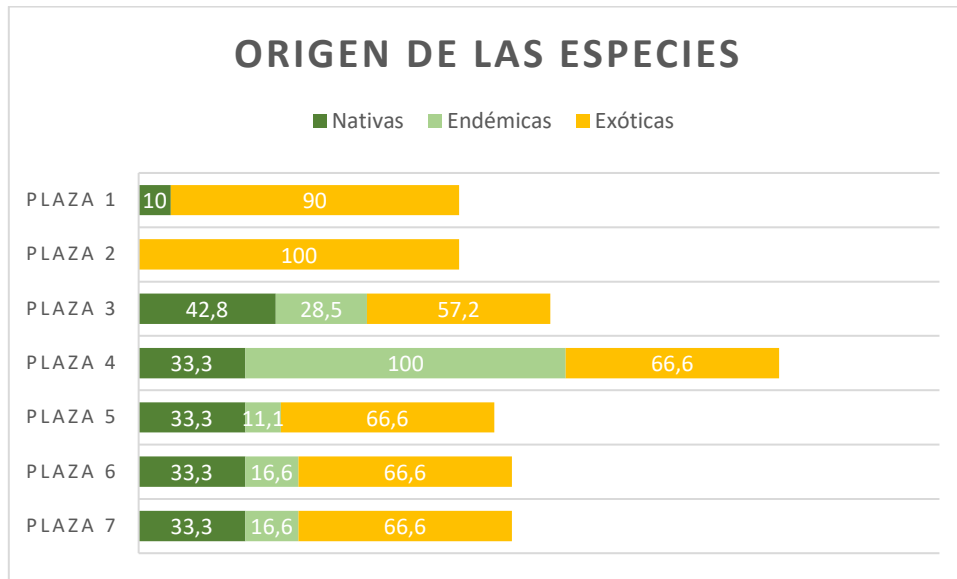
Fuente: Elaboración propia.

### Plazas:

Para la tipología entendida como plazas se evidenció un claro patrón en sus resultados. Las especies exóticas son predominantes en la totalidad de las plazas analizadas, superando por creces a la presencia de especies nativas y endémicas. En particular, las plazas N°1 y N°2 fueron reconocidas por tener mayor presencia de especies exóticas que sus pares, destacando la última con la totalidad de su vegetación de origen exótico (Figura 33). Asimismo, la distribución espacial de esta tipología se concentra en dos zonas del territorio comunal abordado. La zona centro sur concentrando 4 de las 7 áreas verdes públicas y la zona norte con los 3 restantes (Figura 34).

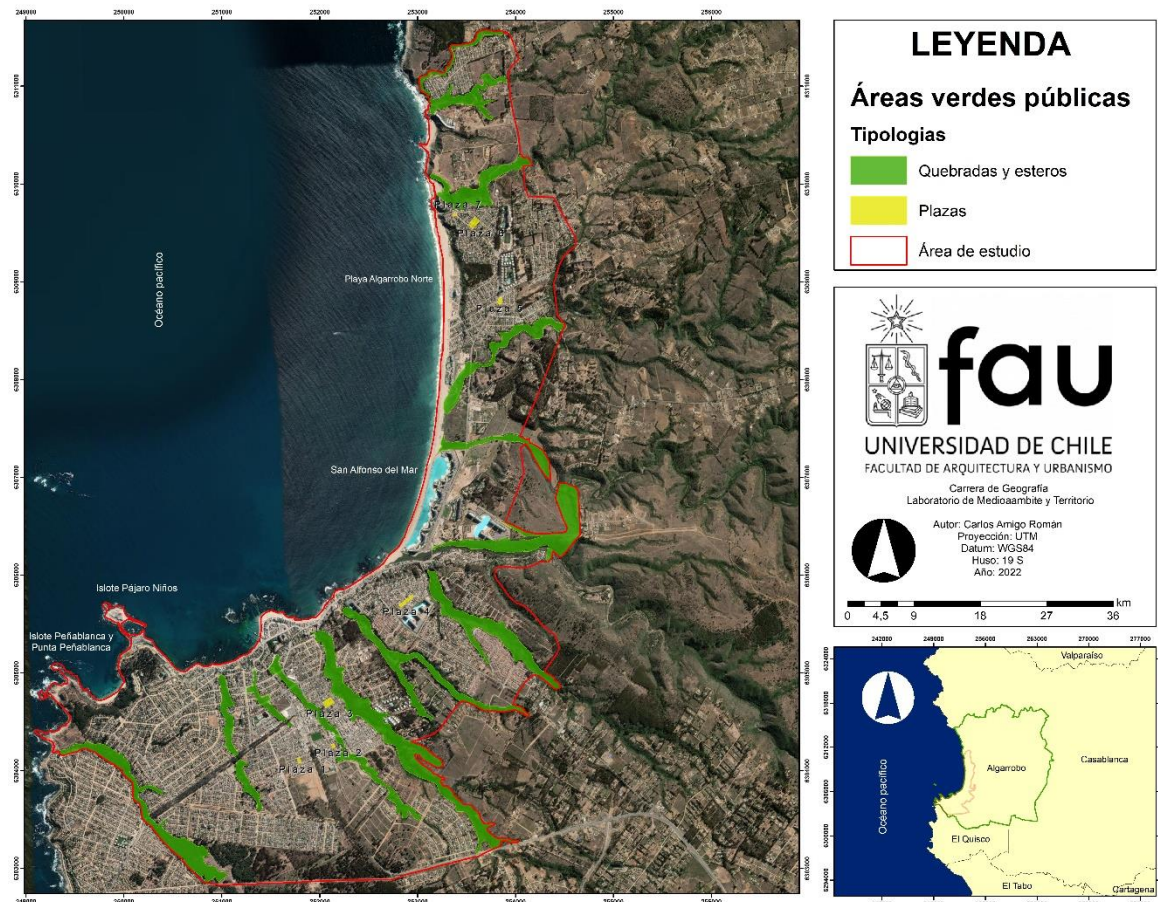
“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

**Figura 16.** Origen de las especies por tipología. Plazas.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 17.** Plazas y quebradas.



Fuente: Elaboración propia.

### Plaza N°1 (el espino/Humberto fuentes)

Para la plaza N°1 al igual que todas las áreas verdes públicas categorizadas como “plazas” que se realizaron censos de muestreo debido a el tamaño de su extensión territorial inferior a 500 metros cuadrados (Hernández, 2000). En ella se levantó información de toda la vegetación arbórea y arbustiva presente en el sector presentando 10 especies diferentes siendo en su mayoría de origen exótico: Kiri (*Paulownia tomentosa*), Laurel en flor (*Nerium oleander*), Ligustro (*Ligustrum lucidum*), Palmera (*Phoenix canariensis*), Aromo francés (*Acacia dealbata*), Pitosporo (*Pittosporum tobira*), Ciprés común (*Cupressus sempervirens*), Mioporo (*Myoporum laetum*), Dimorfoteca (*Osteospermum sp.*). Siendo el Maitén (*Maytenus boaria*) la única especie nativa existente en esta área.

Con relación a la abundancia total se identificaron 73 individuos distribuidos en las especies previamente señaladas, donde la especie más abundante resultó ser la especie dimorfoteca con 23 individuos correspondientes (Anexo 21).

Para términos porcentuales predomina sin duda la vegetación de origen exótico (90%), siendo sólo un 10% de origen nativo (Tabla 37).

Con respecto al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la plaza N°1, se encontró que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 37.** Biodiversidad, plaza N°1.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	10	73	10	0	90	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

### Plaza N°2 (el espino/el molle).

El censo de muestreo realizado en la plaza N°2 arrojó la presencia de 10 especies diferentes presentes en el sector, siendo la totalidad de ellas de origen exótico: Aromo francés (*Acacia dealbata*), Aromo australiano (*Acacia melanoxylon*), Aromillo (*Albizia lophanta*), Palmera china (*Trachycarpus fortunei*), Palmera (*Phoenix canariensis*), Manzano en flor (*Malus bocata*), Níspero (*Eriobotrya japonica*), Ciruelo en flor (*Prunus cerasifera*), Ficus (*Ficus benjamina*), Ligustro (*Ligustrum lucidum*).

Con relación a la abundancia total se identificaron 15 individuos siendo la especie más abundante el Ciruelo en flor (*Prunus cerasifera*) seguido por el Aromillo (*Albizzia lophanta*), la Palmera (*Phoenix canariensis*), y el Ligustro (*Ligustrum lucidum*) (Anexo 22).

En términos porcentuales como se mencionó anteriormente la totalidad del área verde analizada presenta vegetación de origen exótica (Tabla 38).

Con respecto al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la plaza N° 2, arrojó que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 38.** Biodiversidad, plaza N°2.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	10	15	0	0	100	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

**Plaza N°3 (Alicia Monckeberg/los quillayes).**

El censo de muestreo para la plaza N°3 evidenció un total de 14 especies diferentes en el sector siendo 8 de ellas de origen exótico: Pino insigne (*Pinus radiata*), Aromo francés (*Acacia dealbata*), Aromo australiano (*Acacia melanoxylon*), Falso acacio (*Robinia pseudoacacia*), Palmera (*Phoenix canariensis*), Araucaria brasileña (*Araucaria angustifolia*), Ciruelo en flor (*Prunus cerasifera*), Pitosporo (*Pittosporum tobira*).

El resto de las especies corresponden a un origen nativo: Araucaria (*Araucaria araucana*), Pimiento (*Schinus molle*), Quillay (*Quillaja saponaria*), Mayu (*Sophora macrocarpa*), Molle (*Schinus latifolius*), Quintral (*Tristerix verticillatus*), siendo las últimas cuatro también de carácter endémico.

Con relación a la abundancia total se identificaron 51 individuos distribuidos en el sector, donde las especies más abundantes resultaron ser el Aromo francés (*Acacia dealbata*), Falso acacio (*Robinia pseudoacacia*) y el Quillay (*Quillaja saponaria*) (Anexo 23).

En términos porcentuales un poco más de la mitad de las especies resultaron ser de origen exótico, mientras que cerca del 43% de las especies corresponden a un origen nativo. Asimismo, dentro de ellas alrededor de un 23% resultaron ser además de origen endémico (Tabla 39).

Con respecto al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la superficie de la plaza N° 3, arrojó que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 39.** Biodiversidad, plaza N°3.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	14	51	42,8	28,5	57,2	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

**Plaza N°4 (Aguas marinas/Corina Aravena).**

El censo de muestreo para la plaza N°4 evidenció alrededor de 6 especies diferentes, siendo 4 de ellas de origen exótico: Aromo australiano (*Acacia melanoxylon*), Grevillea (*Grevillea robusta*), Palmera (*Phoenix canariensis*), Acacio (*Robinia pseudoacacia*). Por el



contrario, el resto de las especies presentes en el sector se identificaron como nativas y también endémicas: Quillay (*Quillaja saponaria*), Quintral (*Tristerix verticillatus*).

Con relación a la abundancia total se identificaron 14 individuos distribuidos entre las especies previamente señaladas, donde la especie más abundante resultó ser el Acacio (*Robinia pseudoacacia*) (Anexo 24).

En términos porcentuales dos tercios de la totalidad provienen de origen exótico, siendo el tercio restante de origen nativo y a su vez endémicas (Tabla 40).

Con respecto al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la superficie de la plaza N°4, arrojó que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 40.** Biodiversidad, plaza N°4.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	6	14	33,3	100	66,6	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

**Plaza N°5 (Puerto Punta Arenas/ Puerto Talcahuano).**

El censo de muestreo para la plaza N°5 se registraron 9 especies diferentes resultado ser 6 de ellas de origen exótico: Mioporo (*Myoporum laetum*), Aromo francés (*Acacia dealbata*), Celtis (*Celtis australis*), Olivo (*Olea europaea*), Palmera (*Phoenix canariensis*), Brachichito (*Brachychiton populneus*).

Por otra parte, se identificaron 3 especies de origen nativo: Pimiento (*Schinus molle*), Maitén (*Maytenus boaria*), Litre (*Lithrea caustica*), siendo esta última especie de carácter nativo y endémico a su vez.

Con relación a la abundancia total se identificaron 29 individuos siendo el Pimiento (*Schinus molle*), y el Maitén (*Maytenus boaria*) las especies más abundantes en este sector (Anexo 25).

En términos porcentuales dos tercios de la totalidad del censo de muestreo arrojó la procedencia de especies de origen exótico, siendo el tercio restante población de especies nativas con un 11,1% de endemismo (Tabla 41).

Con respecto al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la superficie de la plaza N°5, arrojó que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 41.** Biodiversidad, plaza N°5.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Vegetación	9	29	33,3	11,1	66,6	Muy alta diversidad
------------	---	----	------	------	------	---------------------

Fuente: Elaboración propia.

### Plaza N°6 (Mirasol/Heimpell).

El censo de muestreo para la plaza N°6 registró un total de 12 especies diferentes siendo 8 de ellas de origen exótico: Aromo francés (*Acacia dealbata*), Aromo australiano (*Acacia melanoxylon*), Palmera (*Phoenix canariensis*), Mioporo (*Myoporum laetum*), Malvavisca (*Lavatera assurgentiflora*), Ciruelo en flor (*Prunus cerasifera*), Grevillea (*Grevillea robusta*), Cotoneaster (*Cotoneaster franchetii*).

Por otra parte 4 de las especies presentes en el sector son de origen nativo: Cola de zorro (*Cortaderia rudiusscula*), Boldo (*Peumus boldus*), Canelo (*Drimys winteri*), Quintral (*Tristerix verticillatus*), siendo estas últimas tres de carácter endémico a su vez.

Con relación a la abundancia total se identificaron 70 individuos siendo los aromos (francés y australiano) las especies más abundantes en el sector (Anexo 26).

En términos porcentuales dos tercios de la totalidad del muestreo resultaron ser especies de origen exótico, siendo el tercio restante de origen nativo con un 16,6% de endemismo dentro de sus especies (Tabla 42).

Con respecto al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la superficie muestreada, arrojó que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 42.** Biodiversidad, plaza N°6.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	12	70	33,3	16,6	66,6	Muy alta diversidad

Fuente: Elaboración propia.

### Plaza N°7 (Mirasol/Buenos Aires).

El censo de muestreo para la plaza N°7 evidenció solamente un total de 6 especies diferentes en el sector, resultando ser 4 de ellas de origen exótico: Mioporo (*Myoporum laetum*), Dracena (*Cordyline australis*), Acanto (*Acanthus mollis*), Agave (*Agave sp.*). Mientras tanto que, las especies nativas identificadas en el sector fueron el Maitén (*Maytenus boaria*), y el Chagual (*Puya chilensis*), siendo esta última también de origen endémico.

Con relación a la abundancia total se registraron 16 individuos diferentes en la totalidad de la plaza siendo el Mioporo y el Maitén las especies más abundantes en el sector (Anexo 27).

En términos porcentuales no difiere mucho de la plaza N°6 con respecto a la distribución de especies nativas, exóticas y endémicas. Aproximadamente dos tercios de la totalidad de la muestra corresponden a vegetación de origen exótico mientras que, los porcentajes

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

restantes responden a un origen nativo con un 16,6% de endemismo entre sus especies (Tabla 43).

Con respecto al índice de diversidad de Shannon para la totalidad de la superficie muestreada, arrojó que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 43.** Biodiversidad, plaza N°7.

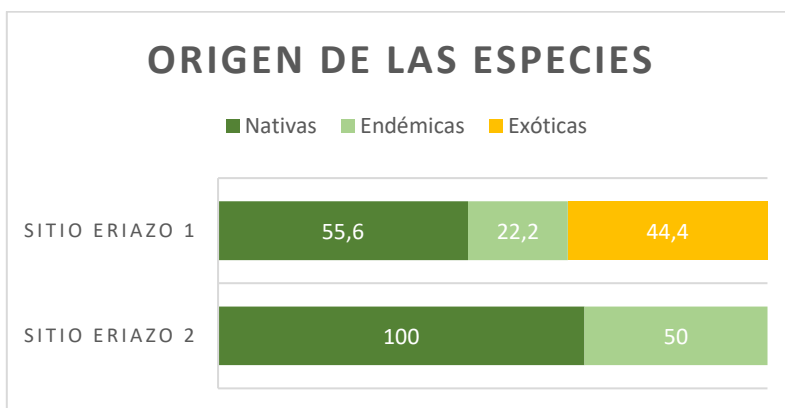
	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	6	16	33,3	16,6	66,6	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

### **Sitios eriazos:**

La presente tipología señala que la presencia de especies nativas y endémicas son mayoritariamente más representativas que las especies exóticas. Tan sólo un 44,4% de especies son exóticas en el sitio eriazo N°1. Por el contrario, en el sitio eriazo N°2 no se encontró la presencia de especies con procedencia exótica (Figura 42).

**Figura 18.** Origen de las especies por tipología. Sitios eriazos.



Fuente: Elaboración propia.

### **Sitio eriazo N°1.**

En el sitio eriazo N°1 se analizaron tres puntos de muestreo (P1, P2 y P3). En ellos se registraron 9 especies diferentes siendo 5 de ellas de origen nativo: Romerillo (*Baccharis linearis*), Pingo pingo (*Ephedra andina*), Chilca (*Baccharis marginalis*), Litre (*Lithraea caustica*), Boldo (*Peumus boldus*), siendo las dos últimas también de origen endémico.

Por otra parte, 4 de las especies identificadas resultaron tener un origen exótico: Pino insigne (*Pinus radiata*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Eucalipto sidra (*Eucalyptus gunnii*), Mioporo (*Myoporum laetum*).

Con relación a la abundancia total se registraron 20 individuos distribuidos en el área verde en cuestión, siendo la especie más abundante el Pino insigne (*Pinus radiata*) (Anexo 28).

En términos porcentuales más de la mitad de las especies resultaron ser de origen nativo. Asimismo, se registró un 22,2% de endemismo entre dichas especies. Las especies de origen exótico registraron porcentajes cercanos al 45% dentro de la totalidad de la muestra (Tabla 44).

Con relación al índice de diversidad de Shannon para el sitio eriazo N°1, se encontró que existe una *muy alta diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 44.** Biodiversidad, sitio eriazo N°1.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	9	20	55,6	22,2	44,4	<i>Muy alta diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

#### **Sitio Eriazo N°2.**

En el sitio eriazo N°2 se identificaron 7 especies diferentes resultando ser la totalidad de estas de origen nativo: Coligue (*Chusquea cumingii*), Romerillo (*Baccharis linearis*), Pingo pingo (*Ephedra andina*), Boldo (*Peumus boldus*), Litre (*Lithrea caustica*), Molle (*Schinus latifolius*), Yelmo (*Griselinia scandens*). Asimismo, todas estas especies a excepción del Coligue y el Romerillo resultaron ser también de origen endémico.

Con relación a la abundancia total se registraron 32 individuos distribuidos entre las especies previamente señaladas, siendo el Romerillo (*Baccharis linearis*) la especie más abundante con 18 individuos (Anexo 29).

En términos porcentuales la totalidad de las especies resultaron ser de origen nativo con un 50% de endemismo entre sus pares (Tabla 45).

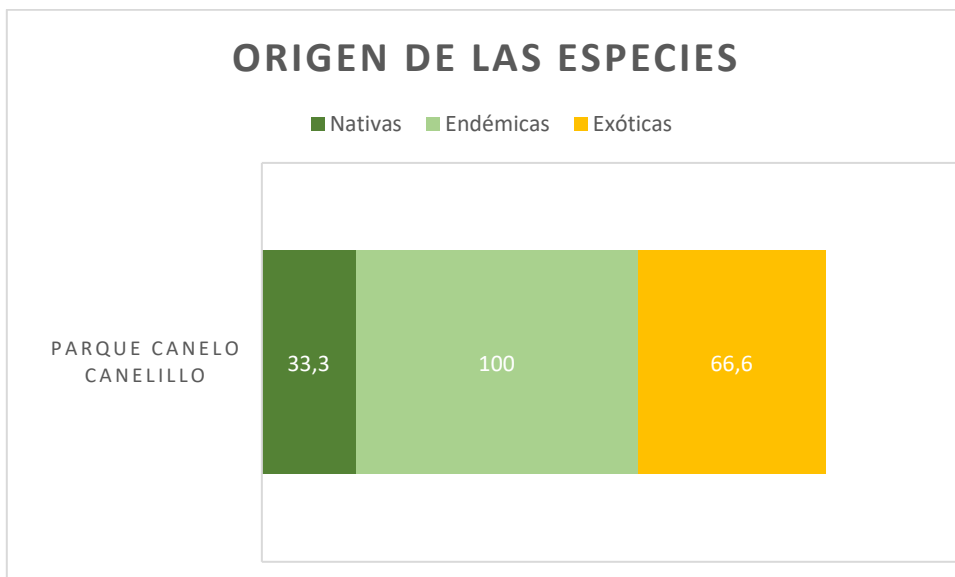
Con relación al índice de diversidad de Shannon arrojó que existe una *diversidad media* (Caviedes, 1999).

**Tabla 45.** Biodiversidad, sitio eriazo N°2.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	7	32	100	50	0	<i>Diversidad media</i>

Fuente: Elaboración propia.

#### **Parques:**



### Parque Canelo canelillo.

Para la presente tipología se encontró una sola área verde reconocida en el instrumento de planificación territorial de la comuna de Algarrobo (PRC). En esta área verde se identificaron solamente 3 especies diferentes, siendo 2 de ellas de origen exótico: Pino insigne (*Pinus radiata*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), mientras que la especie restante; Colliguay (*Colliguaja salicifolia*) tiene un origen nativo y endémico.

Con relación a la abundancia total se registraron 20 individuos, siendo la especie más abundante el Pino insigne (10 individuos) y el Eucalipto (8 individuos) (Anexo 30).

En términos porcentuales dos tercios de la totalidad de la muestra arrojó ser de origen exótico. El porcentaje restante arrojó ser de origen nativo con un alto grado de endemismo entre la especie identificada en el sector (Tabla 46).

Con relación al índice de diversidad de Shannon arrojó que existe una *baja diversidad* (Caviedes, 1999).

**Tabla 46.** Biodiversidad, parque canelo canelillo.

	Riqueza (N° de especies)	Abundancia (N° de individuos)	Especies nativas (%)	Especies endémicas (%)	Especies Exóticas (%)	Índice de diversidad de Shannon
Vegetación	3	20	33,3	100	66,6	<i>Baja diversidad</i>

Fuente: Elaboración propia.

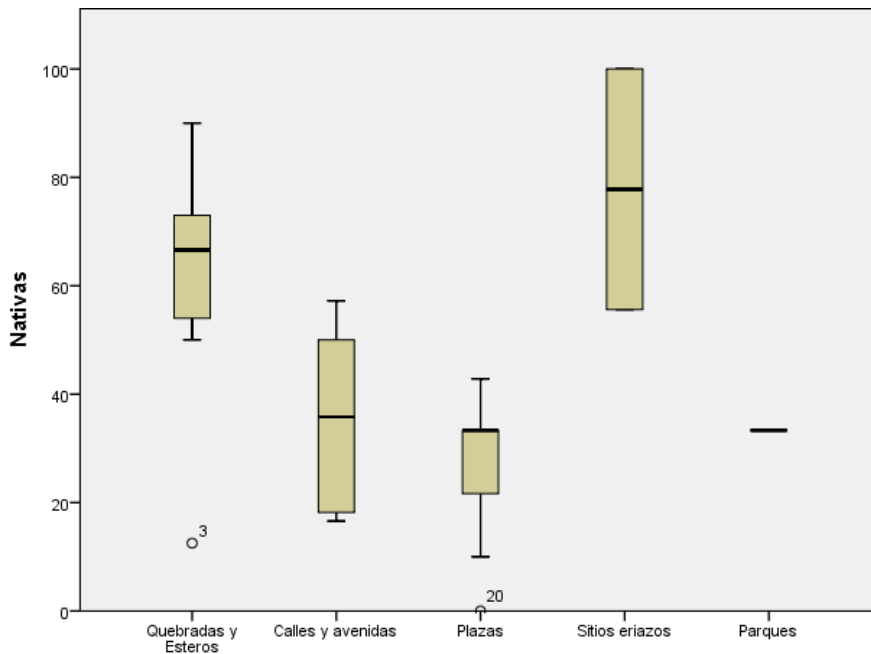
### 5.1.3. Síntesis de la vegetación en las áreas verdes públicas de la ciudad de Algarrobo.

A modo de síntesis y en base a la evaluación de los indicadores de vegetación propuestos en la presente investigación (*cobertura vegetal existente, origen de las especies, riqueza y abundancia*) fue posible identificar patrones de conservación de la biodiversidad a una escala local.

Las quebradas y los esteros debido a su carácter seminatural resultaron ser por lejos aquellas que obtuvieron los porcentajes más altos de vegetación existente (72% en promedio), siendo la quebrada las tinajas (87,4%) y la quebrada las petras (88,5 %) las que albergan mayor vegetación en su interior (Figura 11). Cabe mencionar, que el parque canelo canelillo también presenta porcentajes muy elevados de vegetación (89%) debido a su gran abundancia de dos especies arbóreas que en particular cubren casi la totalidad del área analizada espacialmente. Por el contrario, las áreas verdes públicas identificadas como <plazas> resultaron ser aquellas que obtuvieron menor porcentajes de vegetación por medio del análisis espacial (2%), esto se debe en parte a que el tamaño del píxel para identificar estas áreas es demasiado grande, arrojando valores nulos en la mayoría de estas tipologías. Sin embargo, con la información levantada en terreno se puede contrarrestar que la vegetación existente en el sector es mayor a lo que arroja el software.

En relación con la vegetación presente en dichas áreas se pudo determinar que los sitios eriazos son aquellas áreas donde existe mayor cantidad de especies nativas (77%), lo siguen las quebradas y esteros (61,2%), calles y avenidas (35%), sitios eriazos (33%) y finalmente las plazas (26%) (Figura 19). Estas últimas a su vez resultaron ser las áreas verdes públicas con mayor presencia de especies de origen exótico (73%), junto con los parques (66,6%) y las calles y avenidas (65%) (Figura 20).

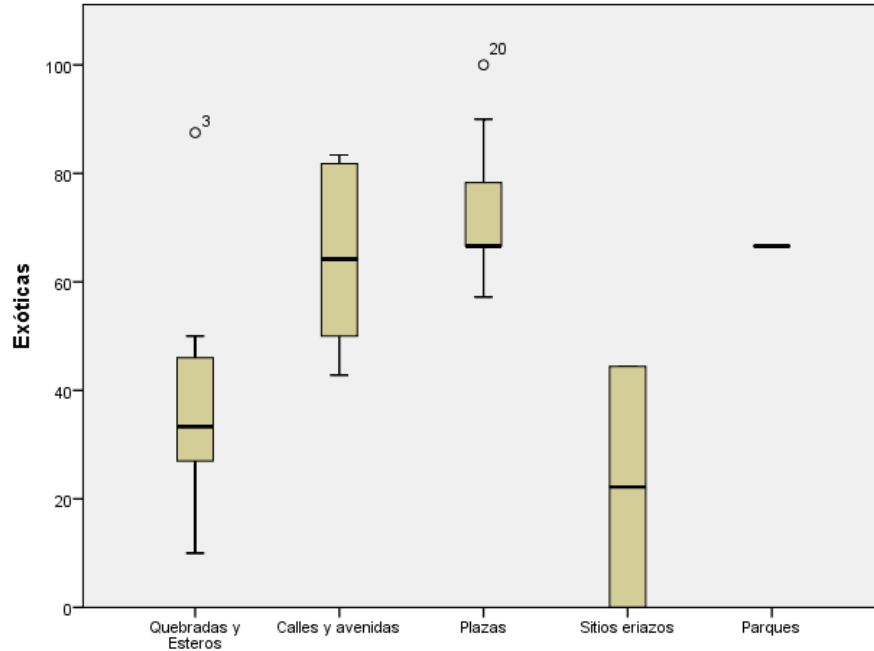
**Figura 19.** Distribución y dispersión de especies nativas en áreas verdes públicas.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 20.** Distribución y dispersión de especies exóticas en áreas verdes públicas.

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

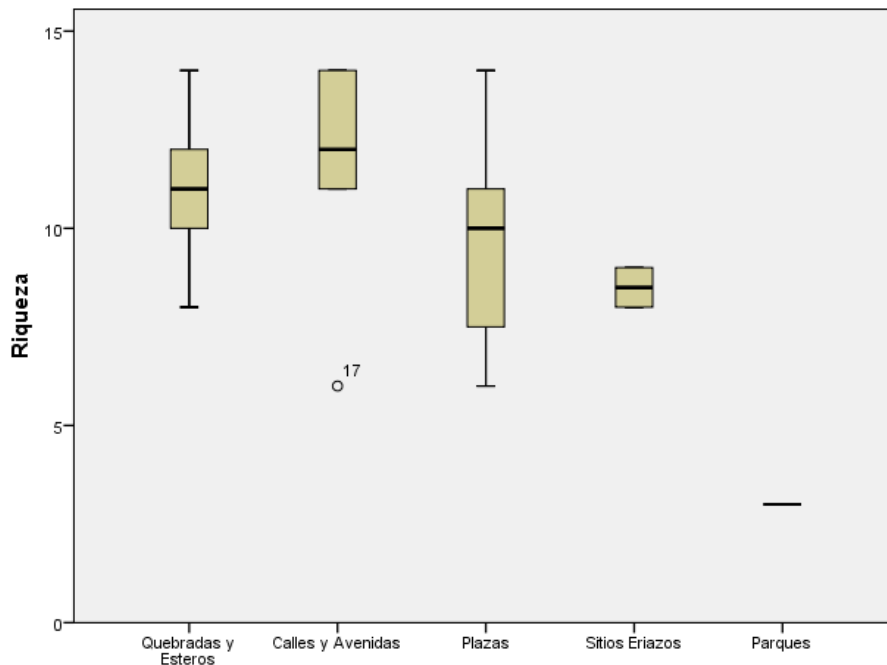


Fuente: Elaboración propia.

La biodiversidad resultó ser un factor determinante a la hora de evaluar la vegetación de las áreas verdes públicas en la presente investigación. En este sentido, aquellas áreas que tuvieron la mayor presencia de especies (*Riqueza*) y de individuos (*Abundancia*) fueron las Quebradas, con valores promedio de 143 especies y 1227 individuos. Las calles y avenidas en promedio obtuvieron valores cercanos a las 57 especies con 850 individuos propiamente tal, lo siguen las Plazas con 268 individuos, pero con 67 especies diferentes. En los sitios eriazos se observaron 16 especies con 52 individuos en su interior. Finalmente, el parque canelo canelillo se identificaron 3 especies diferentes (*Eucalyptus globulus*, *Pinus radiata* y *Colliguaja salicifolia*) con una abundancia de 20 individuos que se distribuyen entre las 3 especies mencionadas (Figura 21) (Figura 22).

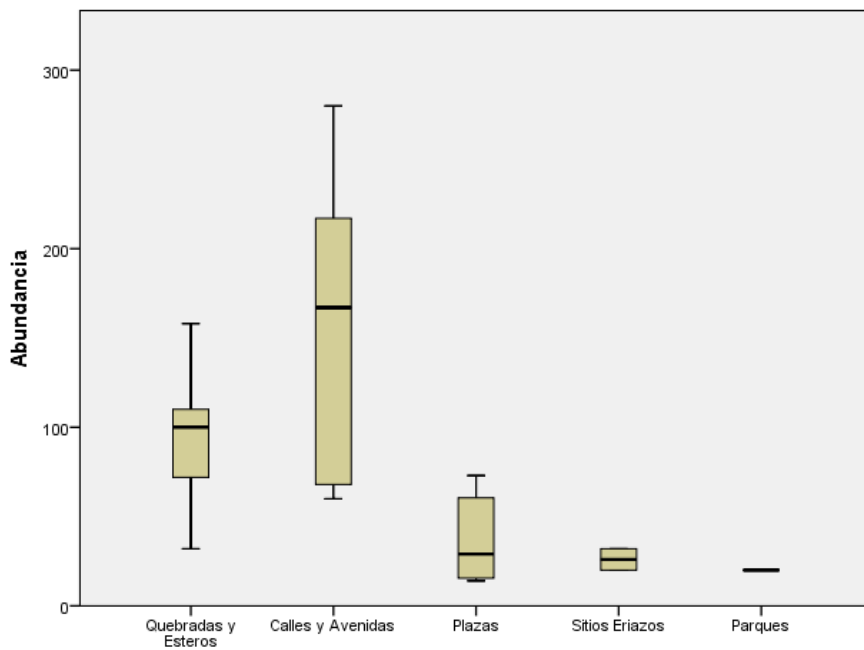
**Figura 21.** Distribución y dispersión especies presentes en las áreas verdes públicas.

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 22.** Distribución y dispersión individuos presentes en las áreas verdes públicas.



Fuente: Elaboración propia.

## 5. DISCUSIONES



Existen diversas áreas verdes públicas en la ciudad de Algarrobo, siendo las quebradas y esteros aquellas que predominan y que conforman en su gran mayoría el paisaje del área estudiada. La disponibilidad de áreas verdes que presenta la ciudad resulta ser abundante, en términos de cantidad de éstas (28). La tipología de “plazas” presentó características enfocadas al desarrollo de equipamientos y servicios para sus usuarios reafirmando lo planteado por Vásquez (2016) en relación a la planificación de áreas verdes públicas, considerando que la planificación de estas áreas se ha desarrollado bajo una perspectiva clásica que ha puesto el foco en los beneficios sociales sujetos al ocio, recreación y belleza escénica no considerando los múltiples beneficios sociales y ambientales que estas pueden proveer.

Estos patrones de planificación vienen arraigados estrechamente a la definición oficial de áreas verdes propuestas por la Ley General de Urbanismo y Construcciones en su ordenanza general que sitúa a las áreas verdes preferentemente como áreas de esparcimiento social y/o circulación peatonal sin dar énfasis en el componente *vegetacional* y en el peor de los casos generando desigualdades espaciales dentro de las ciudades (Reyes y Figueroa, 2010). Esto se reafirma en terreno con la abundante urbanización que circunda la mayoría de las áreas verdes públicas en específico en las cabeceras de algunas quebradas y esteros evaluados en la ciudad de Algarrobo (Vásquez, 2018). En ese sentido, y con el progresivo avance inmobiliario, es posible que la cantidad de áreas verdes públicas se vea mermada en un mediano a largo plazo y en consecuencia se pierdan espacios urbanos con fines socio ambientales (Guzmán, 2017). Esto se contradice con lo planteado en el (PLADECO, 2017) de la ciudad de Algarrobo el cual señala que las áreas verdes, plazas con equipamientos de toda índole social son prioridad para la comuna y por ende potencian la integración social.

Por otra parte, con referencia a la vegetación de las áreas verdes públicas de la ciudad de Algarrobo, la metodología desarrollada incorpora una serie de indicadores que no conllevan mayores costos de aplicación. Dichos indicadores tienen como finalidad evaluar la vegetación de las áreas verdes públicas y sus posibles beneficios sociales y ambientales. Los indicadores resultaron ser de fácil aplicación pudiendo ser útiles en la toma de decisiones con respecto a la planificación territorial a escala comunal o barrial. Sin embargo, la cantidad de áreas a evaluar, la escala de aplicabilidad sumado a un limitado personal capacitado para el levantamiento de la información puede dilatar el proceso.

La evaluación de la vegetación a lo largo de las áreas verdes públicas de la ciudad de Algarrobo posibilitó explorar el potencial de éstas a través de su componente vegetativo orientando hacia una planificación y desarrollo sustentable que posibilite la posible provisión de servicios ecosistémicos. Cabe mencionar que existen múltiples factores a considerar con respecto a la evaluación ambiental de las áreas verdes públicas. Según lo planteado por Reyes y Figueroa (2010) es posible implementar una serie de factores como el dominio o la gestión, la cantidad, calidad y distribución espacial a estas áreas. En ese sentido, el factor calidad tiene estrecha relación con los indicadores que abordan la cobertura vegetal, la cantidad de áreas verdes, la diversidad biológica y el origen de sus especies para el caso de este estudio.

Con relación a los beneficios sociales y ambientales que las áreas verdes pueden generar son múltiples y tienen una estrecha relación dependiendo de su localización, tamaño, densidad vegetacional, diseño, y el objetivo principal por el cual fue planificada (SEREMI

de Medio Ambiente Región Metropolitana, 2014). En ese sentido, el tipo y cantidad de vegetación resulta ser un factor relevante a la hora de proveer servicios ecosistémicos a las poblaciones circundantes. Por ejemplo, vegetación con más hojas filtra mejor las partículas contaminantes del aire, debido a que una vegetación muy gruesa sólo causa turbulencia en el aire mientras que una vegetación más delgada deja pasar el aire a través de ella filtrando la contaminación propia derivada de los ecosistemas urbanos. Asimismo, aquellas áreas verdes que no contengan vegetación alguna podrían ver mermada su capacidad de brindar servicios ecosistémicos asociados a la reducción del ruido a escala local, filtrado del aire, regulación del microclima, entre otras (Costanza *et al.*, 1997). Sumado a esto, si la vegetación en su mayoría es de procedencia exótica y/o introducida la biodiversidad local se vería afectada en su presencia y proliferación (Díaz y Armesto, 2003). La literatura hace pensar que aquellas AVP con más vegetación y biodiversidad proveen más servicios ecosistémicos, lo que debería ser probado en próximos estudios.

Las áreas verdes públicas clasificadas como quebradas y esteros en promedio junto con el parque Canelo Canelillo resultaron ser aquellas áreas verdes que contienen mayor densidad vegetal. Esto resulta fundamental según lo planteado por (Vásquez, 2016) debido a que existen algunas áreas verdes que requieren especial atención debido a que cumplen funciones estructurales en el paisaje y brindan conexiones vitales para procesos ecológicos que se desarrollan en las ciudades.

Por el otro lado, las plazas y avenidas obtuvieron los menores porcentajes de vegetación. La baja vegetación presente en las plazas se debe a que el proceso de clasificación supervisada utiliza bandas espectrales que tienen un tamaño de píxel demasiado pequeño (10 metros) para encontrar valores que identifican el componente vegetal en estas áreas. Sin embargo, en terreno se puede corroborar que la mayoría de las plazas tienen vegetación arbórea y arbustiva que pueden contrarrestar la información arrojada por el software. Por su parte, la baja presencia de vegetación en las “calles y avenidas” tiene estrecha relación con la morfología propiamente tal de dichas áreas, en donde predomina las superficies impermeables como calles y veredas.

En relación con el índice de diversidad de Shannon el cual refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa (Pla, 2006). En términos generales las tipologías analizadas en su conjunto arrojaron una muy alta diversidad en casi todos sus componentes, esto se debe en parte, a la gran heterogeneidad natural que predomina en las quebradas y esteros, así también en los sitios eriazos identificados como áreas verdes públicas. Sin embargo, dicho índice no discrimina el origen de las especies identificadas lo que refleja altos valores de heterogeneidad en aquellas áreas con mayor impacto antrópico como plazas públicas, que, en su mayoría, predominan las especies exóticas y/o introducidas. Dicho impacto puede mermar las condiciones de hábitat de diversas especies de aves y animales al reemplazar la vegetación nativa paulatinamente por vegetación exótica (Díaz y Armesto, 2003).

La biodiversidad o diversidad biológica de especies arbóreas y arbustivas para la tipología de quebradas y esteros en general predomina las especies nativas, sin embargo, la presencia de especies exóticas como el Pino insigne, Eucalipto y Zarzamora son considerables a la hora de un análisis más exhaustivo, en parte debido a los riesgos ante posibles incendios por la alta combustibilidad y acidificación del suelo provocando la desaparición gradual de especies nativas pertenecientes a estos ecosistemas (Magrini y

López Varela, 2016). Por su parte, la quebrada los pescadores es aquella que presentó mayor cantidad de especies exóticas en su interior, esto se debe en parte a su localización espacial, la cual se emplaza en la zona céntrica de la comuna con proximidad a la municipalidad y a sectores residenciales, por ende, su vegetación natural se ve alterada y reemplazada por vegetación de origen exótico donde la zarzamora predomina e invade largas secciones de la quebrada.

Asimismo, algunas calles y avenidas como tranque viejo, el total y avenida monterrey (carretera F90) predominan las especies de origen exótico. Mismo caso para las plazas públicas donde las especies exóticas abundan y en algunos casos como en la plaza N°2 su totalidad de especies es de dicho origen. Esto es muy importante debido a que las áreas verdes públicas en donde la vegetación juega un rol fundamental a la hora de proporcionar beneficios socio ambientales a la población se deben considerar criterios en la selección de las formaciones vegetales (arbóreas, arbustivas y herbáceas) y establecer diferencias conceptuales entre la flora y la vegetación para lograr una mejor gestión y comprensión del proceso de proliferación de especies vegetales nativas (Hernández, 2000).

Esto reafirma lo planteado por Teillier *et al.* (2010) ya que los criterios de selección de especies, y en particular para aquellas áreas verdes públicas con mayor intervención antrópica existe una predominancia de las especies introducidas que no son propias del ambiente en el cual se han implementado, amenazando la proliferación hacia los espacios naturales y generando recursos adicionales para su mantención. Es importante conocer el rol de las especies nativas y endémicas ya que cumplen funciones ecosistémicas fundamentales para favorecer el equilibrio de su estructura y funcionalidad, además, para crear hábitats para la vida silvestre y permitiendo que la biodiversidad local de una zona trascienda en el tiempo (Slaterry *et al.*, 2003).

## **6. CONCLUSIONES.**

El presente estudio identificó y evaluó la vegetación de las áreas verdes públicas presentes en el contexto urbano de la ciudad de Algarrobo. Para la evaluación de la vegetación se propusieron una serie de indicadores que tienen como finalidad identificar la cantidad de vegetación existente, el origen y procedencia de las especies y determinar la diversidad biológica de las especies mediante el índice de diversidad de Shannon.

Se identificaron 28 áreas verdes públicas en base a los instrumentos de planificación territorial a escala comunal y se clasificaron en 5 tipologías diferentes: (1) Quebradas y Esteros, (2) Calles y Avenidas, (3) Plazas, (4) Sitios Eriazos, (5) Parques, con la finalidad de evaluar la vegetación existente en dichas áreas.

A modo general, las AVP que presentan mayor cantidad de vegetación exótica y menor cantidad de vegetación resultó ser la tipología de “plazas”. Por el contrario, las AVP con mayores porcentajes de vegetación se identificaron en la tipología de “quebradas y esteros”, éstas presentan en promedio valores superiores al 70% cobertura vegetal en su área, lo que podría dificultar el acceso a éstas debido a la gran cantidad de vegetación y su ubicación geográfica de algunas quebradas.

Una de las AVP que necesita especial atención debido a su gran cantidad de vegetación existente y por su condición turística debido a que alberga una gran cantidad de personas en periodos estivales es el parque Canelo Canelillo. Su vegetación predominantemente exótica (pinos y eucaliptos) puede mermar la proliferación de especies nativas y/o endémicas propias de este ecosistema, pudiendo generar una serie de problemáticas ambientales como la acidificación del suelo lo que imposibilitaría la reproducción y proliferación de otras especies, en concreto, de especies nativas y/o endémicas. Además, estas especies podrían estar aumentando el riesgo ante posibles incendios por la alta combustibilidad de estas especies exóticas (Vásquez, 2018).

A modo general, las AVP identificadas como <quebradas y esteros> presentaron una buena condición ambiental, lo que se refleja en mayor riqueza, abundancia y en el origen nativo y/o endémico de sus especies identificadas, además de presentar gran cantidad de vegetación en su interior. Las quebradas y esteros presentaron en promedio una muy alta diversidad de acuerdo con el índice de diversidad de Shannon.

En específico, esta tipología presentó algunas particularidades que se reflejan en la gran cantidad de especies exóticas identificadas en la quebrada los pescadores, obteniendo valores cercanos al 88% de especies exóticas en esta AVP en particular, destacando la presencia de la especie zarzamora, eucalipto y aroma australiano.

Por otra parte, y a modo general, las AVP que presentaron mala condición ambiental reflejado en su escasa vegetación, riqueza, abundancia y origen de las especies son las “calles y avenidas” y las “plazas”. En concreto, las calles y avenidas obtuvieron un promedio inferior al 3% de vegetación presente arrojado por el proceso de clasificación supervisada realizada para desarrollar este indicador. Las calles y avenidas por su parte no superan el 25% de vegetación. Sin embargo, estas presentan una gran abundancia relativa de especies exóticas, traducida en la gran presencia de pinos y eucaliptos para las AVP de calles y avenidas y en particular para las avenidas Isidoro Dubomais y el Totoral y en especies de fácil crecimiento y proliferación como aromos y falso Acacio que predominan en la mayoría de las plazas públicas de la ciudad de Algarrobo.

Uno de los resultados del desarrollo de la presente investigación alude al conocimiento y reconocimiento de las especies arbóreas y arbustivas nativas, endémicas y exóticas presentes en las diversas AVP de la ciudad de Algarrobo. En este sentido se destacan la presencia de especies nativas y endémicas tales como el Colliguay (*Colliguaja salicifolia*), Boldo (*Peumus boldus*), Litre (*Lithrea caustica*), Bollén (*Kageneckia oblonga*), Peumo (*Cryptocarya alba*), Quintral (*Tristerix verticillatus*), Yelmo (*Griselinia scandens*), Arrayán (*Luma Chequen*), Quisco (*Trichocereus chiloensis*), Belloto del norte (*Beilschmiedia miersii*), Chagual (*Puya chilensis*), Mayu (*Sophora macrocarpa*), Vautro (*Baccharis macraei*), Quillay (*Quillaja saponaria*), Molle (*Schinus latifolius*), Canelo (*Drimys winteri*), las cuales presentan diversos estados de conservación, por lo que su presencia puede facilitar eventuales planes de conservación para las áreas verdes de Algarrobo. Asimismo, el reconocimiento general de las especies exóticas que pueden generar ciertas problemáticas ambientales es relevante para la toma de decisiones con respecto al tipo de especies a introducir o proliferar dentro de las AVP de la ciudad de Algarrobo, así también para generar educación y conciencia respecto al uso de estas especies en los habitantes de la ciudad.

Las áreas verdes evaluadas se encuentran insertas en el entramado urbano de la ciudad de Algarrobo, zonificadas en particular por el Plan Regulador Comunal del año 1988. Estas áreas sostienen una serie de funciones sociales fundamentales para la integración social de los territorios, además de brindar múltiples servicios ambientales a la población. La literatura señala que la planificación de estas áreas verdes públicas se ha desarrollado bajo una perspectiva “clásica” que ha puesto el énfasis en los beneficios sociales sujetos al ocio, recreación y belleza escénica no considerando los múltiples beneficios sociales y ambientales que estas áreas pueden proveer a la población. Todo esto sumado a que la definición oficial de áreas verdes en Chile profundiza los patrones clásicos de urbanización sosteniendo y/o agudizando las problemáticas ambientales derivadas de estos ecosistemas.

En concreto, la ciudad de Algarrobo presenta múltiples componentes del paisaje con potencial para desarrollar un sistema de infraestructura verde a diversas escalas de aplicación (comunal, barrial, etc.) que pueda proporcionar diversos servicios ecosistémicos a sus habitantes. El conocimiento es poder, y es por esto que, el reconocimiento de estas oportunidades por parte de la población y de las autoridades pertinentes puede facilitar el desarrollo de proyectos de infraestructura verde en beneficio de sus usuarios. Existen algunos sitios eriazos con escasa vegetación y deterioro ambiental que pueden ser reconfigurados como parques públicos o plazas para brindar los beneficios previamente descritos. Asimismo, dado que la ciudad presenta dentro de su territorio múltiples quebradas y esteros que forman una serie de corredores biológicos de gran importancia para la provisión de servicios ecosistémicos a las comunidades adyacentes, resulta vital mantener la calidad de estas áreas y mejorar su accesibilidad para el mejor desarrollo e integración social de los habitantes de Algarrobo.

Existen algunos elementos que no se exploran en la presente investigación y que pueden ayudar a desarrollar más arduamente la evaluación de las áreas verdes de manera holística. A modo de recomendación se podrían incluir censos de aves y/o reptiles en la totalidad de las áreas verdes públicas, debido a que estos son bioindicadores que pueden determinar de manera más completa la vegetación y la condición ambiental de dichas áreas. Sin embargo, puede resultar complejo en términos de tiempo realizar dichas actividades, considerando que, son aproximadamente 28 AVP a analizar. Asimismo, resultaría interesante vincular los niveles socioeconómicos con la cantidad y calidad de la vegetación que existen en las AVP de las comunidades adyacentes. Esto ayudaría a entender en cierto grado los patrones sociales que predominan en la planificación de estas áreas y para reducir los niveles de justicia ambiental que pueden existir en la ciudad de Algarrobo. Por último, la información levantada junto con las recomendaciones señaladas previamente puede servir como potencial material educativo para la población, generando conocimiento y por consiguiente conservación y protección de estos espacios, así también, como una carta de navegación para la toma de decisiones respecto a la planificación de áreas verdes públicas a escala comunal.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

Aguilera, M., y Silva, J. F. (1997). Especies y biodiversidad. *Interciencia*, 22(6), 299-306.

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Andrade, B., Arenas, F., y Guijón, R. (2008). Revisión crítica del marco institucional y legal chileno de ordenamiento territorial: el caso de la zona costera. *Revista de Geografía Norte Grande*, (41), 23-48.

Andrés, M. D., y Barragán Muñoz, J. M. (2016). Desarrollo urbano en el litoral a escala mundial. Método de estudio para su cuantificación. *Revista de Estudios Andaluces*, 33 (1), 64-83.

Ahern, J. (1995). Greenways as a planning strategy. *Landscape and urban planning*, 33(1-3), 131-155.

Balvanera, P., Castillo, A., Avila, P., Caballero, K., Flores, A., Galicia, C., ... y Sarukhán, J. (2011). Marcos conceptuales interdisciplinarios para el estudio de los servicios ecosistémicos en América Latina. *El valor ecológico, social y económico de los servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas y estudio de casos*, pp: 00.

Barton, J. R. (2006). Sustentabilidad urbana como planificación estratégica. *EURE (Santiago)*, 32(96), 27-45.

Bastén, V. G. (2005). Sobre sistemas, tipologías y estándares de áreas verdes en el planeamiento urbano. *DU y P: revista de diseño urbano y paisaje*, 2(6), 2.

Benedict, M. A., y McMahon, E. T. (2002). Green infrastructure: smart conservation for the 21st century. *Renewable resources journal*, 20(3), 12-17.

Becerra, P. I., y Bustamante, R. O. (2008). The effect of herbivory on seedling survival of the invasive exotic species *Pinus radiata* and *Eucalyptus globulus* in a Mediterranean ecosystem of Central Chile. *Forest Ecology and Management*, 256(9), 1573-1578.

Bolund, P., y Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological economics*, 29(2), 293-301.

Caviedes, B. M. (1999). Manual de métodos y procedimientos estadísticos. *Bogotá. Universidad Jorge Tadeo Lozano*, 67.

Carponi, M. S., Butus, M. L., Martínez, M., Carñel, G., Reinoso, D., Prand, M., y Strauch, G. (2016). Diagnóstico de los espacios verdes públicos de la ciudad de Paraná. *Revista Científica Agropecuaria*, 20(1-2), 31-43.

Centro UC (2017) Mesa de áreas verdes – Resumen ejecutivo. Proyecto Ciudad con Todos. Centro de Políticas Públicas. Universidad Católica Disponible en: <https://politicaspUBLICAS.uc.cl/publicacion/otras-publicaciones/18173-2/>.

Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and urban planning*, 68(1), 129-138.

Chuvieco, E., Aguado, I., Yebra, M., Nieto, H., Salas, J., Martín, M. P., ... y Zamora, R. (2010). Development of a framework for fire risk assessment using remote sensing and geographic information system technologies. *Ecological Modelling*, 221(1), 46-58.

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Cordero, P., Vanegas, S., y Hermida, M. A. (2015). La biodiversidad urbana como síntoma de una ciudad sostenible. Estudio de la zona del Yanuncay en Cuenca, Ecuador. *Maskana*, 6(1), 107-130.

Contardi, H. G. (1980). Nueva concepción ecológica-tecnológica sobre espacios verdes urbanos. *Ecología*.

Costanza, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., ... y Van Den Belt, M. (1998). The value of the worlds ecosystem services and natural capital. *Ecological economics*, 25(1), 3-15.

Crooks, K. R., y Sanjayan, M. (Eds.). (2006). *Connectivity conservation* (Vol. 14). Cambridge University Press.

Daily, G. C. (1997). Introduction: what are ecosystem services. *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*, 1(1).

De Mattos, C. A. (2002). Transformación de las ciudades latinoamericanas: ¿Impactos de la globalización? *Eure*, 28(85).

De Vitoria-Gasteiz, A. (2014). La infraestructura verde urbana de Vitoria-Gasteiz. *Documento de Propuesta*.

DeLong Jr, D. C. (1996). Defining biodiversity. *Wildlife society bulletin*, 738-749.

Diamond Head Consulting. (2014). Biodiversity conservation strategy. [en línea] Surrey, Reino Unido: The City of Surrey.129p. Recuperado en: [http://www.surrey.ca/files/Surrey\\_BCS\\_Report.pdf](http://www.surrey.ca/files/Surrey_BCS_Report.pdf)

Díaz, I. V. Á. N., y Armesto, J. J. (2003). La conservación de las aves silvestres en ambientes urbanos de Santiago. *Ambiente y desarrollo*, 19(2), 31-38.

European Environment Agency. (2011). *Green infrastructure and territorial cohesion: The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems*. Publications Office of the European Union.

Figueroa Pianda, S. (2015). Evaluación de estructura horizontal y la diversidad florística en un bosque lluvioso del magdalena medio, hacienda San Juan del Carare, Cimitarra-Santander.

Forman, R.T.T. and Godron, M. (1986) *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons Ltd., New York.

Fuentes, N., Sánchez, P., Pauchard, A., Urrutia, J., Cavieres, L., y Marticorena, A. (2014). *Plantas Invasoras del Centro-Sur de Chile: Una Guía de Campo*. Laboratorio de Invasiones biológicas (LIB).

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

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

Giménez, P., y Ugarte, J. R. (2014). Hacia una nueva política urbana para Chile. Política nacional de desarrollo urbano: ciudades sustentables y calidad de vida. *Santiago, Chile: PNUD, MINVU*.

Guerrero, E., y Culós, G. (2007). Indicadores ambientales en la gestión de espacios verdes. El parque Cerro La Mucediza. Tandil, Argentina. *Revista Espacios*, 28(1), 57-73.

Guzmán, J. M. (2017). La Gestión Municipal de áreas verdes en el gran Santiago. *Santiago: Fundación Mi Parque*.

Halffter, G. (1995). ¿Qué es la biodiversidad? *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 5-14.

Hernández, J., Serra, M., y Yancas, L. (2000). Manual de Métodos y Criterios para la Evaluación y Monitoreo de la Flora y la Vegetación. *Estudios de flora y vegetación. Facultad de Ciencias Forestales y Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago de Chile*.

Hough, M. (2004). Climate. Cities and natural process: A basis for sustainability (pp. 189-218).

Huber, A., Iroumé, A., Mohr, C., y Frêne, C. (2010). Efecto de plantaciones de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus* sobre el recurso agua en la Cordillera de la Costa de la región del Biobío, Chile. *Bosque (Valdivia)*, 31(3), 219-230.

Ilustre Municipalidad de Algarrobo. (2017, agosto). Plan de Desarrollo Comunal de Algarrobo 2017 – 2020.

Kühn, I., Brandl, R., y Klotz, S. (2004). The flora of German cities is naturally species rich. *Evolutionary ecology research*, 6(5), 749-764.

Landscape Institute (2009). Green infrastructure: connected and multifunctional landscapes. Londres: Landscape Institute Position statement.

Lopera, F. G. (2005). Las zonas verdes como factor de calidad de vida en las ciudades. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, 37(144), 417.

Machado, J. (2004). A Estrutura Ecológica do Município de Alcobaça. *Relatório Técnico Preliminar, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente da FCT/UNL, Monte de Caparica*.

Magnani, A. P. (2020). Infraestructura verde en nuestras ciudades. Un factor infravalorado en escenarios de crisis. Laboratorio de ecosistemas urbanos.

Martínez Añazco, C. E. (2004). Valoración económica de áreas verdes urbanas de uso público en la comuna de la Reina.



“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

McKinney, M. L. (2002). Urbanization, Biodiversity, and Conservation The impacts of urbanization on native species are poorly studied, but educating a highly urbanized human population about these impacts can greatly improve species conservation in all ecosystems. *Bioscience*, 52(10), 883-890.

Ministerio de Medio Ambiente. (2014). Quinto informe nacional de biodiversidad de Chile (p. 140). Santiago, Chile. Recuperado a partir de [http://portal.mma.gob.cl/wpcontent/uploads/2015/01/Libro\\_Convenio\\_sobre\\_diversidad\\_Biologica.pdf](http://portal.mma.gob.cl/wpcontent/uploads/2015/01/Libro_Convenio_sobre_diversidad_Biologica.pdf)

Ministerio de Medio Ambiente. (2017) Especies en Chile. Recuperado el 10 de octubre, a partir de <http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/especies.aspx>

Ministerio de Medio ambiente. (2021). Sexto reporte del estado del medio ambiente. Capítulo 9 “Infraestructura verde” (p. 188-195). Recuperado a partir de <https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/04/REMA2021-comprimido.pdf>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), agosto de (2011). Encuesta Percepción de Calidad de Vida Urbana. Observatorio Urbano. Disponible en <http://www.observatoriourbano.cl/Docs/pdf/Principales%20Resultados%20ECVU%202010.pdf>

Municipalidad de Algarrobo, Gobierno Regional de Valparaíso, Seremi MINVU V Región, Universidad Marítima de Chile. (1998). Memoria Explicativa, Estudio actualización Plan Regulador. Recuperado a partir de <http://www.municipalidadalgarrobo.cl/algarrobo/transparencia/obra/Memoria%20Comunal.pdf>

Munoz, S. R., y Bangdiwala, S. I. (1997). Interpretation of Kappa and B statistics measures of agreement. *Journal of Applied Statistics*, 24(1), 105-112.

Musalem, M. (2019). Flora nativa, un aporte para el diseño de paisaje sostenible. “diapositivas de PowerPoint”. Taller arbolado urbano para mejores ciudades, octubre 2019.

Nations, U. (2012). World urbanization prospects: The 2011 revision. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs/Population Division. *UN Proceedings*.

Novoa Jara, C. A. (2017). *Evaluación de la biodiversidad en los componentes de infraestructura verde de la ciudad de Algarrobo* (Doctoral dissertation, Universidad de Chile).

Nowak, D., Dwyer, J., y Childs, G. (1997). Beneficios y costos de manejo de áreas verdes urbanas. In *Manuscrito para publicación en Anales del Seminario sobre Áreas Verdes Urbanas desarrollado en la Ciudad de México* (pp. 2-4).

Ochoa de La Torre, J. M. (1999). *La vegetación como instrumento para el control microclimático*. Universitat Politècnica de Catalunya.

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Palomo, P. J. S. (2003). *La planificación verde en las ciudades*. Gustavo Gili.

Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590.

Reyes, S. (2004). Santiago: La difícil sustentabilidad de una ciudad neoliberal. *Santiago en la globalización: ¿Una nueva ciudad?*, 17-46.

Reyes Päcké, S., y Figueroa Aldunce, I. M. (2010). Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. *EURE (Santiago)*, 36(109), 89-110.

Riveros, A., Vásquez, A., Ludeña, B., y Vergara, J. (2015). Infraestructura verde urbana: tipos, funciones y oportunidades para el desarrollo de corredores verdes urbanos en Santiago de Chile. *Ciudad y calidad de vida. Indagaciones y propuestas para un habitar sustentable*, 93-107.

Romero, F. I., Cozano, M. A., Gangas, R. A., y Naulin, P. I. (2014). Zonas ribereñas: protección, restauración y contexto legal en Chile. *Bosque (Valdivia)*, 35(1), 3-12.

Romero, H., Toledo, X., Órdenes, F., y Vásquez, A. (2001). Ecología urbana y gestión ambiental sustentable de las ciudades intermedias chilenas. *Ambiente y Desarrollo*, 17(4), 45-51.

Romero, H., y Vásquez, A. (2009). El crecimiento espacial de las ciudades intermedias chilenas de Chillán y Los Ángeles y sus impactos sobre la ecología de paisajes urbanos.

Saarikoski, H., Barton, D. N., Mustajoki, J., Keune, H., Gomez-Baggethun, E., y Langemeyer, J. (2016). Multi-criteria decision analysis (MCDA) in ecosystem service valuation. In *OpenNESS ecosystem services reference book/Potschin, M.[edit.]; et al.* (pp. 1-6).

Saillard, M. (1962). Infraestructura. *Urbanisme (Paris)*.

Shannon, C. E., y Weaver, W. (1998). The mathematical theory of communication reprinted. *Urbana: University of Illinois Press*.

Slattery, B., Reshetiloff, K., y Zwicker, S. M. (2003). *Native plants for wildlife habitat and conservation landscaping: Chesapeake Bay Watershed* (p. 2003). US Fish and Wildlife Service, Chesapeake Bay Field Office.

Smit, J., Ratta, A., y Bernstein, J. (1996). Urban Agriculture: Opportunity for Sustainable Cities in Sub-Sahara Africa. *Informe al Banco Mundial*.

Solbrig, O. T. (1991). *Biodiversity: scientific issues and collaborative research proposals* (No. 504.03 SOL). Paris: Unesco.

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K., y Williams, J. (1998). Manejo de las áreas verdes urbanas. *Documento de buenas prácticas*, (109).

Squeo, F. A., Estades, C., Bahamonde, N., Cavieres, L. A., Rojas, G., Benoit, I., ... y Torres-Mura, J. C. (2010). Revisión de la clasificación de especies en categorías de amenaza en Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 83(4), 511-529.

Strohbach, M. W., Haase, D., y Kabisch, N. (2009). Birds and the city: urban biodiversity, land use, and socioeconomics. *Ecology and Society*, 14(2).

Sukopp, H., Werner, P., Aguado, F. S., y Fernández, I. (1989). *Naturaleza en las ciudades*.

Suárez, M., Mellado-Díaz, A., Sánchez-Montoya, M., y Vidal-Abarca, M. (2005). Propuesta de un índice de macrófitos (IM) para evaluar la calidad ecológica de los ríos de la cuenca del Segura. *Limnetica*, 24(3-4), 305-318.

Swingland, I. R. (2001). Biodiversity, definition of. *Encyclopedia of biodiversity*, 1, 377-391.

Teillier, S., Figueroa, J. A., y Castro, S. A. (2010). Especies exóticas de la vertiente occidental de la cordillera de la Costa, Provincia de Valparaíso, Chile central. *Gayana Botánica*, 67(1), 27-43.

Torres-Lima, P., y Cruz-Castillo, J. G. (2019). Procesos urbanos y sistemas socioecológicos. Trayectorias sustentables de la agricultura de chinampa en Ciudad de México. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (25), 168-190.

Tzoulas, K., y James, P. (2010). Making biodiversity measures accessible to non-specialists: an innovative method for rapid assessment of urban biodiversity. *Urban ecosystems*, 13(1), 113-127.

Vásquez, A. (2016). *An integrative approach to assess urban riparian greenways potential: The case of Mapocho River in Santiago de Chile*. Universität Leipzig, Leipzig, Alemania.

Vásquez Meneses, S. (2018). Evaluación del estado ecológico de las Quebradas y sus zonas ribereñas en la ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso (Doctoral dissertation, Universidad de Chile).

Vergara Stuardo, J. A. (2014). Evaluación de servicios ecosistémicos y sus "trade-offs" a lo largo del corredor verde Balmaceda-Uruguay.

Vila, M., y Ibáñez, I. (2011). Plant invasions in the landscape. *Landscape ecology*, 26(4), 461-472.

Walker, F. B., Fernández, P. W., y Freitas, J. M. (2007). Modelo de cálculo de áreas verdes en planificación urbana desde la densidad habitacional. *Urbano*, 10(15), 97-101

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Williamson, K. S. (2003). *Growing with green infrastructure*. Doylestown, PA, USA: Heritage Conservancy.

## 8. ANEXOS

**Anexo 1.** Puntos, transectos y censos de muestreo evaluados en las áreas verdes públicas.

Quebradas y Esteros / Punto de Muestreo		Coordenadas (X, Y)	
		X	Y
Las Petras	1	249.637	6.304.258
	2	250.032	6.303.980
	3	250.220	6.303.621
	4	250.474	6.303.303
	5	250.892	6.302.925
Las Tinajas	1	251.000	6.304.968
	2	251.052	6.304.690
	3	251.080	6.304.331
	4	251.179	6.304.105
	5	251.346	6.303.733
Los Pescadores	1	251.356	6.304.978
	2	251.396	6.304.806
	3	251.453	6.304.697
	4	251.676	6.304.568
Las Casas	1	251.616	6.305.141
	2	251.801	6.304.813
	3	252.053	6.304.594
	4	252.653	6.303.827
Los Claveles	1	252.215	6.304.815
	2	252.295	6.304.746
	3	252.541	6.304.516
	4	252.831	6.304.189
Lance Bravo	1	531.89	6.304.774
	2	528.98	6.305.161
	3	538.73	6.304.572
La Finca	1	253.092	6.306.023
	2	253.201	6.305.776
	3	541.28	6.305.000
Estero San Gerónimo	1	253.224	6.306.287
	2	254.097	6.306.337
	3	254.149	6.306.289
El Yugo	1	253.542	6.308.068

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

	2	253.814	6.308.227
	3	253.962	6.308.546
	4	254.176	6.308.524
San José	1	253.582	6.309.990
	2	253.713	6.310.056
	3	253.861	6.309.975
El Yeco	1	253.283	6.310.853
	2	253.619	6.311.023
	3	253.875	6.311.002
Algarrobo Norte	1	253.468	6.311.193
	2	253.619	6.311.396
	3	253.906	6.311.535

Calles y Avenidas / Punto de Muestreo		Coordenadas (X, Y)	
		X	Y
Av. Isidoro Dubomais	1	250.316	6.303.548
	2	250.815	6.303.899
	3	251.338	6.304.259
	4	251.604	6.304.449
Av. Tranque viejo	1	250.745	6.303.624
	2	251.031	6.303.606
	3	251.611	6.303.533
Av. El total	1	251.892	6.304.324
	2	252.055	6.303.872
	3	252.243	6.303.448
	4	252.618	6.303.028
Carretera F-90	1	252.808	6.302.942
	2	253.236	6.303.055
Carretera G98F	1	253.952	6.311.345
	2	253.924	6.310.990
	3	253.944	6.310.585

Plazas / Punto de Muestreo		Coordenadas (X, Y)	
		X	Y
Plaza N° 1	1	251.774	6.304.093
Plaza N° 2	1	252.114	6.304.171
Plaza N° 3	1	252.051	6.304.685
Plaza N° 4	1	252.908	6.305.730

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Plaza N° 5	1	253.911	6.308.768
Plaza N° 6	1	253.663	6.309.567
Plaza N° 7	1	253.493	6.309.619

Sitios eriazos / Punto de Muestreo		Coordenadas (X, Y)	
		X	Y
Sitio 1	1	251.044	6.302.839
	2	251.565	6.302.858
	3	252.643	6.302.986
Sitio 2	1	252.455	6.303.540
	2	252.550	6.303.629

Parques / Punto de Muestreo		Coordenadas (X, Y)	
		X	Y
Canelo Canelillo	1	249.649	6.304.440
	2	249.888	6.304.504
	3	250.075	6.304.701

Coordenadas UTM Datum: WGS 1984, Huso 19 sur  
Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2. Ficha de evaluación de la vegetación.



FICHA ALGARROBO

MEDICIÓN DE LA VEGETACIÓN DE LAS ÁREAS VERDES

Inicio			
Término			
Código shape			
Terreno			
Google streetview			
Fecha	D	M	A

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

1A Cobertura de suelo	Cobertura (%)
Impermeable	
Desnudo	
Vegetación	

2A	Cantidad de estratos de vegetación	Marcar con X	Cobertura (%)
Arbóreo			
Arbustivo			
Herbáceo			

3A	Especies presentes por estrato y N° por cada especie (Arbóreo)			
Especies	N°	Especies	N°	

3B	Especies presentes por estrato y N° por cada especie (Arbustivo)			
Especies	N°	Especies	N°	

4A Problemas dominantes	Estado
Poda agresiva	
Césped seco	
Daños estructurales/ramas rotas	

(1) **bueno:** aproximadamente más del 75% se encuentra sin poda agresiva, ni vegetación seca, ni daños estructurales.

(2) **regular:** aproximadamente entre 25 y 75% se encuentra sin poda agresiva, ni vegetación seca, ni daños estructurales.

(3) **mal:** aproximadamente menos del 25% se encuentra sin poda agresiva, ni vegetación seca, ni daños estructurales.

**Anexo 3.** Especies identificadas Quebrada las petras

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Nombre Común	Nombre Científico	Quebrada Las Petras					Abundancia Acumulada
		P1	P2	P3	P4	P5	
Colliguay	<i>Colliguaja salicifolia</i>		3				3
Zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>			4		1	5
Boldo	<i>Peumus boldus</i>		1			1	2
Bollén	<i>Kageneckia oblonga</i>	3					3
Matico	<i>Buddleja globosa</i>		4				4
Olivo	<i>Olea europaea L.</i>			3			3
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	1	3	4		10	18
Litre	<i>Lithrea caustica</i>	1	4		1		6
Peumo	<i>Cryptocarya alba</i>		2				2
Pino insigne	<i>Pinus radiata</i>				4		4
Coligue	<i>Chusquea coleou</i>					20	20
Romerillo	<i>Baccharis linearis</i>					2	2
Riqueza: 12	Abundancia	5	17	11	5	34	72

**Anexo 4.** Especies identificadas, Quebrada Las Tinajas.

Nombre Común	Nombre Científico	Quebrada Las Tinajas					Abundancia Acumulada
		P1	P2	P3	P4	P5	
Boldo	<i>Peumus boldus</i>		2		2	2	6
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	5					5
Litre	<i>Lithrea caustica</i>				2		2
Pino insigne	<i>Pinus radiata</i>				2	4	6
Algarrobo	<i>Prosopis chilensis</i>	4					4
Quebracho	<i>Senna candolleana</i>		1				1
Palqui	<i>Cestrum parqui</i>		1				1
Chilca	<i>Nardophyllum lanatum</i>			3			3



“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Molle	<i>Schinus latifolius</i>				2		2
Sauce Chileno	<i>Salix babylonica</i>			2			2
Riqueza: 10	Abundancia	9	4	5	8	6	32

**Anexo 5.** Especies identificadas, Quebrada Los Pescadores.

Nombre Común	Nombre Científico	Quebrada Los Pescadores				Abundancia Acumulada
		P1	P2	P3	P4	
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>				8	8
Aromo francés	<i>Acacia dealbata</i>			1		1
Aromo australiano	<i>Acacia melanoxylon</i>	3	3	1		7
Pino insignne	<i>Pinus radiata</i>	1				1
Alcornoque	<i>Quercus suber</i>	2				2
Árbol del paraíso/Melia	<i>Melia azedarach</i>	6				6
Quintral	<i>Tristerix verticillatus</i>		6			6
Zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>			16		16
Riqueza: 8	Abundancia	12	9	18	8	47

**Anexo 6.** Especies identificadas, Quebrada Las Casas.

Nombre Común	Nombre Científico	Quebrada Las Casas				Abundancia Acumulada
		P1	P2	P3	P4	
Boldo	<i>Peumus boldus</i>			8	3	11
Belloto del Norte	<i>Beilschmedia miersii</i>			2		2
Litre	<i>Lithrea caustica</i>	2				2
Maitén	<i>Maytenus boaria</i>	1				1
Aromo francés	<i>Acacia dealbata</i>		36			36
Malvavisca	<i>Lavatera assurgentiflora</i>	1	4			5
Zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>			5		5
Ligustro	<i>Ligustrum lucidum</i>			1		1

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Yelmo	<i>Griselinia scandens</i>				1	1
Pino insigne	<i>Pinus radiata</i>		1			1
Coligüe	<i>Chusquea cumingii</i>				30	30
Riqueza: 11	Abundancia	4	41	16	34	95

**Anexo 7.** Especies identificadas, Quebrada Los Claveles.

Nombre Común	Nombre Científico	Quebrada Los Claveles				Abundancia Acumulada
		P1	P2	P3	P4	
Zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>	9	10			19
Boldo	<i>Peumus boldus</i>	1				1
Matico	<i>Buddleja globosa</i>				2	2
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>		7	12		19
Litre	<i>Lithrea caustica</i>	1				1
Pino insigne	<i>Pinus radiata</i>	1			3	4
Arrayan	<i>Luma chequen</i>	6				6
Quila o Coligüe	<i>Chusquea quila</i>	1				1
Maqui	<i>Aristotelia chilensis</i>	2				2
Riqueza: 9	Abundancia	21	17	12	5	55

**Anexo 8.** Especies identificadas Quebrada Lance Bravo.

Nombre Común	Nombre Científico	Quebrada Lance Bravo			Abundancia Acumulada
		P1	P2	P3	
Pino insigne	<i>Pinus radiata</i>	3		5	8
Aromo francés	<i>Acacia dealbata</i>		12	1	13
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>		30		30
Eucalipto sidra	<i>Eucalyptus gunnii</i>			14	14
Boldo	<i>Peumus boldus</i>	3			3
Malvavisca	<i>Lavatera assurgentiflora</i>		3		3

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Colliguay	<i>Colliguaja salicifolia</i>	2			2
Quila o Coligüe	<i>Chusquea quila</i>	17			17
Quintral	<i>Tristerix verticillatus</i>			2	2
Trevo	<i>Trevoa trinervis</i>	7		3	10
Riqueza: 10	Abundancia	32	45	25	102

**Anexo 9.** Especies identificadas, Quebrada La Finca.

Nombre Común	Nombre Científico	Quebrada La Finca			Abundancia Acumulada
		P1	P2	P3	
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	15	25		40
Aromo francés	<i>Acacia dealbata</i>	8			8
Aromo australiano	<i>Acacia melanoxylon</i>		1		1
Culén	<i>Psoralea glandulosa</i>	4			4
Quisco	<i>Trichocereus chilensis</i>	6			6
Belloto del Norte	<i>Beilschmiedia miersii</i>			3	3
Chagual	<i>Puya chilensis</i>	7	15		22
Colliguay	<i>Colliguaja salicifolia</i>		30		30
Quintral	<i>Tristerix verticillatus</i>			4	4
Romerillo	<i>Baccharis linearis</i>			15	15
Zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>	20			20
Trevo	<i>Trevoa trinervis</i>			5	5
Riqueza: 12	Abundancia	60	71	27	158

**Anexo 10.** Especies identificadas, Estero San Gerónimo.

Nombre común	Nombre Científico	Estero San Gerónimo			Abundancia Acumulada
		P1	P2	P3	
Pino insigne	<i>Pinus radiata</i>			1	1
Litre	<i>Lithrea caustica</i>			1	1

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Totora	<i>Typha angustifolia</i>	10			10
Romerillo	<i>Baccharis linearis</i>	2		8	10
Chilca	<i>Baccharis marginalis</i>	13			13
Chagual	<i>Puya chilensis</i>			1	1
Quintral	<i>Tristerix verticillatus</i>			2	2
Corontillo	<i>Escallonia pulverulenta</i>			1	1
Quila o Coligüe	<i>Chusquea quila</i>		45		45
Trevo	<i>Trevoa trinervis</i>		10	12	22
Riqueza: 10	Abundancia	25	55	26	106

**Anexo 11.** Especies identificadas, Estero El Membrillo.

Nombre común	Nombre Científico	Estero El Membrillo				Abundancia Acumulada
		P1	P2	P3	P4	
Aromillo	<i>Albizia lophanta</i>			2	3	5
Litre	<i>Lithrea caustica</i>		8	5	6	19
Maiten	<i>Maytenus boaria</i>		5		4	9
Pino insigne	<i>Pinus radiata</i>	10				10
Romerillo	<i>Baccharis linearis</i>			8	3	11
Chilca	<i>Baccharis marginalis</i>		11	4	5	20
Chocho	<i>Lupinus arboreus</i>				3	3
Mioporo	<i>Myoporum laetum</i>				10	10
Salvia	<i>Lepechinia salviae</i>			5		5
Zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>			2		2
Quintral	<i>Tristerix verticillatus</i>		2			2
Riqueza: 11	Abundancia	10	26	26	34	96

**Anexo 12.** Especies identificadas, Quebrada El Yugo.

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Nombre común	Nombre Científico	Quebrada El Yugo				Abundancia Acumulada
		P1	P2	P3	P4	
Aromo francés	<i>Acacia dealbata</i>	12		1		13
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>			19		19
Eucalipto sidra	<i>Eucalyptus gunnii</i>			2		2
Boldo	<i>Peumus boldus</i>				3	3
Litre	<i>Lithrea caustica</i>		2		4	6
Mayu	<i>Sophora macrocarpa</i>				1	1
Espino	<i>Acacia caven</i>		2			2
Mioporo	<i>Myoporum laetum</i>		5			5
Cola de zorro	<i>Cortaderia rudiusscula</i>		1			1
Chilca	<i>Baccharis marginalis</i>	8				8
Cardo	<i>Cynara cardunculus</i>	5				5
Zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>	20		22	20	62
Quila o Coligüe	<i>Chusquea quila</i>			4		4
Riqueza: 13	Abundancia	45	10	48	28	131

**Anexo 13.** Especies identificadas, Quebrada San José.

Nombre común	Nombre Científico	Quebrada San José			Abundancia Acumulada
		P1	P2	P3	
Pino insigne	<i>Pinus radiata</i>	4			4
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	8	3		11
Litre	<i>Lithrea caustica</i>		15	7	22
Boldo	<i>Peumus boldus</i>		5	2	7
Mayu	<i>Sophora macrocarpa</i>		1	1	2
Espino	<i>Acacia caven</i>		2		2
Quisco	<i>Trichocereus chilensis</i>		8		8
Romerillo	<i>Baccharis linearis</i>		30	7	37
Quintral	<i>Tristerix verticillatus</i>		2		2

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Quilo	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>			4	4
Trevo	<i>Trevoa trinervis</i>			1	1
Aromo francés	<i>Acacia dealbata</i>			1	1
/	<i>Haplopappus sp.</i>	8			8
Chilca	<i>Baccharis marginalis</i>			1	1
Riqueza: 14	Abundancia	20	66	24	110

**Anexo 14.** Especies identificadas, Quebrada El Yeco.

Nombre común	Nombre Científico	Quebrada El Yeco			Abundancia Acumulada
		P1	P2	P3	
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>		11	12	23
Eucalipto sidra	<i>Eucalyptus gunnii</i>			4	4
Aromo francés	<i>Acacia dealbata</i>			1	1
Aromo australiano	<i>Acacia melanoxylon</i>			1	1
Litre	<i>Lithrea caustica</i>		10	2	12
Romerillo	<i>Baccharis linearis</i>			12	12
Salvia macho	<i>Eupatorium salvia</i>			3	3
Zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>			8	8
Quilo	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>			5	5
/	<i>Haplopappus sp.</i>	13			13
Vautro	<i>Baccharis macraei</i>		5		5
Mioporo	<i>Myoporum laetum</i>			13	13
Riqueza: 12	Abundancia	13	26	61	100

**Anexo 15.** Especies identificadas, Quebrada Algarrobo Norte.

Nombre Común	Nombre Científico	Algarrobo Norte (Quebrada)			Abundancia Acumulada
		P1	P2	P3	
Pino insigne	<i>Pinus radiata</i>	3	7		10
Aromo francés	<i>Acacia dealbata</i>	7			7
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>		2		2
Litre	<i>Lithrea caustica</i>	2	7	9	18

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Boldo	<i>Peumus boldus</i>	1	1	2	4
Mayu	<i>Sophora macrocarpa</i>			2	2
Romerillo	<i>Baccharis linearis</i>		2	5	7
Quila o Coligüe	<i>Chusquea quila</i>	40	15	3	58
Culén	<i>Psoralea glandulosa</i>		1		1
Salvia macho	<i>Eupatorium salvia</i>	4			4
Colliguay	<i>Colliguaja salicifolia</i>	7	3		10
Riqueza: 11	Abundancia	64	38	21	123

**Anexo 16.** Especies identificadas, Avenida Isidoro Dubomais.

Nombre Común	Nombre Científico	Avenida Isidoro Dubomais				Abundancia Acumulada
		T1	T2	T3	T4	
Pino insigne	<i>Pinus radiata</i>		2	1		3
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	26	48	56	35	165
Aromo australiano	<i>Acacia melanoxylon</i>	5		2		7
Aromo francés	<i>Acacia dealbata</i>				1	1
Boldo	<i>Peumus boldus</i>	1		1		2
Quillay	<i>Quillaja saponaria</i>	7				7
Pimienta	<i>Schinus molle</i>				2	2
Molle	<i>Schinus latifolius</i>	1				1
Belloto del Norte	<i>Beilschmiedia miersii</i>	1				1
Litre	<i>Lithrea caustica</i>			1		1
Colliguay	<i>Colliguaja salicifolia</i>	18				18
Retama	<i>Teline monspessulana</i>	2				2
Malvavisca	<i>Lavatera assurgentiflora</i>	6				6
Mayu	<i>Sophora macrocarpa</i>			1		1
Riqueza: 14	Abundancia	67	50	62	38	217

**Anexo 17.** Especies identificadas, Avenida Tranque Viejo.

Nombre Común	Nombre Científico	Avenida Tranque Viejo	Abundancia Acumulada
--------------	-------------------	-----------------------	----------------------

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

		T1	T2	T3	
Pino insigne	<i>Pinus radiata</i>		2	13	15
Aromo francés	<i>Acacia dealbata</i>			6	6
Aromo australiano	<i>Acacia melanoxylon</i>			4	4
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>			15	15
Eucalipto sidra	<i>Eucalyptus gunnii</i>			2	2
Mioporo	<i>Myoporum laetum</i>		1		1
Negundo	<i>Acer negundo</i>		8		8
Palmera	<i>Phoenix canariensis</i>		1		1
Chilca	<i>Baccharis marginalis</i>	6			6
Romerillo	<i>Baccharis linearis</i>			7	7
Estenocarpo	<i>Dodonaea viscosa</i>		3		3
Riqueza: 11	Abundancia	6	15	47	68

**Anexo 18.** Especies identificadas, Avenida El Totoral.

Nombre Común	Nombre Científico	Avenida El Totoral				Abundancia Acumulada
		T1	T2	T3	T4	
Eucalipto sidra	<i>Eucalyptus gunnii</i>		2		9	11
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	8	56	58	73	195
Pino insigne	<i>Pinus radiata</i>				5	5
Aromo francés	<i>Acacia dealbata</i>				1	1
Aromo australiano	<i>Acacia melanoxylon</i>			1		1
Aromillo	<i>Albizzia lophanta</i>			1		1
Boldo	<i>Peumus boldus</i>				5	5
Litre	<i>Lithrea caustica</i>				3	3
Quillay	<i>Quillaja saponaria</i>	16				16



“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Palmera	<i>Phoenix canariensis</i>	13				13
Vautro	<i>Baccharis concava</i>				4	4
Lupino azul	<i>Lupinus angustifolius</i>			1	13	14
Senecio	<i>Haplopappus canescens</i>		1		5	6
Zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>				5	5
Riqueza: 14	Abundancia	37	59	61	123	280

**Anexo 19.** Especies identificadas, Avenida Monterrey (carretera F-90).

Nombre Común	Nombre Científico	Avenida Monterrey (F-90)		Abundancia Acumulada
		T1	T2	
Pino insigne	<i>Pinus radiata</i>	20	6	26
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	6		6
Eucalipto sidra	<i>Eucalyptus gunnii</i>	5	2	7
Mioporo	<i>Myoporum laetum</i>		12	12
Romerillo	<i>Baccharis linearis</i>		7	7
Zarzamora	<i>Rubus ulmifolius</i>		2	2
Riqueza: 6	Abundancia	31	29	60

**Anexo 20.** Especies identificadas, Algarrobo Norte (carretera G98-F).

Nombre Común	Nombre Científico	Algarrobo Norte (Carretera G-98-F)			Abundancia Acumulada
		T1	T2	T3	
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>		40		40
Eucalipto sidra	<i>Eucalyptus gunnii</i>	7	4		11
Aromo francés	<i>Acacia dealbata</i>		4	1	5
Aromo australiano	<i>Acacia melanoxylon</i>		1		1
Boldo	<i>Peumus boldus</i>	10	4	4	18
Litre	<i>Lithrea caustica</i>	5	8	5	18
Romerillo	<i>Baccharis linearis</i>		18	28	46
Cardo Negro	<i>Cirsium vulgare</i>	7			7

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

	<i>Cardus pycnocephalus</i>	5			5
Quilo	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	2			2
Quila o Coligüe	<i>Chusquea quila</i>		8		8
Salvia macho	<i>Eupatorium salvia</i>		2	4	6
Riqueza: 12	Abundancia	36	89	42	167

**Anexo 21.** Especies identificadas, Plaza N° 1 (el espino/ Humberto fuentes).

Nombre Común	Nombre Científico	Plaza N° 1	Abundancia Acumulada
Kiri	<i>Paulownia tomentosa</i>	1	1
Laurel en flor	<i>Nerium oleander</i>	11	11
Maitén	<i>Maytenus boaria</i>	10	10
Ligustro	<i>Ligustrum lucidum</i>	12	12
Palmera	<i>Phoenix canariensis</i>	9	9
Aromo francés	<i>Acacia dealbata</i>	1	1
Pitosporo	<i>Pittosporum tobira</i>	1	1
Ciprés común	<i>Cupressus sempervirens</i>	1	1
Mioporo	<i>Myoporum laetum</i>	4	4
Dimorfoteca	<i>Osteospermum sp.</i>	23	23
Riqueza: 10	Abundancia	73	73

**Anexo 22.** Especies identificadas, Plaza N° 2 (el espino/ el molle).

Nombre Común	Nombre Científico	Plaza N° 2	Abundancia Acumulada
Aromo francés	<i>Acacia dealbata</i>	1	1
Aromo australiano	<i>Acacia melanoxylon</i>	1	1
Aromillo	<i>Albizia lophanta</i>	2	2
Palmera china	<i>Trachycarpus fortunei</i>	1	1
Palmera	<i>Phoenix canariensis</i>	2	2
Manzano de flor	<i>Malus baccata</i>	1	1
Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i>	1	1
Ciruelo de flor	<i>Prunus cerasifera</i>	3	3
Ficus	<i>Ficus benjamina</i>	1	1

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Ligustro	<i>Ligustrum lucidum</i>	2	2
Riqueza: 10	Abundancia	15	15

**Anexo 23.** Especies identificadas, Plaza N° 3 (Alicia monckeberg/ los quillayes).

Nombre Común	Nombre Científico	Plaza N° 3	Abundancia Acumulada
Pino insigne	<i>Pinus radiata</i>	1	1
Aromo francés	<i>Acacia dealbata</i>	9	9
Aromo australiano	<i>Acacia melanoxyton</i>	1	1
Falso acacio	<i>Robinia pseudoacacia</i>	8	8
Palmera	<i>Phoenix canariensis</i>	2	2
Quillay	<i>Quillaja saponaria</i>	7	7
Mayu	<i>Sophora macrocarpa</i>	5	5
Molle	<i>Schinus latifolius</i>	5	5
Pimiento	<i>Schinus molle</i>	4	4
Araucaria	<i>Araucaria araucana</i>	1	1
Araucaria Bra	<i>Araucaria angustifolia</i>	1	1
Quintral	<i>Tristerix verticillatus</i>	2	2
Ciruelo de flor	<i>Prunus cerasifera</i>	4	4
Pitosporo	<i>Pittosporum tobira</i>	1	1
Riqueza: 14	Abundancia	51	51

**Anexo 24.** Especies identificadas, Plaza N° 4 (aguas marinas/ corina Aravena).

Nombre Común	Nombre Científico	Plaza N° 4	Abundancia Acumulada
Aromo australiano	<i>Acacia melanoxyton</i>	2	2
Quillay	<i>Quillaja saponaria</i>	1	1
Gravillea	<i>Grevillea robusta</i>	1	1
Palmera	<i>Phoenix canariensis</i>	3	3
Acacio	<i>Robinia pseudoacacia</i>	4	4
Quintral	<i>Tristerix verticillatus</i>	3	3
Riqueza: 6	Abundancia	14	14

**Anexo 25.** Especies identificadas, Plaza N° 5 (puerto punta arenas/ puerto Talcahuano).

Nombre Común	Nombre Científico	Plaza N° 5	Abundancia Acumulada
Mioporos	<i>Myoporum laetum</i>	4	4

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Aromo francés	<i>Acacia dealbata</i>	5	5
Pimiento	<i>Schinus molle</i>	7	7
Celtis	<i>Celtis australis</i>	1	1
Litre	<i>Lithrea caustica</i>	1	1
Olivo	<i>Olea europaea</i>	1	1
Palmera	<i>Phoenix canariensis</i>	2	2
Maitén	<i>Maytenus boaria</i>	7	7
Brachichito	<i>Brachychiton populneus</i>	1	1
Riqueza: 9	Abundancia	29	29

**Anexo 26.** Especies identificadas, Plaza N° 6 (mirasol/ heimpell).

Nombre Común	Nombre Científico	Plaza N° 6	Abundancia Acumulada
Aromo francés	<i>Acacia dealbata</i>	18	18
Aromo australiano	<i>Acacia melanoxylon</i>	23	23
Palmera	<i>Phoenix canariensis</i>	1	1
Mioporo	<i>Myoporum laetum</i>	5	5
Malvavisca	<i>Lavatera assurgentiflora</i>	2	2
Boldo	<i>Peumus boldus</i>	3	3
Ciruelo de flor	<i>Prunus cerasifera</i>	4	4
Grevillea	<i>Grevillea robusta</i>	1	1
Canelo	<i>Drimys winteri</i>	1	1
Cola de zorro	<i>Cortaderia rudiusscula</i>	2	2
Quintral	<i>Tristerix verticillatus</i>	3	3
Cotoneaster	<i>Cotoneaster franchetii</i>	7	7
Riqueza: 12	Abundancia	70	70

**Anexo 27.** Especies identificadas, Plaza N° 7 (mirasol/ buenos aires).

Nombre Común	Nombre Científico	Plaza N° 7	Abundancia Acumulada
Mioporo	<i>Myoporum laetum</i>	5	5
Dracena	<i>Cordyline australis</i>	1	1
Maitén	<i>Maytenus boaria</i>	4	4
Chagual	<i>Puya chilensis</i>	2	2
Acanto	<i>Acanthus mollis</i>	3	3
Agave	<i>Agave sp.</i>	1	1
Riqueza: 6	Abundancia	16	16

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

**Anexo 28.** Especies identificadas, Sitio eriazo 1.

Nombre Común	Nombre Científico	Sitio eriazo 1			Abundancia Acumulada
		P1	P2	P3	
Pino insigne	<i>Pinus radiata</i>	4		2	6
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>			2	2
Eucalipto sidra	<i>Eucalyptus gunnii</i>			1	1
Litre	<i>Lithrea caustica</i>			1	1
Boldo	<i>Peumus boldus</i>	1			1
Mioporo	<i>Myoporum laetum</i>	1			1
Romerillo	<i>Baccharis linearis</i>		2		2
Pingo-pingo	<i>Ephedra andina</i>		3		3
Chilca	<i>Baccharis marginalis</i>		3		3
Riqueza: 9	Abundancia	6	8	6	20

**Anexo 29.** Especies identificadas, Sitio eriazo 2.

Nombre Común	Nombre Científico	Sitio eriazo 2		Abundancia Acumulada
		P1	P2	
Boldo	<i>Peumus boldus</i>	1		1
Litre	<i>Lithrea caustica</i>	1		1
Coligüe	<i>Chusquea cumingii</i>	3	2	5
Romerillo	<i>Baccharis linearis</i>		17	17
Pingo-pingo	<i>Ephedra andina</i>		1	1
Molle	<i>Schinus latifolius</i>	2		2
Romerillo	<i>Baccharis linearis</i>	1		1
Yelmo	<i>Griselinia scandens</i>		4	4
Riqueza: 8	Abundancia	8	24	32

**Anexo 30.** Especies identificadas, Parque canelo canelillo.

Nombre Común	Nombre Científico	Parque Canelo Canelillo			Abundancia Acumulada
		P1	P2	P3	
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	8			8

“Evaluación de la vegetación en las áreas verdes públicas. Ciudad de Algarrobo, Región de Valparaíso”.

Pino insigne	<i>Pinus radiata</i>			10	10
Colliguay	<i>Colliguaja salicifolia</i>		2		2
Riqueza: 3	Abundancia	8	2	10	20

**Anexo 31.** Descripción pasos metodológicos clasificación supervisada.

**Imagen satelital:** Corresponde a la imagen satelital extraída para representar el área de estudio y posteriormente desarrollar el proceso de clasificación supervisada

**RGB:** Corresponde a la imagen satelital y la selección de las bandas espectrales necesarias para la composición de una imagen “color verdadero”.

**Sitios de entrenamiento:** Hace referencia a las categorías seleccionadas dentro del territorio comunal para desarrollar la clasificación supervisada (suelo desnudo, suelo construido, vegetación, entre otras).

**Firma espectral:** hacen referencia al perfil específico de radiación emitida por los objetos situados en la superficie de la tierra.

**Clasificación (maximum likelihood):** Corresponde al método para la estimación de los parámetros estadísticos. Estima los parámetros por la máxima verosimilitud.

**Random points:** Corresponde a la cantidad de puntos que se generan de manera aleatoria dentro de la imagen satelital.

**Extract value to points:** Corresponde al proceso de extracción de los valores de las celdas basados en un conjunto de entidades de punto y registra los valores en la tabla de atributos de una clase de entidad de salida.

**Campo verdad terreno:** Corresponde a la comparación de los puntos extraídos de los valores de las celdas con la imagen real demostrada por Google earth o Google maps para determinar la similitud entre ambos campos.