

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**“PROPUESTA DE HOJA DE RUTA PARA LA EVALUACIÓN DEL  
ARBOLADO URBANO Y ÁREAS VERDES URBANAS EN LA CIUDAD  
DE LIMA”**

**TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

**CARLOS ALEXANDER MANYAHUILLCA GUTIERREZ**

**LIMA – PERÚ**

**2023**













---

**UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación  
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

## Document Information

Analyzed document	TESIS_MANYAHUILLCA final.docx (D163760156)
Submitted	2023-04-12 18:04:00
Submitted by	MARÍA ISABEL HUMBELINA MANTA NOLASCO
Submitter email	mmanta@lamolina.edu.pe
Similarity	1%
Analysis address	mmanta.unalm@analysis.arkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / Documento de Tesis_AlexNina.docx</b> Document Documento de Tesis_AlexNina.docx (D141795959) Submitted by: reynel@lamolina.edu.pe Receiver: reynel.unalm@analysis.arkund.com	 2
<b>W</b>	URL: <a href="https://cdn.locomotive.works/sites/5ab410c8a2f42204838f797e/content_entry5ab410faa2f42204838f7...">https://cdn.locomotive.works/sites/5ab410c8a2f42204838f797e/content_entry5ab410faa2f42204838f7...</a> Fetched: 2023-04-12 18:05:00	 2
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.orarbo.gov.co/es/todos-los-indicadoresONU-H">https://www.orarbo.gov.co/es/todos-los-indicadoresONU-H</a> Fetched: 2023-04-12 18:05:00	 2
<b>SA</b>	<b>Practica1-EU (1).pdf</b> Document Practica1-EU (1).pdf (D140803013)	 1
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / MONOGRAFÍA VB FINAL BAN (1).pdf</b> Document MONOGRAFÍA VB FINAL BAN (1).pdf (D151226382) Submitted by: rramirez@lamolina.edu.pe Receiver: rramirez.unalm@analysis.arkund.com	 1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.archdaily.pe/pe/960997/cartografia-de-la-desigualdad-investigacion-geografica-sobr...">https://www.archdaily.pe/pe/960997/cartografia-de-la-desigualdad-investigacion-geografica-sobr...</a> Fetched: 2023-04-12 18:05:00	 1
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / MONOGRAFÍA TSP - ADMU.pdf</b> Document MONOGRAFÍA TSP - ADMU.pdf (D141985034) Submitted by: mmanta@lamolina.edu.pe Receiver: mmanta.unalm@analysis.arkund.com	 2
<b>SA</b>	<b>Universidad Nacional Agraria La Molina / TSP Veliz Javier. 2023. Final (1).docx</b> Document TSP Veliz Javier. 2023. Final (1).docx (D159829805) Submitted by: grivera@lamolina.edu.pe Receiver: grivera.unalm@analysis.arkund.com	 2
<b>SA</b>	<b>ultima versión para libro (1).docx</b> Document ultima versión para libro (1).docx (D156621262)	 1
<b>SA</b>	<b>2019-09-09 José_Carvajal.docx</b> Document 2019-09-09 José_Carvajal.docx (D144332968)	 1
<b>SA</b>	<b>Practica_I-tree.docx.pdf</b> Document Practica_I-tree.docx.pdf (D140801082)	 1
<b>SA</b>	<b>JIMMY OCLES.docx</b> Document JIMMY OCLES.docx (D119801407)	 1

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**“PROPUESTA DE HOJA DE RUTA PARA LA EVALUACIÓN DEL  
ARBOLADO URBANO Y ÁREAS VERDES URBANAS EN LA  
CIUDAD DE LIMA”**

**TESIS PARA OPTAR TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL  
MANYAHUILLCA GUTIERREZ CARLOS ALEXANDER**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

---

*Ing. Gilberto Domínguez Torrejón, Dr.  
Presidente*

---

*Ing. Sonia Cesarina Palacios Ramos, Mg.Sc.  
Miembro*

---

*Ing. Carlos Fernando Bulnes Soriano  
Miembro*

---

*Ing. María Isabel Manta Nolasco, Dra.  
Asesora*

---

*Ing. Taícia Helene Negrin Marques, Mg.Sc.  
Co Asesora*

## **DEDICATORIA**

La presente investigación va dedicada a toda mi familia por todo el apoyo brindado durante mi desarrollo personal y formación profesional.

## AGRADECIMIENTOS

La presente investigación fue financiada por el Vicerrectorado de Investigación-UNALM como parte del XII Concurso de subvención de tesis de pregrado UNALM 2021, a quienes agradezco por el apoyo brindado. Así también a Melina, Coordinadora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias Forestales.

Agradecer a mi asesora la Dra. María Isabel Manta Nolasco y a mi co-asesora la Dra. Taícia Helena Negrin Marques por la confianza brindada desde el primer día y sus disposiciones para resolver cada una de las dudas surgidas durante el desarrollo de la investigación.

A los profesores miembros del jurado por sus sugerencias y el apoyo brindado desde la postulación al concurso.

Al Ing. Marcelo Espinoza, Ing. Charlie Farfán y a la Municipalidad del distrito de Barranco, por brindar la información requerida para el desarrollo de la investigación. Así como a mis compañeros de trabajo Jazmín M., Jesús R. y Verónica V.

A las personas que se tomaron un tiempo para apoyar en las distintas etapas de la investigación: Yamile S., Pamela V., Ing. Dávila, Dr. Konijnendijk y la profesora Alejandra Vargas.

A mis amigos: Jorge A., Darwin Z., Sonia, M., Estefany D., Astrid Q., Celina G., Olenka, A., Alexandra R., Renato, G. y Angella Ll., quienes me han brindado su amistad y apoyo en todo este tiempo.

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Áreas verdes y arbolado urbano enmarcados como parte de las soluciones basadas en la naturaleza .....	4
2.2. Áreas verdes.....	5
2.3. Áreas verdes de uso público .....	5
2.3.1. Beneficios de las áreas verdes .....	6
2.4. Arbolado urbano .....	7
2.4.1. Beneficios del arbolado urbano .....	8
2.5. Planificación urbana.....	8
2.6. Indicadores ambientales.....	10
2.7. Estudios relacionados a la planificación de las áreas verdes y arbolado urbano ..	11
2.7.1. Regla 3 - 30 - 300 .....	11
2.7.2. Condiciones ambientales de las áreas verdes .....	13
2.7.3. Verde urbano de una ciudad en relación con las condiciones socioeconómicas .....	13
2.7.4. Indicadores para evaluar la sustentabilidad ambiental y describir el sistema ambiental de un parque urbano.....	14
2.7.5. Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes.....	14
2.7.6. Plan Director del Arbolado Viario y de las zonas verde de la ciudad de Madrid .....	14
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>15</b>
3.1. Área de estudio .....	15
3.2. Materiales.....	16
3.2.1. Base de datos .....	16
3.2.2. Programas informáticos.....	17

3.3.	Metodología .....	18
3.3.1.	Metodología para la caracterización de las áreas verdes .....	21
3.3.2.	Metodología para la caracterización del arbolado urbano .....	27
3.3.3.	Regla 3-30-300 .....	37
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>39</b>
4.2.	Indicadores para la caracterización de las áreas verdes .....	39
4.3.1.	Métricas del paisaje .....	39
4.3.2.	Accesibilidad a las áreas verdes .....	43
4.3.3.	Indicador de área verde por habitante.....	48
4.4.	Indicadores para la caracterización arbolado urbano .....	49
4.4.1.	Indicador 3 árboles por hogar .....	49
4.4.2.	Árboles por habitante.....	54
4.4.3.	Densidad de árboles por tramo .....	56
4.4.4.	Cobertura arbórea relativa .....	59
4.4.5.	Abundancia relativa de las principales especies.....	62
4.4.6.	Especie más abundante y porcentaje .....	62
4.4.7.	Porcentaje de las 10 especie más abundantes .....	64
4.4.8.	Distribución diamétrica ideal de Richards.....	67
4.5.	Línea base .....	68
4.6.	Análisis y selección.....	70
4.7.	Homogenización de los indicadores de la Regla 3-30-300.....	73
4.8.	Análisis final .....	74
4.9.	Zonas con mayor oferta y demanda de áreas verdes y arbolado urbano .....	76
4.10.	Hoja de ruta.....	81
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>83</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>84</b>
<b>VII.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>85</b>
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>103</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Bases de datos empleados en la presente investigación .....	17
Tabla 2: Tabla resumen de los indicadores de las métricas del paisaje.....	23
Tabla 3: Radio de influencia según el tamaño de cada área verde .....	25
Tabla 4: Categorización del indicador cobertura arbórea relativa.....	33
Tabla 5: Resumen de los indicadores de la Regla 3-30-300.....	38
Tabla 6: Resultados de los indicadores de métrica del paisaje.....	40
Tabla 7: Resultados del indicador de la especie más abundante y porcentaje .....	63
Tabla 8: Resultados del indicador porcentaje de las 10 especies más abundantes por zona .....	64
Tabla 9: Línea base.....	69
Tabla 10: Simplificación de los indicadores.....	71
Tabla 11: Puntuación y Análisis Final.....	76



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de las áreas verdes de uso público .....	6
Figura 2. Beneficios de las áreas verdes.....	7
Figura 3. Beneficios del arbolado urbano.....	8
Figura 4. Obstáculos en el mejoramiento del planeamiento urbano.....	10
Figura 5. Elementos importantes para un sistema de indicadores .....	11
Figura 6. Regla 3-30-300.....	12
Figura 7. Ubicación geográfica del distrito de Barranco.....	15
Figura 8. Esquema de la metodología para determinar las zonas con mayor oferta y demanda de áreas verdes y arbolado urbano. ....	19
Figura 9. Indicadores evaluados en la presente investigación.....	20
Figura 10. Mapa de las áreas verdes del distrito de Barranco .....	22
Figura 11. Diagrama de la metodología seguida para el cálculo de la accesibilidad .....	26
Figura 12. Demostración de la metodología por centroide .....	29
Figura 13. Esquema de la metodología seguida para obtener el indicador 3 árboles por hogar .....	30
Figura 14. Indicador árbol por habitante .....	31
Figura 15. Indicador densidad de árboles por tramos.....	32
Figura 16. Esquema de la metodología seguida para calcular el indicador de cobertura arbórea relativa .....	34
Figura 17. Indicador abundancia relativa de las principales especies .....	35
Figura 18. Indicador número de especies más abundante .....	36
Figura 19. Indicador 10 especies más abundantes.....	36
Figura 20. Indicador distribución diamétrica de Richards .....	37
Figura 21. Curva de la distribución diamétrica de Richards .....	37
Figura 22. Mapa de la distribución de las áreas verdes accesible del distrito de Barranco.	41
Figura 23. Malecón de Barranco .....	42
Figura 24. Mapa del indicador de accesibilidad a las áreas verdes .....	44

Figura 25. Porcentaje de la cantidad de personas que acceden a un determinado número de áreas verdes por zona.....	45
Figura 26. Dimensiones de las áreas verdes de Barranco.....	46
Figura 27. Áreas verdes de Barranco.....	47
Figura 28. Mapa del indicador árbol por hogar .....	50
Figura 29. Cantidad de terrenos que visualizan un determinado número de árboles .....	51
Figura 30. Situación de las calles de Barranco donde no se visualizan árboles .....	52
Figura 31. Áreas verdes de mayores dimensiones del distrito de Barranco .....	53
Figura 32. Cantidad de personas por árbol en cada zona .....	54
Figura 33. Crecimiento vertical en Barranco.....	55
Figura 34. Situación de algunos árboles en las calles de Barranco .....	56
Figura 35. Mapa de la densidad de árboles por tramo.....	58
Figura 36. Proporción de la cobertura arbórea relativa por zona .....	59
Figura 37. Mapa del indicador de cobertura arbórea.....	60
Figura 38. Cobertura arbórea en las calles de Barranco .....	61
Figura 39. Abundancia relativa de las principales especies arbóreas del distrito de Barranco .....	62
Figura 40. Arboleda de Molle Serrano .....	66
Figura 41. Representación de la curva ideal de Richards con respecto a los árboles del distrito de Barranco .....	67
Figura 42. Secuencia para la evaluación del verde urbano.....	72
Figura 43. Esquema general de la identificación de las zonas con mayor oferta y demanda de áreas verdes y arbolado urbano.....	75
Figura 44. Zonas de Barranco con mayor oferta y demanda de áreas verdes y arbolado urbano .....	78
Figura 45. Mapa de la clasificación y distribución de las zonas con mayor oferta y demanda de áreas verdes y arbolado urbano .....	79
Figura 46. Hoja de ruta .....	82

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Clasificación de las áreas verdes según su tamaño.....	103
Anexo 2. Cantidad de personas que acceden a determinadas cantidades de áreas verde por zona.....	104
Anexo 3. Porcentaje de personas que acceden a determinadas cantidades de áreas verde por zona.....	105
Anexo 4. Puntuación final del indicador accesibilidad de áreas verdes.....	106
Anexo 5. Cantidad de terrenos que observan determinadas cantidades de árboles.....	107
Anexo 6. Porcentaje de terrenos que observan determinadas cantidades de árboles.....	108
Anexo 7. Sistema de puntuación del indicador cantidad de árboles visibles por hogar...	109
Anexo 8. Ponderación del indicador cantidad de árboles visibles por hogar.....	110
Anexo 9. Indicador árboles por habitante.....	112
Anexo 10. Densidad de árboles por tramo.....	113
Anexo 11. Indicador de cobertura arbórea.....	115
Anexo 12. Puntuación final del indicador cobertura arbórea relativa.....	116
Anexo 13. Indicador abundancia relativa de las especies.....	117
Anexo 14. Indicador especie más abundante y porcentaje por zona.....	119
Anexo 15. Indicador porcentaje de las 10 especies más abundantes por zona.....	120
Anexo 16. Distribución diamétrica de Richards.....	121
Anexo 17. Panel fotográfico por zonas.....	122

## RESUMEN

La ciudad de Lima presenta una inequidad en la dotación de áreas verdes y arbolado urbano entre los distritos que la componen. Asimismo, no existen suficientes instrumentos de gestión que permitan la caracterización y planificación de los espacios verdes en la ciudad. En ese contexto, recientemente fue propuesta en Europa la Regla 3-30-300 con la finalidad de aprovisionar criterios que permitan medir qué tan cerca está una ciudad de lograr una provisión mínima de áreas verdes y árboles urbanos en las ciudades y hacer que estos ambientes sean más saludables y resilientes. El objetivo del estudio fue probar una metodología replicable para calcular la línea base y proporcionar una hoja de ruta para que los municipios evalúen continuamente la accesibilidad de las áreas verdes y la distribución del arbolado urbano. Para este estudio piloto se trabajó en el distrito de Barranco. Inicialmente se evaluaron 15 indicadores ambientales, con base en los datos proporcionados por el municipio; en una segunda etapa fueron sintetizados en los tres indicadores de la Regla 3-30-300. Como resultado se evaluó la aplicación del método al contexto local y se identificaron las zonas con mayor oferta y demanda en la dotación del arbolado y accesibilidad a las áreas verdes. Se concluyó que la Regla 3-30-300 mostró ser una opción ágil que puede ser aplicada inmediatamente por las municipalidades de Lima Metropolitana, debido al poco requerimiento técnico y financiero para el cálculo y análisis de los resultados. Sin embargo, podrán ser necesarias adaptaciones metodológicas cuando se consideren diferentes topografías y patrones de ocupación del suelo.

*Palabras Clave:* Ciudades verdes, arbolado urbano, áreas verdes, regla 3-30-30, justicia ambiental, accesibilidad, soluciones basadas en la naturaleza.

## **ABSTRACT**

The city of Lima presents an inequity in the provision of green areas and urban trees among the districts that compose it. Also, there are insufficient management instruments to characterize and support the planning of green spaces in the city. In this context, the 3-30-300 Rule was recently proposed in Europe in order to provide criteria that allow the measurement of how near a city is of achieving the target of having a minimum provision of green areas and urban trees in cities, making these environments healthier and more resilient. The objective of the study was to test a replicable methodology to calculate the baseline and to provide a roadmap for the municipalities to continuously evaluate the accessibility of green areas and the distribution of urban trees. This pilot study was conducted in the district of Barranco. Initially, 15 environmental indicators were evaluated based on the data provided by the municipality; in a second stage they were synthesized into the three indicators of Rule 3-30-300. As a result, the application of the method to the local context was evaluated and the areas with the greatest supply and demand in the provision of trees and accessibility to green areas were identified. It was concluded that the Rule 3-30-300 is an agile method that can be applied immediately by the municipalities of Metropolitan Lima, due to the low technical and financial requirements for the calculation and analysis of the results. Nevertheless, methodological adaptations might be necessary when considering different topographies and land cover patterns.

*Key words:* Green cities, urban tree planting, green areas, Rule 3-30-30, environmental justice, accessibility, nature-based solutions.

## I. INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas, el crecimiento urbano ha ido en aumento producto de la construcción de zonas edificadas, superficies pavimentadas y de la consecuente disminución de las áreas verdes (García-garcía et al., 2020; Hwang et al., 2022; Yao et al., 2019). Esta situación dificulta el desarrollo sostenible de las ciudades, dado que puede generar problemas ambientales, sociales y económicos (Banco Africano de Desarrollo et al., 2019; Peng et al., 2017). A pesar de ello, se estima para el año 2050 una población urbana global de 68% (ONU, 2022).

De esa manera, la planificación urbana tiene un papel importante en cuanto a la calidad de vida de las personas, la adaptación al cambio climático y el desarrollo sostenible. Sin embargo, la mayoría de los planificadores urbanos a menudo no consideran los roles ecológicos y ambientales de las áreas verdes (Xiao-jun, 2009); lo cual genera que la accesibilidad a las áreas verdes tiendan a estar limitados a determinados niveles socioeconómicos y contextos ambientales (Heo & Bell, 2022; Uchiyama, 2020).

Los árboles por su lado cumplen funciones ecológicas y brindan beneficios en los entornos urbanos, tales como la disminución de la temperatura del aire, la mejora de la salud de la fauna silvestre, entre otras (Brien et al., 2022). No obstante, es importante desarrollar políticas eficaces que permitan maximizar todos estos beneficios (Galenieks, 2017); pues también contribuyen en la recuperación de las ciudades frente a las diferentes problemáticas, así como las causadas por la pandemia del COVID-19 (Espinoza et al., 2022; Pedrini et al., 2022).

El Perú también viene afrontando estas situaciones, dado que, según el INEI (2018) para el año 2017 ya contaba con una población urbana de 79.2%. Asimismo, es considerado como

el sexto país en América Latina con mayor metrópolis (11 en total), teniendo a la ciudad de Lima como una metrópolis con más de 10 millones de habitantes (ONU, 2020).

La ciudad de Lima, ubicada en un clima desértico costero, es una metrópolis fragmentada en 43 distritos que ha tenido un crecimiento desordenado y expansivo de los espacios urbanos (CEPLAN, 2022; García Q. et al., 2015; MVCS, 2021). Ello puede estar relacionado a la limitada capacidad técnica y financiera para la implementación de instrumentos de gestión urbana (MVCS, 2021); generando que los Inventarios de áreas verdes y arbolado urbano de cada distrito no se levanten de manera correcta o se realice un mayor análisis con esta información.

Ante este escenario se evidencia una inequidad en la dotación de las áreas verdes en los distritos de la ciudad, utilizando para su caracterización al indicador  $m^2$  de áreas verdes por habitante ( $m^2/hab$ ). A pesar de que este indicador requiere una metodología única para su cálculo (SINIA, 2016); existe un consenso general entre las municipalidades de Lima alrededor de 9  $m^2$  de áreas verdes por habitante, propuesto inicialmente por la Organización Mundial de la Salud como un mínimo necesario para garantizar buenas condiciones de salud de la población urbana.

Por otro lado, este indicador no brinda información acerca de la estructura, accesibilidad y distribución de las áreas verdes (G. Castillo, 2013; Reyes-paecke & Figueroa, 2010), o la obligación de tener árboles (Manta, 2019); estas variables son claves para cumplir con el objetivo 11.7 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y brindar un acceso universal a los espacios verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles.

En el contexto internacional aún existen las desigualdades en el acceso a las áreas verdes y arbolado urbano en ciudades de países desarrollados. En este sentido, Konijnendijk (2022) con la finalidad de contar con ciudades más verdes y resilientes propone la Regla 3-30-300, basándose en 3 indicadores relacionados a una cantidad mínima de árboles visibles desde sus hogares (3), cobertura arbórea (30%) y accesibilidad a las áreas verdes (300).

En este contexto, la presente investigación tiene el objetivo de validar una herramienta de gestión de las áreas verdes y arbolado urbano para un diagnóstico ágil, monitoreo continuo y de bajo costo que brinde informaciones relevantes a la toma de decisión respecto a ambos componentes urbanos. El distrito de Barranco fue seleccionado como caso piloto para el desarrollo de una línea base, que demuestre el estado actual de la distribución y accesibilidad de las áreas verdes y arbolado urbano. Además, como resultado se planteó la generación de una hoja de ruta que pueda ser replicada a otros distritos de Lima. De esa manera, se pretende contribuir en el desarrollo de políticas y normas que se adecuen mejor a la realidad local y hagan viables una buena gestión de las áreas verdes y arbolado urbano.



## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Áreas verdes y arbolado urbano enmarcados como parte de las soluciones basadas en la naturaleza

Las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) “son acciones para proteger, gestionar y restaurar de manera sostenible los ecosistemas naturales o modificados que hacen frente a los desafíos sociales (por ejemplo seguridad hídrica, cambio climático, salud y bienestar), de manera efectiva y adaptativa, proporcionando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad” (Cohen-Shacham et al., 2016).

Una SbN puede implicar la conservación, restauración y manejo sostenible de los ecosistemas naturales y/o la mejora o creación de procesos naturales en ecosistemas modificados o artificiales (Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos, WWAP, 2018). En el Perú, las SbN empiezan a ganar espacio en discusiones y políticas públicas a partir del 2020, encontrándose en las novedosas normativas relacionadas al enfrentamiento del cambio climático y en las experiencias de Infraestructura Natural y Adaptación basada en Ecosistema su principal espacio de vinculación (Marques et al., 2021). Ejemplo de esto es el Plan Local de Cambio Climático de la Provincia de Lima 2021-2030 (MML, 2021), donde las SbN son consideraras parte importante de las acciones para la adaptación al cambio climático; siendo uno de los retos de tales acciones en el contexto de un clima desértico super árido, la regulación del microclima, capaz de beneficiar la salud y bienestar de las personas mientras promueven co-beneficios a la biodiversidad.

Por lo tanto, el conjunto formado por las áreas verdes y el arbolado urbano pueden conformar un sistema de SbN que necesitará ser monitoreado por un conjunto de indicadores que provean evidencias sobre que tanto este sistema está colaborando, por ejemplo, a la regulación micro climática, biodiversidad, salud y bienestar. Entre los indicadores utilizados,

aquellos relacionados a la accesibilidad y distribución de las áreas verdes y del arbolado urbano, serán relevantes a fines de proveer el estado de la equidad de acceso a los diferentes grupos de habitantes. Además de promover un manejo arbóreo adecuado a las condiciones climáticas locales. Tales indicadores podrán ser ordenados como una hoja de ruta, o sea, un conjunto de pasos secuenciales que puedan ser replicados para guiar la evaluación continua de la distribución de las áreas verdes y arbolado urbano a escala distrital.

## **2.2. Áreas verdes**

De acuerdo con la Municipalidad Metropolitana de Lima (2014) las áreas verdes son aquellas áreas o espacios verdes, capaces de sostener o en donde se pueden establecer distintos tipos de plantas (arbustos, plantas de cobertura, macizos florales, palmeras, árboles, entre otros) sin restricción alguna y están conformados por:

- El subsuelo: es parte del componente vertical, está conformado por la proyección del suelo o superficie del área verde hacia abajo, en el cual crecen y habitan las raíces de todas las especies vegetales.
- El suelo o superficie del área verde: es el componente horizontal y está conformado por el área plana en sí.
- Los aires: es parte del componente vertical, está conformado por la proyección del suelo o superficie del área verde hacia arriba en el cual se desarrolla la biomasa de las especies vegetales.

## **2.3. Áreas verdes de uso público**

Las áreas verdes de uso público constituyen áreas o espacios verdes de dominio y uso público ubicados en los parques, plazas, paseos, alamedas, malecones, bosques naturales o creados, jardines centrales o laterales de las vías públicas o de intercambios viales en general y los aportes para recreación pública establecidos en las habilitaciones urbanas, los cuales se pueden encontrar habilitados o no y que están cubiertos o no de vegetación (Municipalidad

Metropolitana de Lima, 2014). Durante la tesis los términos de “áreas verdes” y “espacios verdes” serán utilizados como sinónimo y equivalente a áreas verde de uso público.

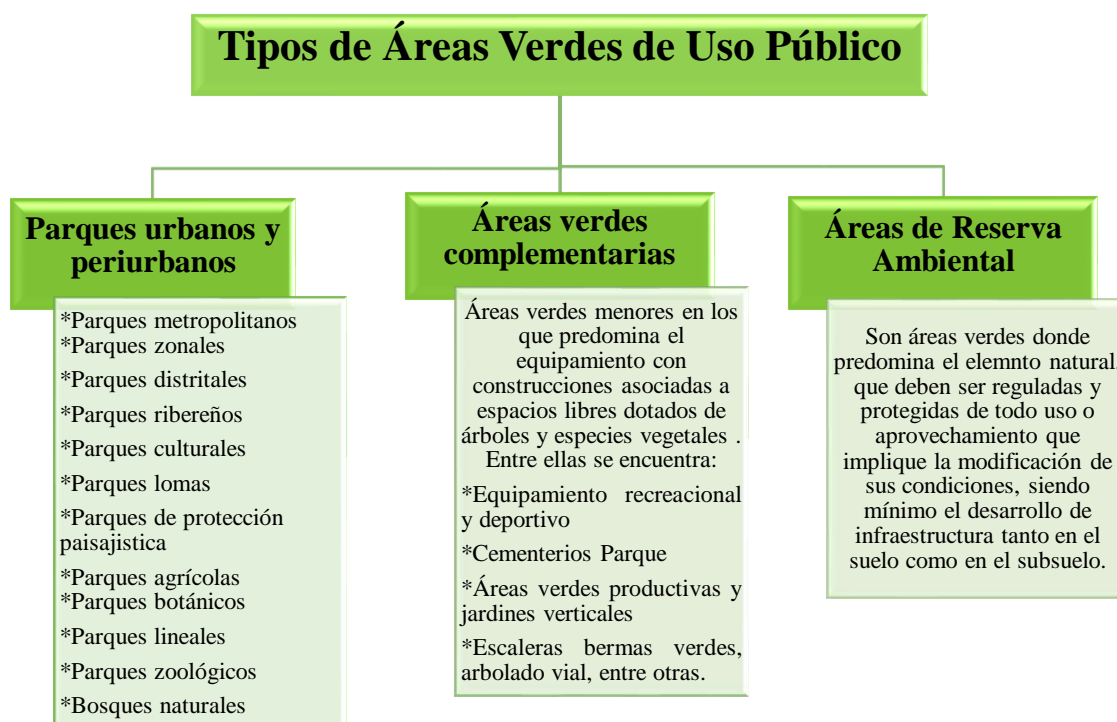


Figura 1. Clasificación de las áreas verdes de uso público  
Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima (2014)

### 2.3.1. Beneficios de las áreas verdes

Las áreas verdes brindan distintos beneficios en las ciudades, las cuales algunas son detalladas en la siguiente figura:

## BENEFICIOS DE LAS ÁREAS VERDES

<p>Las áreas verdes influyen positivamente en la salud fisiológica y psicológica de los habitantes de la ciudad, pues distintos estudios han demostrado la influencia de las áreas verdes en la aceleración de la recuperación de las personas con varios tipos de cáncer, en la disminución de la presión arterial, en la disminución del estrés, entre otros (Mumcu et al., 2016).</p>	<p>Desde el punto de vista económico las áreas verdes urbanas pueden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Incrementar el valor de los terrenos de las propiedades adyacentes.</li> <li>◆ Reducir el consumo y el costo de la energía en los edificios mediante el control de la radiación solar (Pena-Salmon et al., 2009).</li> </ul>	<p>Las áreas verdes pueden reducir la contaminación del aire a través de la vegetación en donde las partículas de polvo y humo se quedan atrapadas, a su vez estos al regular la temperatura reducen la formación del smog (Sorensen et al. 1998).</p>	<p>La función de las áreas verdes con la biodiversidad es la de incrementar el hábitat de especies de flora y fauna propias de estos espacios. A su vez estos pueden convertirse en corredores biológicos (Miyasako, 2009).</p>
			<p>Permiten la recarga de los mantos acuíferos (Miyasako, 2009).</p>

Figura 2. Beneficios de las áreas verdes

### 2.4. Arbolado urbano

Son las especies arbóreas tratadas de forma conjunta. Su existencia involucra al terreno donde estos se asientan y el espacio mínimo vital necesario para su adecuado desarrollo, estabilidad, mantenimiento y cuidados (MML, 2014).

Mascaró et al. (2001) considera que el árbol es la forma vegetal más característica del paisaje urbano, al que se le ha incorporado a lo largo de la historia, en estrecha relación con la arquitectura. Actualmente, es considerado como un ser vivo que, como objeto de una composición paisajística, adquiere valor especial por su valiosa contribución a la mejora del ambiente urbano, a la reducción del consumo de energía en la edificación y al control de la polución ambiental de la ciudad.

Por lo general, se identifica al arbolado urbano en diferentes sitios, entre ellos cinturones verdes, líneas de árboles en aceras de áreas residenciales y comerciales, parques, árboles en bandejones, en áreas industriales como también aquellos lugares ubicados en las áreas bajas de las cuencas de las ciudades y otros espacios urbanos donde es posible encontrarlos (Wenger, 1984 citado por Ponce-Donoso et al., 2012).

### 2.4.1. Beneficios del arbolado urbano

El arbolado urbano brinda distintos beneficios a las ciudades detalladas en la siguiente figura:

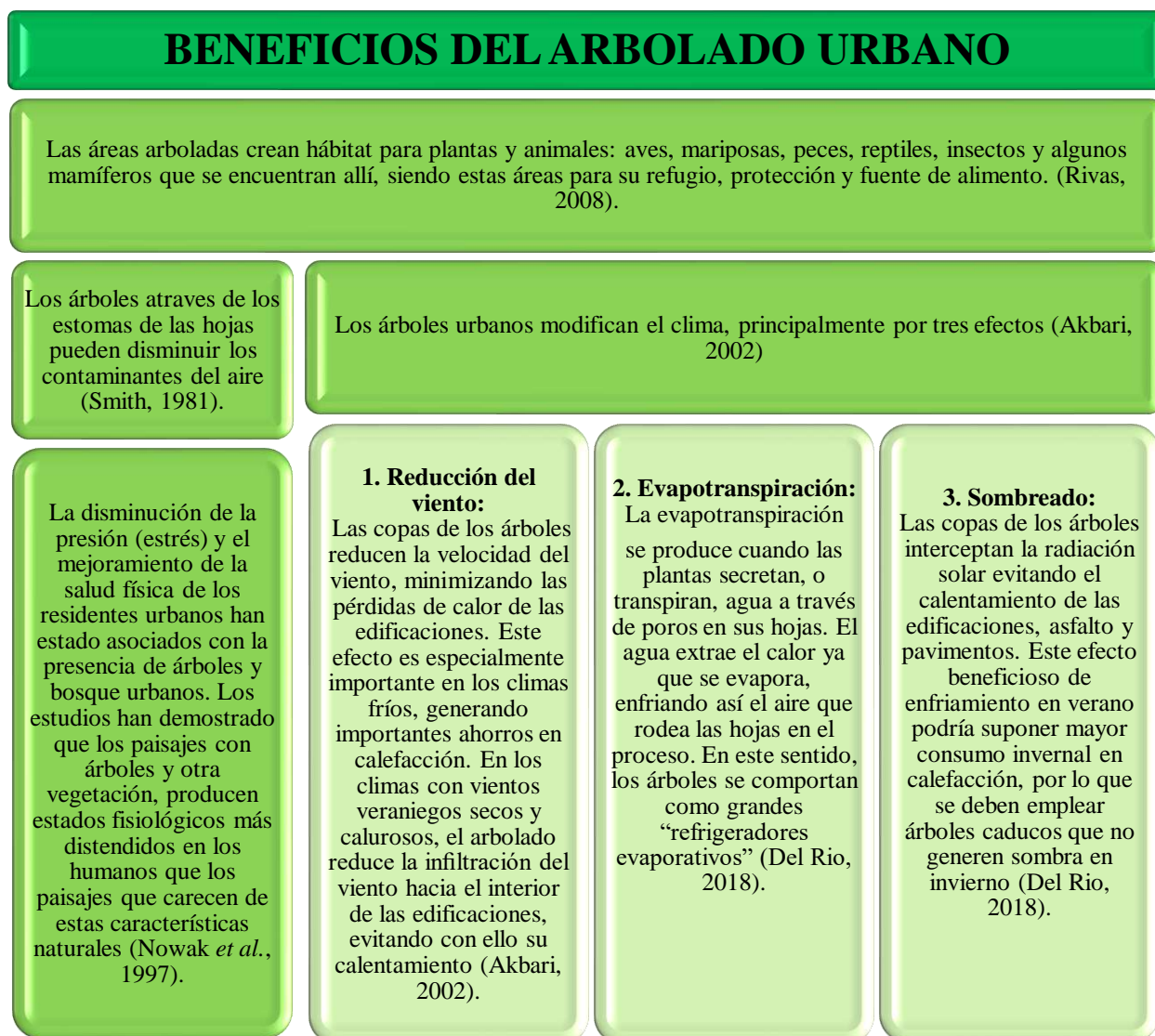


Figura 3. Beneficios del arbolado urbano

### 2.5. Planificación urbana

La planificación urbana surge como el proceso de descripción, análisis y evaluación de las condiciones de funcionamiento de las ciudades para poder generar propuestas de diseño y

formular proyectos que permitan regular la dinámica urbana y ambiental de toda la ciudad y atender las anomalías existentes entre sus condiciones del desarrollo económico, social y espacial, dentro de un plazo de tiempo que demanda una programación, seguimiento y control bien definido (Ornés, 2009).

El planeamiento urbano es una herramienta importante para que las ciudades puedan desarrollarse de modo sostenible. Pues propone objetivos a medio y largo plazo de forma que concilien una visión colectiva con la organización racional de los recursos para lograrla. El planeamiento saca el mejor provecho de los presupuestos municipales informando la inversión en infraestructuras y servicios, y equilibra las demandas de crecimiento con la necesidad de proteger el medio ambiente. También distribuye el desarrollo económico dentro de un área determinada para alcanzar objetivos sociales, y permite la creación de un marco de asociatividad entre los gobiernos locales, el sector privado y el público en general (ONU-Hábitat, 2014).

La planificación urbana y territorial en el Perú se realiza al nivel nacional, regional y local por las autoridades del gobierno nacional, los gobiernos departamentales y municipales (provinciales y distritales) y a través de leyes, decretos y reglamentos que establecen diversos programas y planes (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2021).

Asimismo, la planificación urbana y territorial podría proporcionar un marco espacial para la protección y gestión del ambiente natural y construido. En referencia a la característica del ecosistema de la ciudad, ésta tiene destacada importancia sobre el diseño de corredores biológicos urbanos y en la creación de un sistema de zonas urbanas protegidas y de conservación, como igualmente en la utilización de un sistema de categorización de áreas verdes que reemplace la visión desde los indicadores que muestran estos espacios como territorios sin mayor valor ecológico para las ciudades (MINURVI et al., 2016).

- Incapacidad de identificar los problemas claves.
- Enfoques y herramientas de planeamiento inapropiados o anticuados.
- Débil capacidad para desarrollar e implementar planes.
- Marcos legales que no generan suficiente tracción para los planes.
- Planes sin tiempo para ser implementados.

### **OBSTÁCULOS EN EL MEJORAMIENTO DEL PLANEAMIENTO URBANO**



Figura 4. Obstáculos en el mejoramiento del planeamiento urbano  
Fuente: ONU-Hábitat (2014)

#### **2.6. Indicadores ambientales**

Los indicadores ambientales son construidos a partir de criterios que facilitan la evaluación del cumplimiento de los objetivos de la sustentabilidad. Su importancia radica en que, sectorialmente o integralmente, se formulan para un contexto único e irrepetible a nivel social, administrativo y territorial. De acuerdo con su alcance, información seleccionada y relaciones establecidas entre variables a evaluar, pueden identificarse variables claves que permitan interpretar el ideal de sustentabilidad impulsada por los gestores a nivel local (Rueda, S. 1999 citado por Guerrero & Culós, 2007).

Las tres funciones básicas de los indicadores son: simplificación, cuantificación y comunicación, siendo así representaciones empíricas de la realidad en las que se reduzcan el número de componentes. Los indicadores medioambientales surgen por la preocupación por los aspectos ambientales del desarrollo y el bienestar humano, proceso que requiere cada vez más y mayor información (Tapia & Rodríguez, 2004).

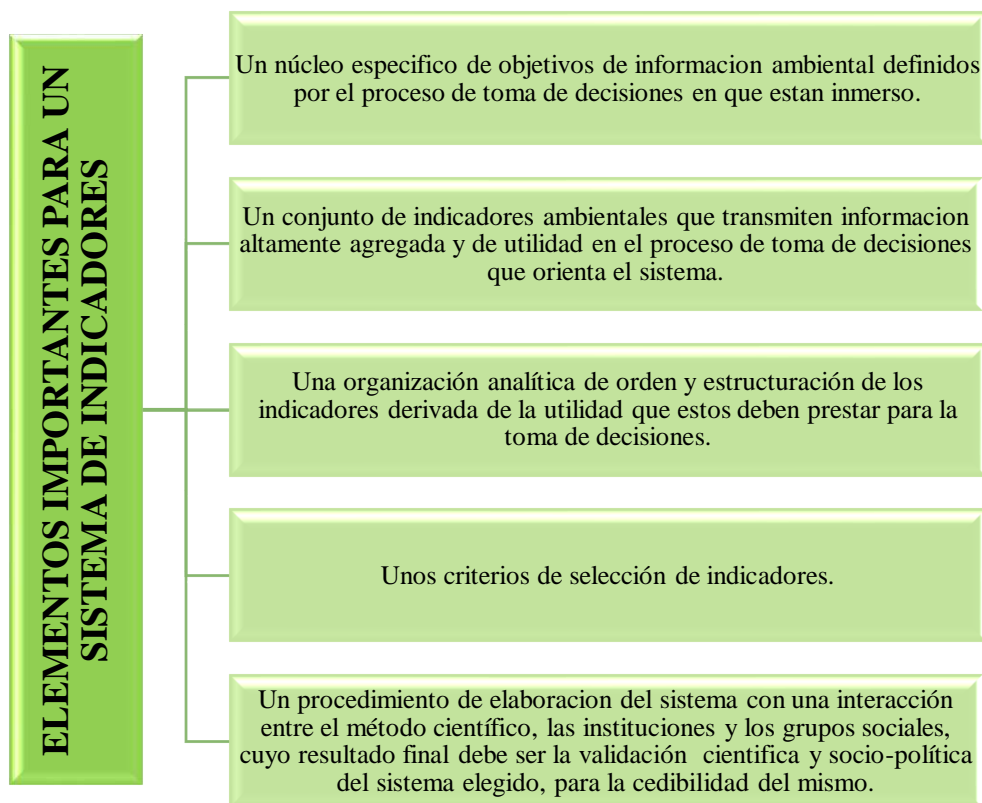


Figura 5. Elementos importantes para un sistema de indicadores

Fuente: Tapia & Rodríguez (2004)

## 2.7. Estudios relacionados a la planificación de las áreas verdes y arbolado urbano

### 2.7.1. Regla 3 – 30 - 300

En su intención de desarrollar una regla simple y moldeable a las distintas condiciones urbanas, Konijnendijk (2022) propone la Regla 3-30-300, con la finalidad de lograr ciudades más verdes, resilientes, equitativas y saludables, basándose solo en 3 indicadores:

#### a. 3 árboles por cada hogar, escuela y lugar de trabajo

Este indicador consiste en que se debería ver al menos 3 árboles establecidos (entendiéndose como árbol establecido individuos de 25 m<sup>2</sup> de la superficie de la copa) desde cada hogar, escuela y lugar de trabajo, debido a que distintos estudios muestran que



los árboles de gran tamaño son los que impactan positivamente en la salud mental, asimismo presentan un impacto en la vida silvestre.

### **b. 30% de cobertura arbórea en cada vecindario**

Establece que a nivel de vecindario debería existir un 30% de cobertura arbórea, para que no se vea relacionado con la dotación desigual del arbolado en la ciudad. La importancia que tiene este indicador es debido a los distintos beneficios que pueden brindar la copa de los árboles a las personas.

Este indicador está siendo adoptado por varios países para el aumento de la cobertura arbórea, como una estrategia para mitigar los impactos de la urbanización y el cambio climático (Walters & Sinnett, 2021).

### **c. A 300 m del parque o espacio verde más cercano**

Para el desarrollo de este indicador el autor se basa en la recomendación de la OMS, que indica que cada ciudadano debe tener al menos 1 a 0.5 ha de área verde pública a menos de 300m, debido a que dentro de estos espacios puede existir una mayor biodiversidad y se puede realizar distintas actividades recreativas. Asimismo, se debe buscar que estas áreas sean de calidad y tengan vegetación arbórea para proporcionar sombra (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2017 citado por Konijnendijk (2022)).



Figura 6. Regla 3-30-300  
Fuente: Guerini (2021)

Estudios recientes muestran el impacto positivo que tiene esta regla en la salud mental de las personas (Nieuwenhuijsen et al., 2022). Además, viene siendo adoptada en distintos gobiernos locales de Europa, como es el caso España que se considera esta regla como un instrumento que permitirá tener ciudades más resilientes ante las distintas problemáticas ambientales, sociales, entre otras (Federación española de municipios y provincias, 2022).

### **2.7.2. Condiciones ambientales de las áreas verdes**

Morales et al. (2018) estudiaron las condiciones ambientales de las áreas verdes utilizando 11 indicadores donde se identificaron las especies, se midió las alturas, el DAP y el número de árboles en parques y calles. A su vez, se realizaron encuestas a los usuarios de las áreas verdes públicas en temas relacionados con accesibilidad y uso de las áreas verdes. En este trabajo se encontró que los indicadores de áreas verdes evidenciaron diferencias entre las condiciones ambientales en las dos ciudades evaluadas y la factibilidad de su aplicación como insumo para la gestión ambiental sostenible de los ecosistemas urbanos.

### **2.7.3. Verde urbano de una ciudad en relación con las condiciones socioeconómicas**

Vélez (2020) analizó la relación del verde urbano con las condiciones socioeconómicas de sus habitantes para lo cual aplicó métodos de análisis socioespacial que le permitieron trabajar con variables ambientales y socioeconómicas mediante técnicas de Sistemas de Información Geográfica en los parques urbanos. Dentro del estudio se encontró que existe una asociación entre la distribución y accesibilidad al verde urbano con el nivel socioeconómico de los habitantes de Quito.

#### **2.7.4. Indicadores para evaluar la sustentabilidad ambiental y describir el sistema ambiental de un parque urbano**

Guerrero & Culós (2007) utilizaron un conjunto de indicadores para evaluar la sustentabilidad ambiental y describir el sistema ambiental de un parque urbano. Dentro de esta investigación se logró describir integralmente las condiciones ambientales del parque, permitiendo también identificar las variables y procesos intervinientes en su dinámica y funcionamiento, pues el parque fue analizado como un sistema complejo de interacciones entre el medio natural, la dinámica social, la económica y la dinámica político-institucional.

#### **2.7.5. Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes**

Reyes-paecke & Figueroa (2010) evaluaron la distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en una ciudad mediante métricas del paisaje, llegando a encontrar que las áreas verdes en la ciudad se caracterizan por una desigual distribución, tanto en términos de superficie total como de tamaño y accesibilidad. A su vez, encontraron que la desigualdad estaba altamente correlacionada con el nivel socioeconómico de la población.

#### **2.7.6. Plan Director del Arbolado Viario y de las zonas verde de la ciudad de Madrid**

El Plan director de arbolado viario y el Plan director de las zonas verdes de la ciudad de Madrid se enmarcan en el Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad de la misma ciudad; con la finalidad de obtener mayores beneficios medioambientales. En cada documento, se plantean una serie de indicadores que buscan dar a conocer y mejorar la situación actual de las zonas verdes y arbolado viario. Así también, se mencionan las acciones para mejorar los valores de cada indicador.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Área de estudio

El estudio se realizó en el distrito de Barranco que se ubica en la provincia de Lima, departamento de Lima, siendo uno de los distritos más antiguos de Lima Metropolitana (Ley s/n del 26 de octubre de 1874). Es también uno de los más pequeños, con 3.33 km<sup>2</sup> de superficie, para el año 2017 contaba con una población estimada de 34,378 habitantes.



Figura 7. Ubicación geográfica del distrito de Barranco: a) Mapa de departamentos del Perú, b) Mapa de las provincias de Lima, c) Mapa de distritos de Lima, d) Mapa del distrito de Barranco.

El distrito de Barranco se encuentra localizado en el Cono Centro Sur de Lima metropolitana; siendo sus límites: por el Norte con el distrito de Miraflores, por el Sur con el distrito de Chorrillos, por el Este con el distrito de Santiago de Surco y por el Oeste con el Océano Pacífico (Instituto Nacional de Informática (INEI), 2018b; Municipalidad de Barranco & Organización Panamericana de la Salud, 2002). Actualmente el distrito de Barranco se encuentra conformado por 22 zonas (Figura 7).

El distrito de Barranco presenta escasas precipitaciones a lo largo del año alcanzando valores entre 5 y 10 mm de precipitación total anual. Además, presenta una temperatura media anual de 18°C. La temperatura máxima en los meses de verano puede llegar a los 30° C y en la época de invierno la temperatura es de 12°C (SENAMHI, 2020).

Así mismo, al pertenecer el distrito de Barranco a la costa peruana alcanza entre los meses de junio y agosto una humedad relativa de 98% sin lluvias. Este fenómeno se debe a la presencia de aguas frías en el océano conocidas como la corriente de Humboldt que origina una niebla costera y una leve garúa (Municipalidad de Barranco, 2012).

La selección del distrito se realizó de acuerdo a la disponibilidad del Inventario de áreas verdes y del Inventario de arbolado urbano. Así también, por la disposición de las autoridades del municipio para brindar la información requerida.

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Base de datos**

Para el cálculo de los indicadores relacionados a las áreas verdes y arbolado urbano se trabajaron con las siguientes informaciones:

Tabla 1: Bases de datos empleados en la presente investigación

<b>BASE DE DATOS</b>	<b>FORMATO</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO</b>	<b>FUENTE</b>
Inventario del arbolado urbano	xlsx.	Especies de árboles, Ubicación (Coordenadas UTM) y Variables dasométricas (Diámetro a la altura de pecho, Altura total, Altura de fuste y Radio de copa).	Municipalidad de Barranco (2022)
Inventario de áreas verdes	xlsx.	Nombre del Área Verde, Ubicación (Coordenadas UTM), Tamaño (en función de la Infraestructura civil y Área Verde propiamente dicho), Tipo de riego y otros.	Municipalidad de Barranco (2022)
Mapa de las áreas verdes	shp.	Ubicación espacial y gráfica de los malecones, parques y plazas del distrito.	Municipalidad de Barranco (2022)
Mapa catastral urbano	shp.	Componente urbano del distrito de Barranco: Postes, veredas, terrenos, entre otros del distrito.	Municipalidad de Barranco (2022)
Shapefile de cantidad de personas	shp.	Cantidad de personas por bloques (manzanas).	GEO GPS PERÚ (2017)

### 3.2.2. Programas informáticos

El análisis de los datos se realizó por medio de los softwares Microsoft Excel, Rstudio-4.2.1 y ArcGIS 10.5.

### **3.3. Metodología**

El presente estudio fue de tipo exploratorio y descriptivo (Hernández et al., 2014); dado que se evalúa y analiza la situación actual en cuanto a la accesibilidad, distribución y características de las áreas verdes y arbolado urbano.

En la Figura 8, se muestra un esquema general del procedimiento metodológico aplicado. En primer lugar, se coordinó con la Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental de la Municipalidad de Barranco, para de manera posterior se continué con la colección de la información digitalizada correspondientes al Catastro del distrito (2022), Inventario de las Áreas verdes (2022) y al Inventario del Arbolado urbano (2022). Así también, como la descarga del Shapefile del Censo poblacional del distrito (2017) de la página GEO GPS PERÚ (2017). Para cumplir con los objetivos específicos se procedió a evaluar los indicadores relacionados a las áreas verdes, arbolado urbano y la Regla 3-30-300 (Figura 9).

El cálculo de los indicadores relacionados a las áreas verdes se realizó con los datos del Inventario de áreas verdes, el Catastro del distrito y el Shapefile del Censo poblacional. Mientras los indicadores relacionados al arbolado urbano fueron calculados con los datos del Inventario del arbolado urbano y Catastro digital del distrito. Dentro de los conjuntos de indicadores relacionados a las áreas verdes y arbolado urbano se encuentran los indicadores de la Regla 3-30-300 (Figura 9), siendo no necesario el cálculo de estos, pero si su consideración en el análisis junto con los otros dos conjuntos de indicadores.

Una vez realizada la interpretación y análisis de los indicadores se vio conveniente seleccionar la Regla 3-30-300, dado que se adecuaba mejor al objetivo de la presente investigación. Finalmente, se hizo la homogenización de los resultados de cada indicador y el análisis final, logrando identificar las zonas con mayor oferta y demanda de áreas verdes y arbolado urbano.

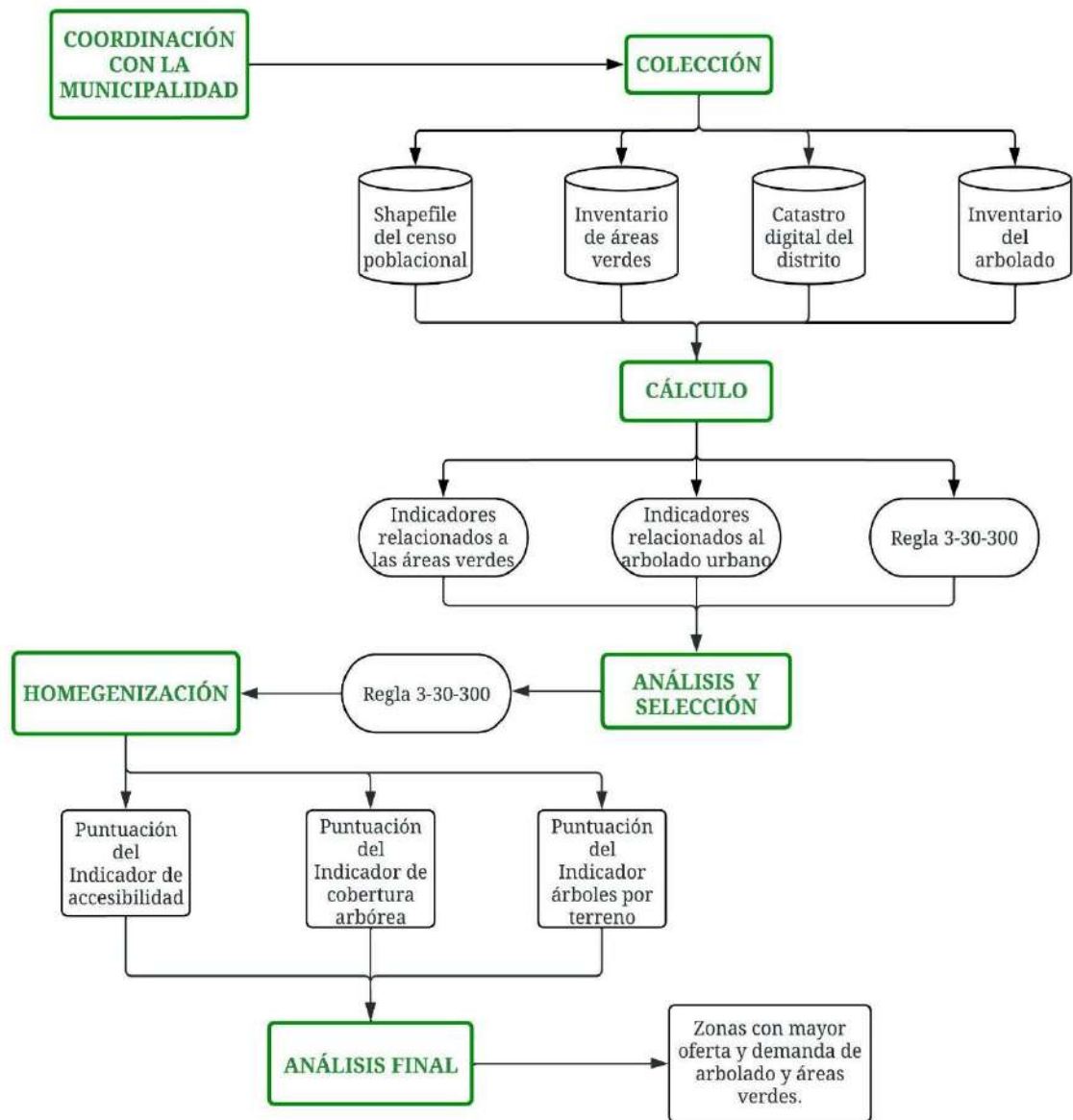


Figura 8. Esquema de la metodología para determinar las zonas con mayor oferta y demanda de áreas verdes y arbolado urbano.



Los indicadores evaluados y analizados en el presente estudio fueron los siguientes:



Figura 9. Indicadores evaluados en la presente investigación

A continuación, se presenta las metodologías empleadas para el cálculo de cada indicador:

### **3.3.1. Metodología para la caracterización de las áreas verdes**

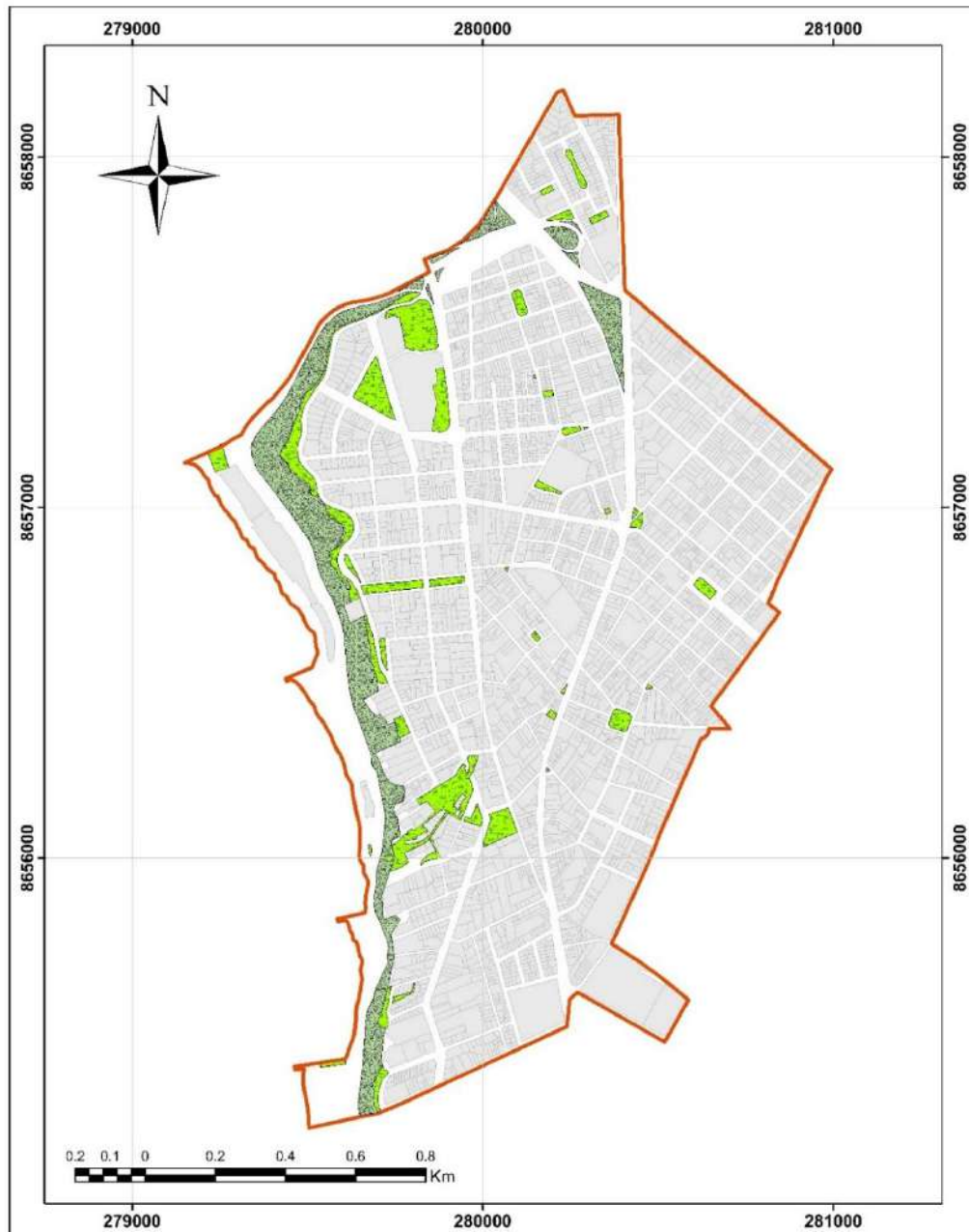
La caracterización de las áreas verdes se realizó a través de 7 indicadores los cuales buscaban analizar la distribución, accesibilidad y superficie de las áreas verdes:





#### **a. Métricas del paisaje**

Se probaron los indicadores planteados por Reyes-paecke & Figueroa (2010), quienes desarrollaron una serie de indicadores que permitieron realizar un diagnóstico más completo acerca de la situación actual de las áreas verdes y contribuir en el diseño de políticas urbanas más eficaces en la ciudad de Santiago de Chile.

Para el cálculo de los indicadores se clasificó a las áreas verdes del distrito en accesibles y visualmente accesibles (Figura 10); entendiéndose como áreas verdes accesibles aquellos espacios en donde las personas pueden interactuar y realizar distintas actividades tales como: parques, plazas, malecón, entre otros. Mientras a las áreas verdes visualmente accesibles se definió como aquellos espacios que tienen una finalidad más estética en donde las personas no llegan acceder o interactuar en estos espacios, por ejemplo: bermas centrales, laterales, acantilado, jardineras entre otras.

Por consiguiente, se decidió realizar los cálculos de los indicadores en función a las áreas verdes accesibles, dado que estos brindan los mayores beneficios a las personas.



LEYENDA	
	Límites del Distrito de Barranco
	Áreas Verdes Accesibles
	Áreas Verdes Visualmente Accesibles
	Lotes del Distrito de Barranco


Mapa de las Áreas Verdes del Distrito de Barranco			
	<b>AUTOR:</b>	Bach. Carlos Manyahuilca Gutierrez	
	<b>ASESORA:</b>	Dra. Maria Isabel Manta Nolasco	
	<b>CO ASESORA:</b>	Dra. Juicicia Helena Negrin Marques	
	<b>ESCALA:</b>	10 000	<b>FECHA:</b>

Figura 10. Mapa de las áreas verdes del distrito de Barranco

Los cálculos de los indicadores se realizaron con el programa Rstudio-4.2.1, siendo calculados los siguientes indicadores:

Tabla 2: Tabla resumen de los indicadores de las métricas del paisaje

INDICE	ACRÓNIMO	DESCRIPCIÓN	RANGO	REFERENCIA
Porcentaje de la superficie total de áreas verdes (Percentage of the Landscape)	PLAND	Es la proporción del área total ocupada por un tipo de parche en particular; es una medida de la composición del paisaje y el dominio de los tipos de parches. Generalmente el PLAND permite realizar comparaciones de áreas diferentes o la misma área en periodos diferentes de tiempo. La unidad en la que se encuentra es en porcentaje (%).	$0 < \text{PLAND} < 100$	
Superficie total de áreas verdes (Class Area)	CA	Representa el área total de una clase. La unidad en la que se encuentra es hectáreas (ha).	$\text{CA} > 0$ , Sin límite	McGarigal, 2015; McGarigal & Marks, 1995; Nadoushan & Alebrahim, 2017
Número de áreas verdes (Number of Patches)	NP	El número de parches del tipo de parche/paisaje correspondiente	$\text{NP} \geq 1$ , Sin límite	
Índice del fragmento más grande (Largest Patch Index)	LPI	Es el área ( $\text{m}^2$ ) del parche más grande del tipo de parche correspondiente dividido por el área total del paisaje ( $\text{m}^2$ ), multiplicado por 100 (para convertirlo en un porcentaje). Representa al porcentaje del paisaje comprendido por el parche más grande. La unidad en la que se encuentra es en porcentaje (%).	$0 < \text{LPI} < 100$	
Índice del vecino más cercano (nearest neighbor)	NNR	Permite determinar si existe alguna regularidad en la disposición de las entidades puntuales o si, por el contrario, ésta obedece a una distribución aleatoria. La unidad en la que se encuentra es en metros (m).	$\text{NNR} > 0$ , Sin limite	Gutierrez, 2012

## **b. Accesibilidad a las áreas verdes**

La accesibilidad a las áreas verdes se entiende como la distancia media que un ciudadano tiene que recorrer desde su lugar de residencia hasta la área verde más cercana (Herrero et al., 2006).

Para este indicador se realizó una adaptación, dado que las ciudades de la provincia de Lima han venido teniendo un crecimiento urbano sin planificación, generando así una gran cantidad de áreas verdes de tamaños pequeños (menores de 1 ha).

En ese sentido, se planteó evaluar este indicador por el método trabajado por Marques (2020), que consiste en agrupar a las áreas verdes en grupos de acuerdo a su tamaño (incluyendo las áreas menores de 1 ha) y graficar el área de influencia de cada área verde. De esa manera, se estima la cantidad de población que vive cerca a cada área verde. Este método es una primera aproximación para la evaluación de áreas verdes de menores tamaños.

El cálculo del indicador se realizó siguiendo los pasos de la Figura 11; la cual consistió en graficar los radios de influencia de los buffers a partir del perímetro de cada área verde en función de la Tabla 3, donde se presenta el radio de influencia que le corresponde a cada área verde según sus dimensiones. Luego se estimó la cantidad de personas que se encontraban dentro de cada buffer y se relacionó ello con la cantidad de áreas verdes que podían acceder las personas.

Tabla 3: Radio de influencia según el tamaño de cada área verde

<b>Dimensión de las áreas verdes</b>	<b>Radio de influencia</b>
150 – 449 m <sup>2</sup>	100 m
450 -4999 m <sup>2</sup>	200 m
>0.5 ≤ 1 ha	300 m
>1 ≤ 5 ha	300 m
>5 ≤ 10 ha	1000 m
>10 ≤ 20 ha	2000 m

Fuente: Adaptado de Marques, 2020.

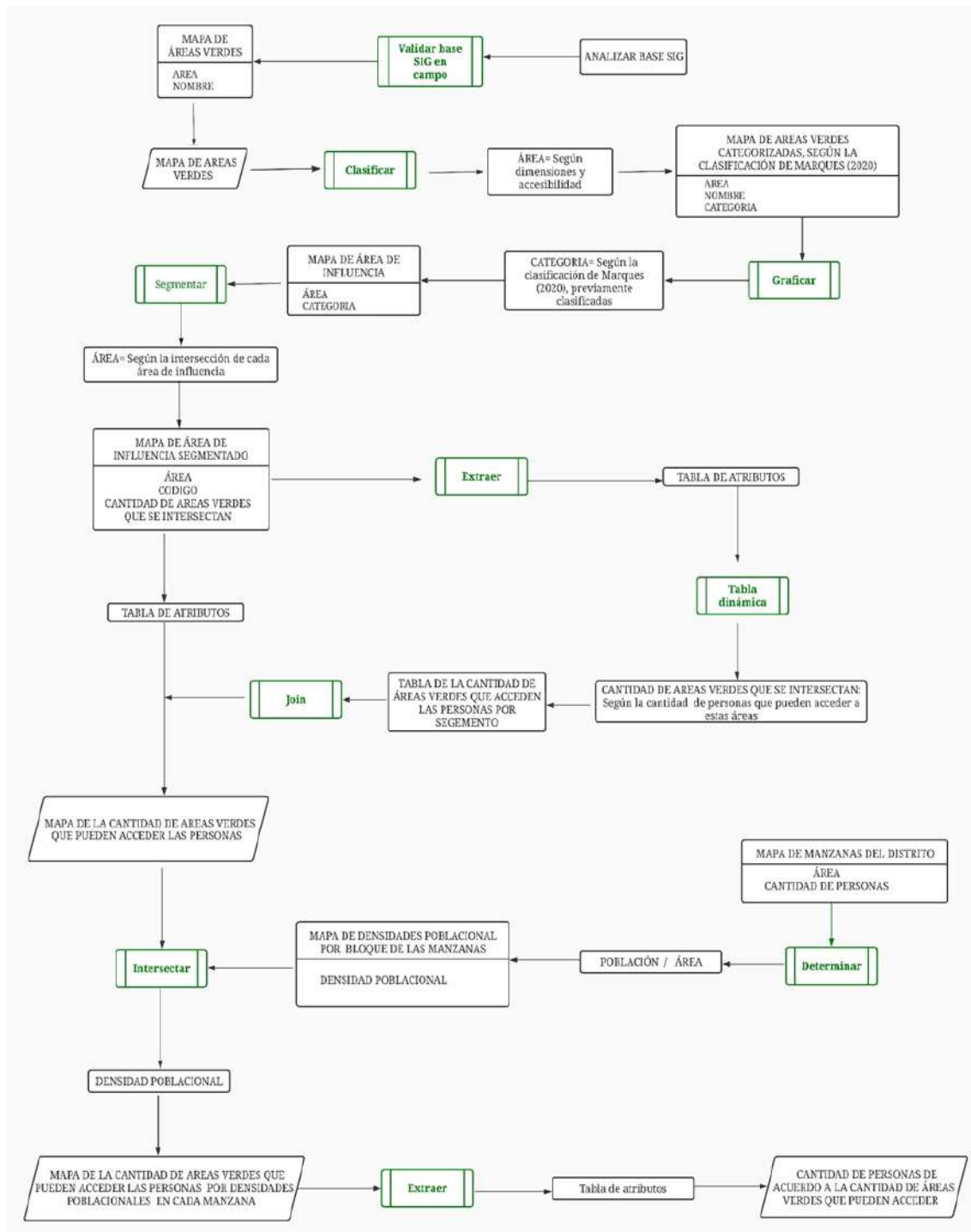


Figura 11. Diagrama de la metodología seguida para el cálculo de la accesibilidad

### **c. Indicador de área verde por habitante**

Este indicador muestra la relación de metros cuadrados de espacio público que se encuentra a nivel general en la ciudad por habitante. Se encuentra compuesto por el Espacio Público Efectivo y el Espacio Público No Efectivo (Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público (DADEP), 2019).

$$IEP = \frac{EPE + EPNE}{habitantes}$$

EPE(m<sup>2</sup>) = Parques, Espacios verdes, Plazas y Plazoletas)

EPNE(m<sup>2</sup>) = (Alamedas, Vías Peatonales, Andenes, Ciclovía, Sistema de Áreas Protegidas, Zonas de Ronda Hidráulica, Calzada, Separadores)

Para este indicador se decidió trabajar con el valor que determinó la Municipalidad de Barranco en el Inventario de áreas verdes presentado a la Municipalidad de Lima Metropolitana.

#### **3.3.2. Metodología para la caracterización del arbolado urbano**

Estos indicadores fueron seleccionados a manera de maximizar los beneficios ambientales, sociales y económicos que los árboles brindan a las personas así también para mejorar la gestión del arbolado y los planes de arborización dentro del distrito. El cálculo de estos fue en base al Inventario del arbolado urbano y por medio de los softwares Microsoft Excel (2016) y ArcGIS 10.5 (2016).



### **a. Indicador 3 árboles por hogar**

Debido a que el indicador ha sido creado recientemente por Konijnendijk (2022) bajo un enfoque distinto a la ciudad de Lima; se decidió primero evaluar la definición que maneja este autor respecto a ello. En ese sentido, para este indicador el autor considera solamente a los árboles establecidos, es decir, aquellos que presentan una copa con una superficie de al menos 25 m<sup>2</sup> y sugiere trabajar con áreas de influencias a partir del centroide de cada hogar con radios de 25 a 30 m.

Luego de esta definición, se analizó el concepto de árbol establecido debido principalmente a las características de las especies arbóreas y a las características climáticas del distrito de Barranco y la ciudad de Lima. Por lo cual, se consultó a especialistas locales así como se ha revisado el Manual de Silvicultura Urbana y Periurbana de la Municipalidad Metropolitana de Lima (2018); para definir como árboles establecidos a aquellos individuos mayores de 2.5m de altura y DAP mayor a 5 cm.

Asimismo, en cuanto al método que sugiere Konijnendijk (2022) para el cálculo del indicador, se encontró que no es válido en lugares donde la trama urbana no es homogénea, como es el caso del distrito de Barranco. Por ello se tuvo que redefinir el radio de las áreas influencias de cada hogar y el centro de estas.

Luego de un proceso de pruebas de distintos tamaños de radios y posiciones del centro se pudo encontrar, en cuanto los radios, que los mayores a 15 m podían considerar árboles en calles alejadas donde no eran visualmente accesibles, ello se debe a que dentro del distrito existen hogares en terrenos de dimensiones pequeñas.

Mientras la posición del centro se veía influenciada por los tamaños de los terrenos de cada hogar, pues los que presentaban grandes dimensiones sus centroides se encontraban alejados de las calles, generando que al graficar los buffers no se consideren los árboles de su alrededor y en los terrenos de menores dimensiones se consideren a los árboles que se encontraban a la espalda de estos (Figura 12).

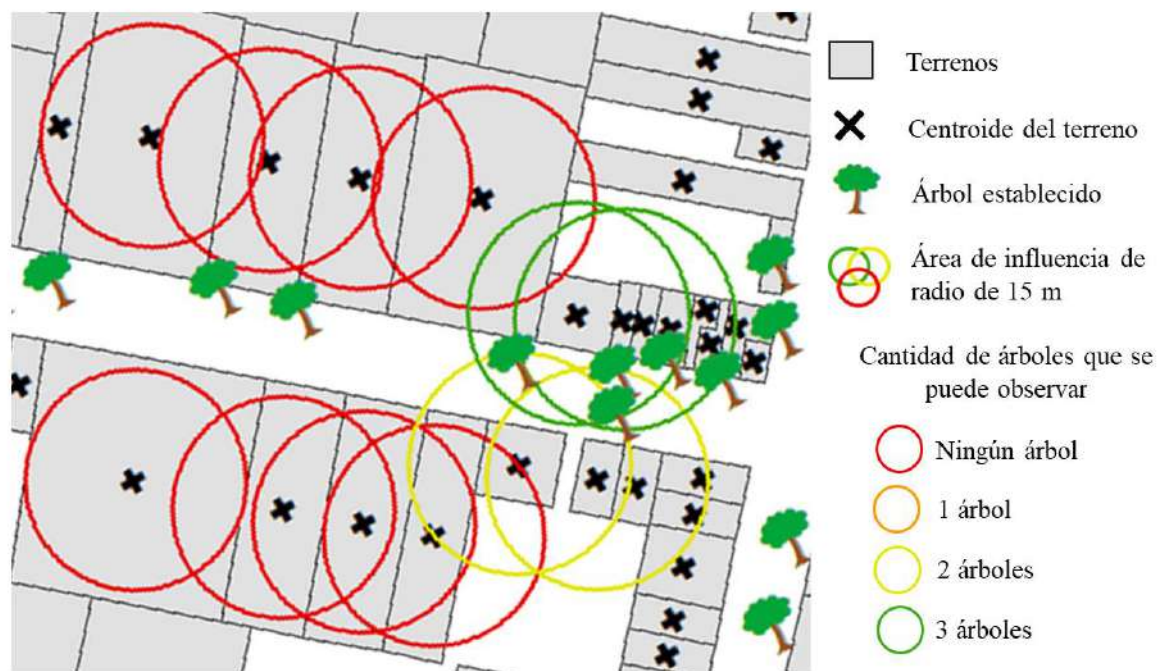


Figura 12. Demostración de la metodología por centroide

Por otro lado, se trabajó con las dimensiones de los terrenos, pues el catastro del distrito solo brinda información de los perímetros de los terrenos de cada hogar más no el diseño.

Por los motivos anteriormente presentados se decidió trabajar considerando como centro de cada área de influencia la fachada de cada terreno con un radio de 15 m. El cálculo se realizó siguiendo los pasos de la Figura 13.

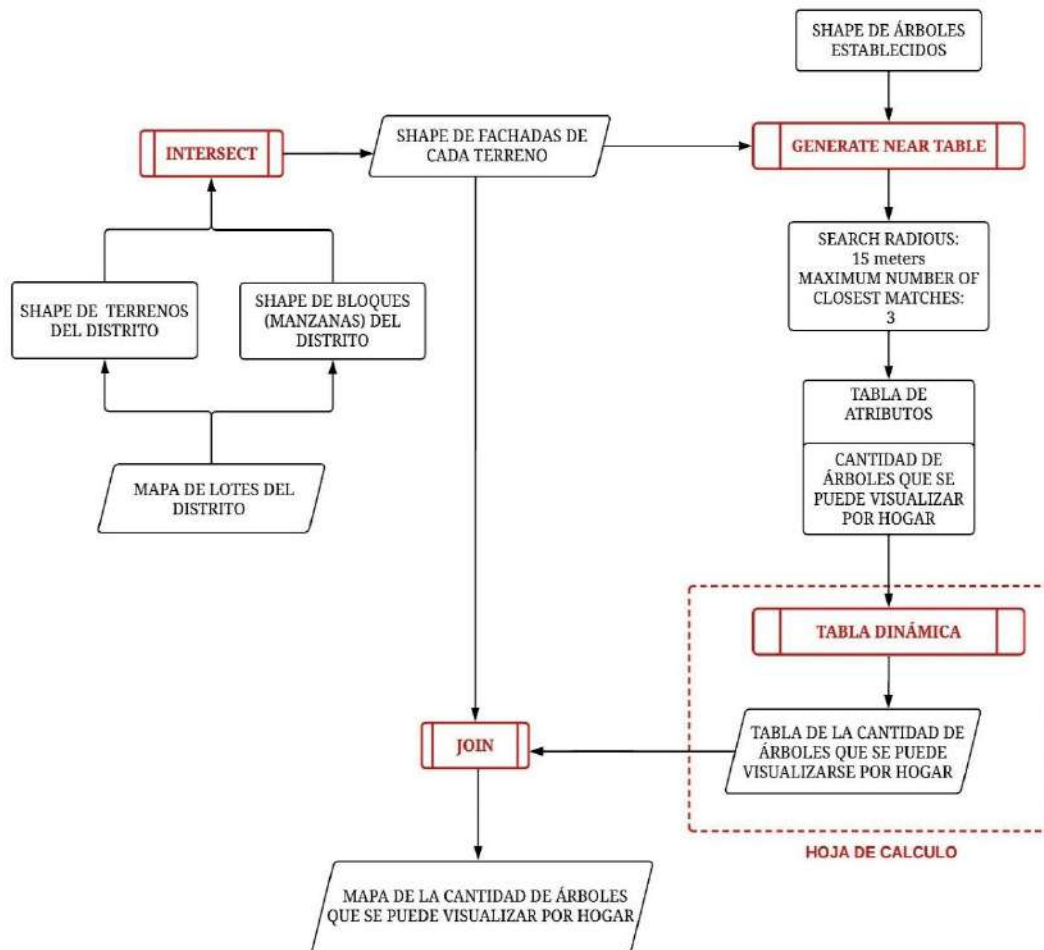


Figura 13. Esquema de la metodología seguida para obtener el indicador 3 árboles por hogar

### b. Árboles por habitante

Este indicador determina la cantidad de árboles por habitante con que cuenta la ciudad. De esta forma se puede evidenciar las zonas que se encuentran mejor dotadas de árboles respecto de su población y cuáles presentan un déficit (Quenguan et al., 2017).

Así mismo entre mayor sea esta relación mejor se supone la oferta de arbolado y mayores beneficios ambientales se percibirán (Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del Río Bogotá (Orarbo), 2021).

En ese sentido, la Organización Mundial de la Salud recomienda que los entornos urbanos tengan al menos 1 árbol por cada 3 habitantes o lo que es lo mismo 33 árboles por cada 100 habitantes (Ayuntamiento de Madrid, 2019).

<b>Unidad de medida<sup>1</sup></b> Árboles por habitante (arb/hab)	<b>Categorías determinadas para este indicador<sup>2</sup></b>	
<b>Fórmula<sup>2</sup></b>  $NAH = \left( \frac{n^{\circ} \text{ total de árboles}}{n^{\circ} \text{ total de habitantes}} \right) \times 100$	<b>CATEGORÍA</b>	<b>VALOR</b>
	<b>ADECUADO</b>	>1 árbol cada 3 hab
	<b>ACEPTABLE</b>	1 árbol cada 7 hab
	<b>INADECUADO</b>	<1 árbol cada 7 hab

Figura 14. Indicador árbol por habitante  
 Fuente: <sup>1</sup>Orarbo (2021). <sup>2</sup>Ayuntamiento de Madrid (2019).

**c. Densidad de árboles por tramo**

Este indicador tiene como propósito analizar la cantidad de árboles que se encuentran en las inmediaciones de las vías principales con el fin de analizar si existe una red verde que acompaña al sistema de movilidad (Quenguan et al., 2017). El indicador se calcula contabilizando el arbolado viario por tramo de calle, no se contabiliza el arbolado presente en parques.

<b>Unidad de medida<sup>1</sup>:</b> Árbol por tramo (arb/m)	<b>Categorías determinadas para este indicador<sup>2</sup>:</b>  El valor obtenido oscila entre 0 y 1. Un valor de 0 corresponde a un tramo de calle sin arbolado y un valor de 1 corresponde a un tramo que presenta un árbol por metro de calle.  El criterio mínimo de densidad de árboles por tramo es de 0,2 árboles por metro de calle (valor estándar europeo).
<b>Fórmula<sup>2</sup>:</b>  $DAT = \left( \frac{\text{número de árboles por tramo}}{\text{longitud del tramo}} \right)$	

Figura 15. Indicador densidad de árboles por tramos

Fuente: <sup>1</sup>Orarbo (2021). <sup>2</sup>Rueda (2010).

#### d. Cobertura arbórea relativa

Para este indicador se decidió trabajar con el indicador de cobertura arbórea relativa planteada por Kenney (2011), quien propone trabajar con el valor de la cobertura arbórea respecto al valor de la cobertura arbórea potencial del área de evaluación. Debido a que si se evalúa de la manera convencional (solo cobertura arbórea) se puede presentar casos en donde dos áreas pueden presentar un mismo valor del indicador, sin embargo, en un área puede ser el valor máximo que puede alcanzar y la otra puede tener un potencial mayor.

La otra razón por la cual se decidió trabajar con este indicador es el hecho que los distintos municipios distritales de la ciudad de Lima, como el caso de Barranco, solo tienen jurisdicción sobre los espacios públicos. Por lo cual se consideró a estos, como el área de cobertura arbórea potencial y este varía de acuerdo a distintos factores.

El cálculo del indicador se realizó con la siguiente fórmula:

$$\text{Cobertura arbórea relativa} = \frac{\text{Cobertura arbórea}}{\text{Cobertura arbórea potencial}} \times 100\%$$

Asimismo, se decidió aplicar la categorización propia de este indicador (Tabla 4), en la cual se agrupa en 5 categorías:

Tabla 4: Categorización del indicador cobertura arbórea relativa

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
<b>Bajo</b>	La cobertura de copa existente es 0-25% de la potencial
<b>Medio</b>	La cobertura de copa existente es 25-50% de la potencial
<b>Bueno</b>	La cobertura de copa existente es 50-75% de la potencial
<b>Optimo</b>	La cobertura de copa existente es 75-100% de la potencial
<b>Objetivo</b>	Alcanzar un grado de clima apropiado de la cobertura de copa en todo el municipio

Fuente: Kenney et al. (2011)

Antes de calcular este indicador se definió primero que es cobertura arbórea, entendiéndose como la superficie ocupada por la proyección perpendicular de las copas de los árboles sobre el suelo (Ayuntamiento de Madrid, 2019).

En ese sentido, el cálculo de la cobertura arbórea se realizó en el programa de ArcGIS (Figura 16), georreferenciando primero cada árbol y por medio de la proyección del radio de copa de cada individuo se graficó a cada uno para luego unir las copas de los árboles que se interceptaban y calcular el área de cada una. De manera seguida, se interceptó las áreas de las copas con las zonas del distrito de Barranco, obteniendo así la cantidad de cobertura arbórea existente por zonas. El cálculo del área potencial se dio por la diferencia de los bloques de manzanas y del área total del distrito a partir de información digital en formato shape. Luego se interceptó el área total potencial del distrito con el de zonas, teniendo así el valor del área potencial por zonas. Por último, toda esta información se exportó al programa Microsoft Excel para el cálculo del indicador por medio de la fórmula.

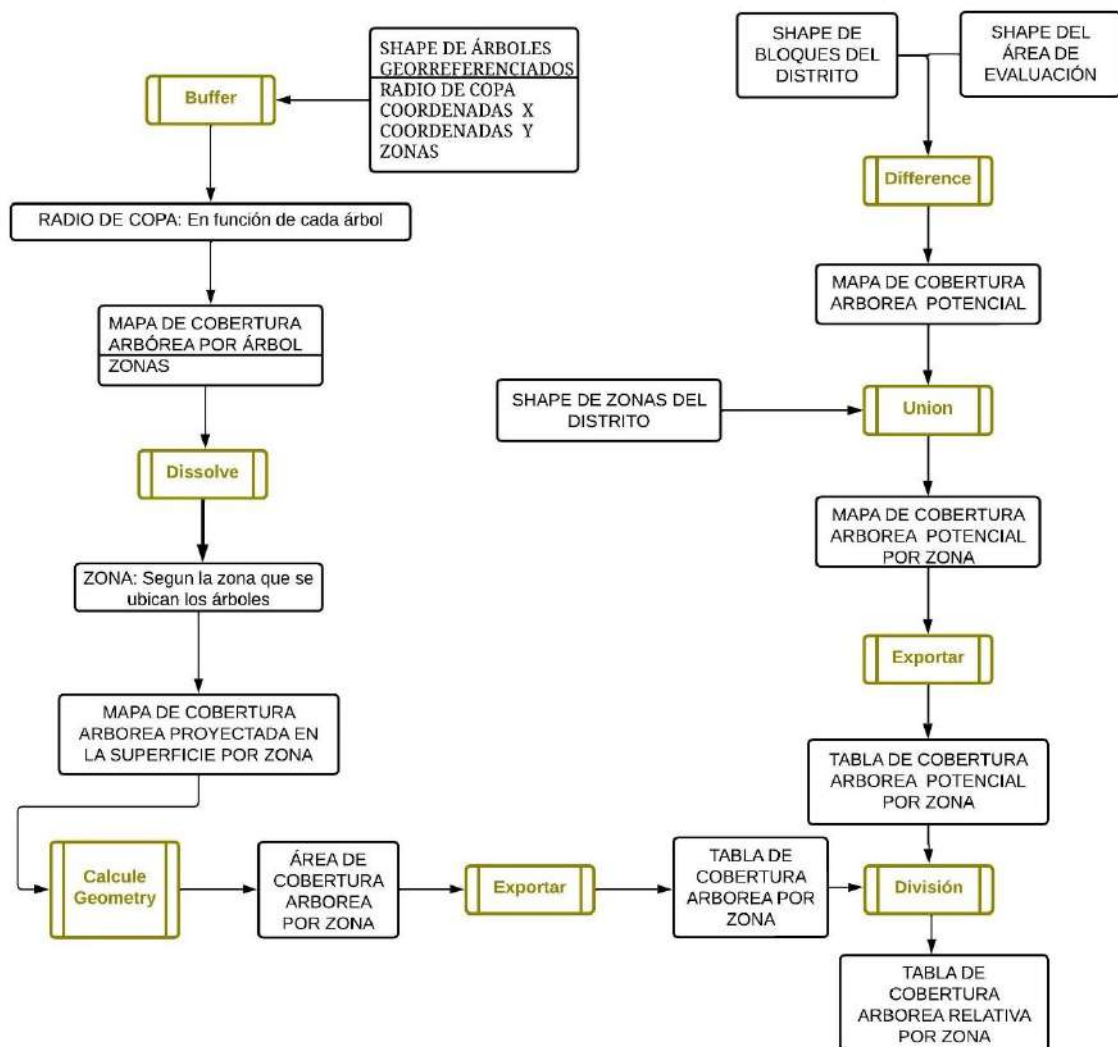


Figura 16. Esquema de la metodología seguida para calcular el indicador de cobertura arbórea relativa

El análisis y calculo utilizando el método por medio de teledetección podría demandar una mayor capacidad técnica como financiera, por ello se decidió trabajar con el método propuesto basado en el indicador planteado por Kenney (2011).

### e. Abundancia relativa de las principales especies

El indicador permite evaluar la estructura de las especies del arbolado y se encuentra determinado de acuerdo con el número total de árboles.

<b>Unidad de medida:</b> Porcentaje (%)
<b>Fórmula<sup>1</sup>:</b> $ARE = \left( \frac{n^\circ \text{ de árboles por especies}}{n^\circ \text{ de árboles totales}} \right) \times 100\%$

Figura 17. Indicador abundancia relativa de las principales especies  
Fuente: <sup>1</sup>Bonilla Vichot et al., (2019)

Los indicadores planteados a continuación fueron seleccionados con la intención de garantizar la sanidad de los individuos arbóreos, aumentar la biodiversidad de las especies arbóreas y mantener el hábitat de la fauna urbana. Para lo cual se revisó los estudios realizados en el Ayuntamiento de Madrid (2019), Clark et al. (1997) y Kendall et al. (2014).

### f. Especie más abundante y porcentaje

Lo que se busca con este indicador, es que el porcentaje de la especie más abundante sea el menor, dado que Clark et al. (1997) indica que ninguna especie no represente en más del 10% de la población de árboles en la ciudad, esto permitiría que exista una mejor distribución de las especies (Ayuntamiento de Madrid, 2019).



<b>Unidad de medida<sup>1</sup>:</b> Porcentaje (%)	<b>Categorías determinadas para este indicador<sup>1</sup>:</b>	
<b>Fórmula<sup>1</sup>:</b> $CA = \left( \frac{n^{\circ} \text{ de árboles especie más abundante}}{n^{\circ} \text{ total de árboles}} \right) \times 100\%$	<b>CATEGORÍA</b>	<b>VALOR</b>
	<b>ADECUADO</b>	<10%
	<b>ACEPTABLE</b>	10 – 15 %
	<b>INADECUADO</b>	>15%

Figura 18. Indicador número de especies más abundante  
Fuente: <sup>1</sup>Ayuntamiento de Madrid (2019).

### g. Porcentaje de las 10 especies más abundantes

Este indicador evalúa la distribución de la abundancia entre las especies de un área. En ese aspecto, se trabaja con el porcentaje total que alcanzan en conjunto las 10 especies más abundantes (complementado al indicador anterior) y de esa manera tener una idea respecto a la distribución de las especies, su representatividad y dominancia (Ayuntamiento de Madrid, 2019). Para valorar este indicador, se sumó los porcentajes de las 10 especies más abundantes de cada zona y finalmente se clasificó de acuerdo a la categoría que le corresponde.

<b>Unidad de medida<sup>1</sup>:</b> Porcentaje (%)	<b>Categorías determinadas para este indicador<sup>1</sup>:</b>	
<b>Fórmula<sup>1</sup>:</b> $CA = \left( \frac{n^{\circ} \text{ de árboles 10 especie más abundante}}{n^{\circ} \text{ total de árboles}} \right) \times 100\%$	<b>CATEGORÍA</b>	<b>VALOR</b>
	<b>ADECUADO</b>	<55%
	<b>ACEPTABLE</b>	55 – 70 %
	<b>INADECUADO</b>	>70%

Figura 19. Indicador 10 especies más abundantes  
Fuente: <sup>1</sup>Ayuntamiento de Madrid (2019)

## h. Distribución diamétrica ideal de Richards

La distribución diamétrica de Richards establece la distribución óptima de las poblaciones del arbolado urbano. Esta distribución es utilizada en grandes ciudades como objetivo de composición de su población arbórea (Ayuntamiento de Madrid, 2019).

$$\text{Fórmula}^1: \\ DDIR = \left( \frac{\text{n}^\circ \text{ de árboles clase diamétrica } i}{\text{n}^\circ \text{ total de árboles}} \right) \times 100\%$$

Figura 20. Indicador distribución diamétrica de Richards  
Fuente: <sup>1</sup>Ayuntamiento de Madrid (2019).

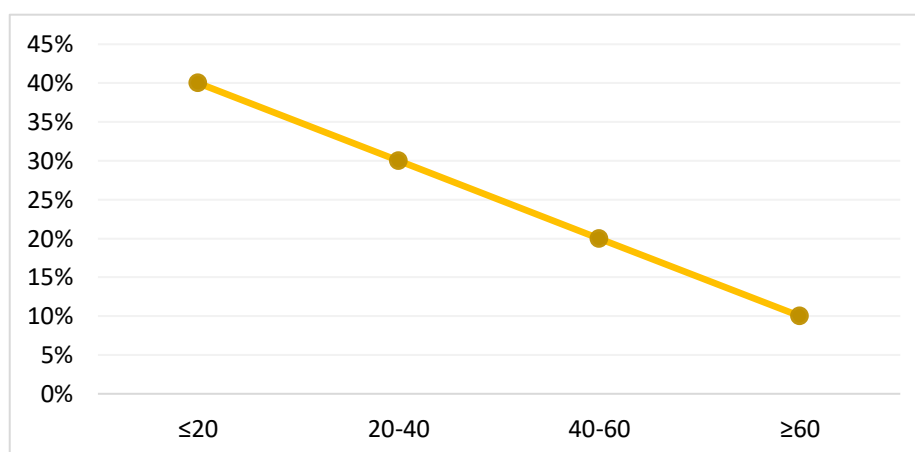


Figura 21. Curva de la distribución diamétrica de Richards

### 3.3.3. Regla 3-30-300

Esta regla considera 3 indicadores, los cuales se encuentran dentro de los ya presentados anteriormente, siendo estos: Árbol por hogar (3), Cobertura arbórea (30%) y Accesibilidad a las áreas verdes (300 m).

A continuación, se muestra una tabla resumen de los indicadores considerados en la Regla 3-30-300:

Tabla 5: Resumen de los indicadores de la Regla 3-30-300

REGLA	INDICADOR	CATEGORIZACIÓN	REFERENCIA														
(3) Árboles por hogar	Número de árboles que se puede ver por cada terreno	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de árboles visibles</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>No se puede ver ningún árbol</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Se puede observar 1 árbol por terreno</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Se puede observar 2 árbol por terreno</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Se puede observar 3 árbol por terreno</td> </tr> </tbody> </table>	Cantidad de árboles visibles	Descripción	0	No se puede ver ningún árbol	1	Se puede observar 1 árbol por terreno	2	Se puede observar 2 árbol por terreno	3	Se puede observar 3 árbol por terreno	Konijnendijk (2022)				
		Cantidad de árboles visibles	Descripción														
		0	No se puede ver ningún árbol														
		1	Se puede observar 1 árbol por terreno														
		2	Se puede observar 2 árbol por terreno														
3	Se puede observar 3 árbol por terreno																
(30) Cobertura Arbórea	% cobertura arbórea relativa por zona	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th> <th>Descripción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bajo</td> <td>La cobertura de copa existente es 0-25% de la potencial</td> </tr> <tr> <td>Medio</td> <td>La cobertura de copa existente es 25-50% de la potencial</td> </tr> <tr> <td>Bueno</td> <td>La cobertura de copa existente es 50-75% de la potencial</td> </tr> <tr> <td>Optimo</td> <td>La cobertura de copa existente es 75-100% de la potencial</td> </tr> <tr> <td>Objetivo</td> <td>Alcanzar un grado de clima apropiado de la cobertura de copa en todo el municipio</td> </tr> </tbody> </table>	Categoría	Descripción	Bajo	La cobertura de copa existente es 0-25% de la potencial	Medio	La cobertura de copa existente es 25-50% de la potencial	Bueno	La cobertura de copa existente es 50-75% de la potencial	Optimo	La cobertura de copa existente es 75-100% de la potencial	Objetivo	Alcanzar un grado de clima apropiado de la cobertura de copa en todo el municipio	Kenney et al., (2011)		
		Categoría	Descripción														
		Bajo	La cobertura de copa existente es 0-25% de la potencial														
		Medio	La cobertura de copa existente es 25-50% de la potencial														
		Bueno	La cobertura de copa existente es 50-75% de la potencial														
Optimo	La cobertura de copa existente es 75-100% de la potencial																
Objetivo	Alcanzar un grado de clima apropiado de la cobertura de copa en todo el municipio																
(300) Accesibilidad a las áreas verdes	Número de personas que acceden a las áreas verdes	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Área mínima de AVU</th> <th>Distancia de área de influencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>150 – 449 m<sup>2</sup></td> <td>100 m</td> </tr> <tr> <td>450 -4999 m<sup>2</sup></td> <td>200 m</td> </tr> <tr> <td>&gt;0.5 ≤ 1 ha</td> <td>300 m</td> </tr> <tr> <td>&gt;1 ≤ 5 ha</td> <td>300 m</td> </tr> <tr> <td>&gt;5 ≤ 10 ha</td> <td>1000 m</td> </tr> <tr> <td>&gt;10 ≤ 20 ha</td> <td>2000 m</td> </tr> </tbody> </table>	Área mínima de AVU	Distancia de área de influencia	150 – 449 m <sup>2</sup>	100 m	450 -4999 m <sup>2</sup>	200 m	>0.5 ≤ 1 ha	300 m	>1 ≤ 5 ha	300 m	>5 ≤ 10 ha	1000 m	>10 ≤ 20 ha	2000 m	Marques (2020)
		Área mínima de AVU	Distancia de área de influencia														
		150 – 449 m <sup>2</sup>	100 m														
		450 -4999 m <sup>2</sup>	200 m														
		>0.5 ≤ 1 ha	300 m														
		>1 ≤ 5 ha	300 m														
>5 ≤ 10 ha	1000 m																
>10 ≤ 20 ha	2000 m																

Una vez determinados todos los indicadores, se procedió analizar cada uno en función a la información que brindaban y si se ajustaban al objetivo planteado en esta investigación

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.2. Indicadores para la caracterización de las áreas verdes**

#### **4.3.1. Métricas del paisaje**

Peña (2015) presenta la aplicación de algunas métricas del paisaje a las áreas verdes del distrito de Barranco definidos a partir del análisis de imágenes satelitales. Sin embargo, la presente investigación aplica por primera vez tales métricas utilizando las bases oficiales del Inventario de las áreas verdes del distrito. Las brechas metodológicas entre ambos estudios dificultan la comparación de resultados. Asimismo, el estudio de Peña es una referencia como aproximación al tema de la caracterización de las áreas verdes en la metrópolis de Lima.

En ese sentido, en la Tabla 6 se puede observar que si bien el distrito de Barranco presenta 10.89 ha de superficie de áreas verdes (CA) muestra un Porcentaje de la superficie total (PLAND) de 3.98%, lo cual es un valor bajo respecto al área total del distrito evidenciándose que en el distrito predominan otros tipos de uso de suelo, tales como: pistas, veredas, viviendas, áreas verdes visualmente accesibles, entre otros. Por lo cual los distintos beneficios que las áreas verdes brindan a las personas pueden verse reducidos.

Tabla 6: Resultados de los indicadores de métrica del paisaje

<b>Indicador</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Superficie total de áreas verdes (CA)	Ha	10.89
Porcentaje de la superficie total de áreas verdes (PLAND)	%	3.98%
Número de áreas verdes (NP)		46
Índice del fragmento más grande (LPI)	%	0.71%
Índice del vecino más cercano (NNR)	M	53.204

Por su lado, el indicador del vecino más cercano (NNR) es 53.2 m, denotando que las áreas verdes se encuentran concentradas y no distribuidas equitativamente dentro del distrito (Figura 22). La concentración de áreas verdes del distrito implica que algunas zonas necesiten de estos espacios y según Fiorese et al., (2021) genera que las personas alejadas de las áreas verdes se movilicen invirtiendo un mayor tiempo y dinero para acceder a estos espacios.

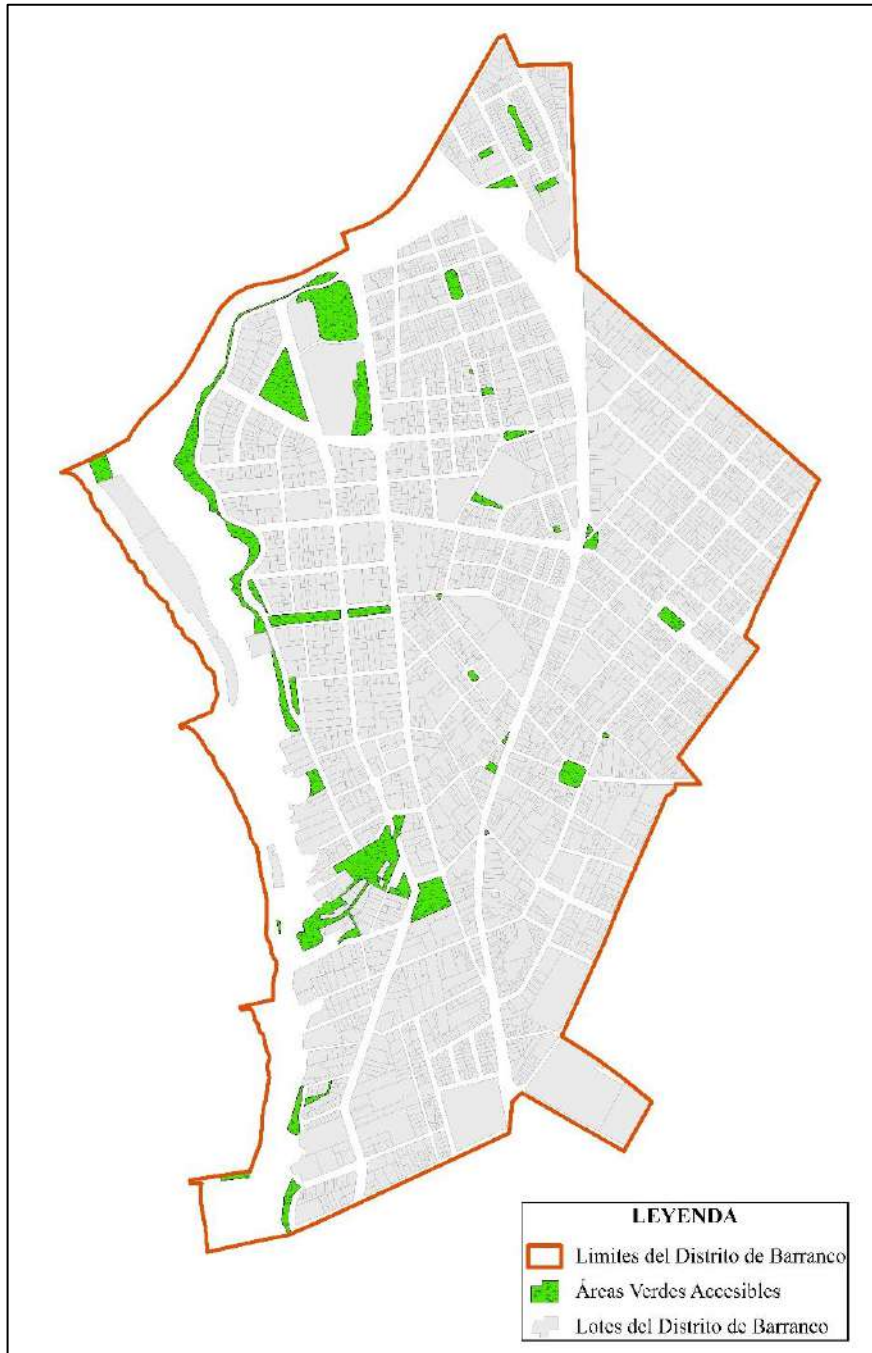


Figura 22. Mapa de la distribución de las áreas verdes accesible del distrito de Barranco

El Índice del fragmento más grande (LPI) hace referencia al área verde de mayor dimensión, siendo este el conjunto de áreas verdes formado por los parques a lo largo del malecón (Figura 23). El valor del indicador es de 0.71% lo que representa un valor bajo debido a que se encuentra muy cerca de 0 evidenciando que las áreas verdes del distrito no son de un

tamaño representativo, es decir son áreas de dimensiones pequeñas siendo en su mayoría menores a 0.5 ha (Anexo 1).

Figura 23. Malecón de Barranco: a) Parque Cultura b) Parque Húsares de Junín



Luego de analizar los indicadores relacionados a las dimensiones y distribución, se puede observar en la Tabla 6 que el número de áreas verdes (NP) es igual a 46, mostrando que debería existir un mayor número de estos espacios en las zonas más periféricas del distrito y de no ser posible esta acción aplicar alguna otra estrategia que permita mejorar esta situación.

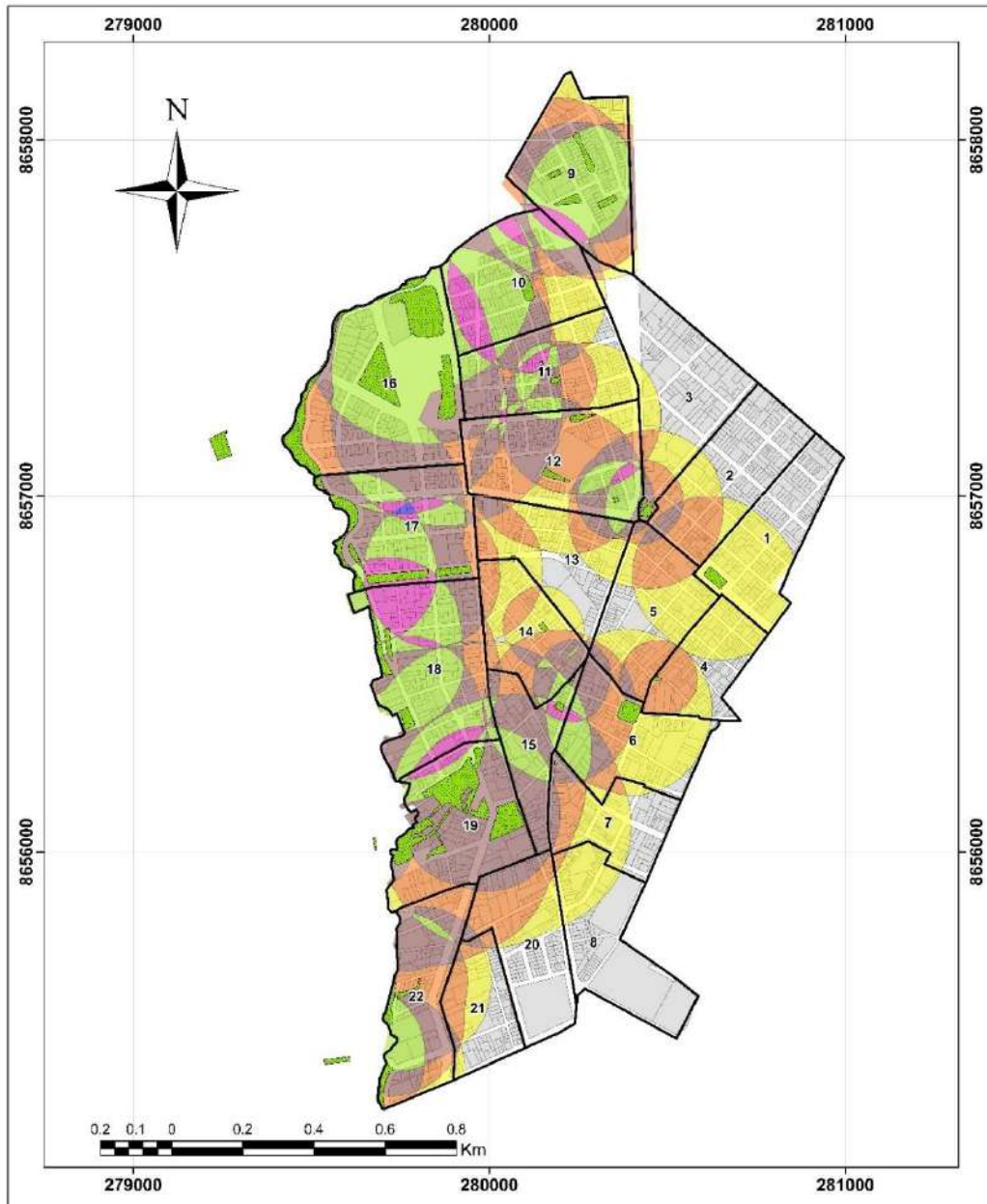
En ese sentido, a un largo plazo se tendría que buscar que estos indicadores lleguen a incrementar, ya que significaría un aumento de áreas verdes dentro del distrito tanto en número como superficie, permitiendo que la mayoría de los beneficios de estos espacios se maximicen y trayendo impactos positivos al ambiente, bienestar social y económico de la población urbana.

Asimismo, estos indicadores deben ser considerados en la planificación urbana y ambiental de las ciudades con ciertos criterios, como los requerimientos de las personas y no únicamente con una visión conservacionista (Bargos Caporusso & Lindon Fonseca, 2011).

### **4.3.2. Accesibilidad a las áreas verdes**

A nivel distrital el 21.1% de toda la población del distrito no accede a ninguna área verde, las cuales se encuentran distribuidas dentro de 12 de las 22 zonas que conforman al distrito de Barranco. En la Figura 24 se puede observar las áreas de influencia (buffers) de cada área verde, en donde se identifica en los buffers de diferentes colores a las personas que acceden a una determinada cantidad de áreas verdes, mientras en las áreas que no representan buffers de colores se ubican las personas que no acceden a alguna área verde.





	<b>Mapa del Indicador de Accesibilidad de Áreas Verdes</b>		
	<b>AUTOR:</b>	Bach. Carlos Manyahuilca Gutierrez	
	<b>ASESORA:</b>	Dra. Maria Isabel Manta Nolasco	
	<b>CO ASESORA:</b>	Dra. Iacicia Helena Negrin Marques	
<b>ESCALA:</b>	10 000	<b>FECHA:</b>	Oct-22

Figura 24. Mapa del indicador de accesibilidad a las áreas verdes

Así también, se encontró que las zonas 1, 2, 3, 8, 21 y 7 son las que presentan la mayor cantidad de personas que no llegan acceder a ninguna área verde. Mientras las que se encuentran más cerca al mar (zonas 16, 17, 18, 19 y 22) son las que llegan a contar con la mayor accesibilidad a las áreas verdes (Figura 25). En ese sentido, en la zona 1 más de la mitad de su población no acceden a alguna área verde y la otra parte solamente accede a una área verde, situación que es distinta a las zonas 16 y 17 en donde la mayoría de las personas llegan acceder a más de 2 áreas verdes.

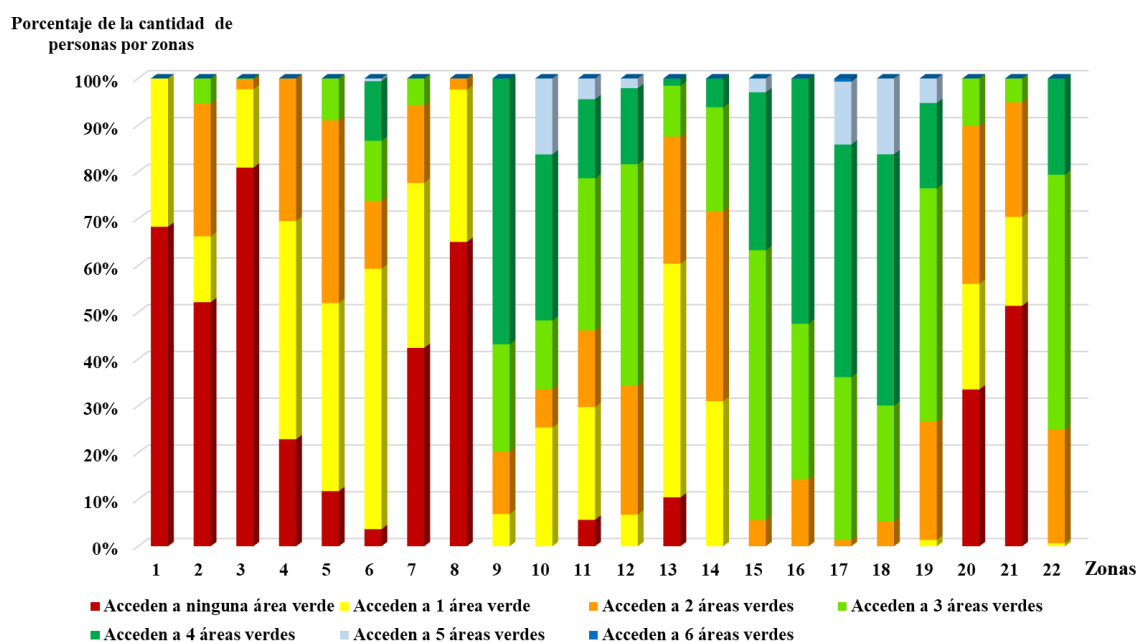


Figura 25. Porcentaje de la cantidad de personas que acceden a un determinado número de áreas verdes por zona

Esta situación se puede encontrar relacionado con la propia planificación del distrito, ya que a finales del siglo XIX y principio del siglo XX las familias limeñas de los estratos económicos y sociales altos preferían las zonas de balnearios como de Barranco y de otros distritos como zonas de descanso. Mientras las áreas que se encontraban en los límites del distrito eran pobladas con la construcción de quintas y plazuelas de pescadores y artesanos (Municipalidad de Barranco & Organización Panamericana de la Salud, 2002).

La disparidad en la accesibilidad también puede deberse a que dentro de estas zonas (16, 17, 18, 19 y 22) se encuentran las áreas verdes de mayores dimensiones. En tanto las zonas que se encuentran en los extremos del distrito presentan menores dimensiones.

Esta situación influye en los beneficios que estas espacios brindan, ya que según lo que mencionan Reyes-paecke & Figueroa (2010) las pequeñas áreas verdes por lo general sólo tienen un valor estético. Mientras las áreas de mayor dimensión permiten una mayor diversidad y riqueza de especies vegetales trayendo consigo una mayor diversidad de fauna, al igual que permiten la realización de diversas actividades y favorecen la interacción entre las personas en la ciudad, que a su vez prefieren estos tipos de espacios (Suárez et al., 2020)



Figura 26. Dimensiones de las áreas verdes de Barranco: a) Mayor dimensión (Museo de Arte Contemporáneo con 1.2 ha) b) Menor dimensión (Triángulo Santa Rosa/Miraflores con 60 m<sup>2</sup>)

Por tanto, las áreas verdes de mayores dimensiones si son bien diseñadas y mantenidas pueden contribuir en reducir los efectos del cambio climático, pues permiten que exista una mayor dotación de arbolado influyendo en la temperatura del aire por medio del efecto refrescante.

En ese aspecto, las autoridades municipales deberían realizar distintas estrategias que permitan mejorar esta situación, desde mejorar el sistema de movilidad (peatonalización de calles, desarrollar un sistema integral de ciclovías, entre otros) y realizar normativas que permitan incorporar árboles en cada una de esas estrategias, dado que Wojnowska-Heciak et al. (2022) encontraron que los árboles en las calles pueden estimular la actividad física en las personas, que a su vez prefieren la existencia de árboles grandes en estos espacios.

La accesibilidad de las áreas verdes también se encuentra limitado a otros factores, tales como los contextos ambientales y niveles económicos (Guerrero & Culós, 2007; Uchiyama, 2020). Asimismo, como la propia planificación, que si fuera la adecuada podría garantizar una distribución equitativa de las áreas verdes dentro del distrito.

A pesar de esta disparidad en la accesibilidad, dentro del distrito de Barranco, el 78.9 % de toda la población del distrito puede acceder por lo menos a un área verde. Sin embargo, se tendría que evaluar la calidad de estas, así como la dotación y estado del arbolado en estos espacios; ya que existen variables como la infraestructura, limpieza, entre otros que influyen el bienestar de las personas dentro de estos lugares tal como indica Ayala-Azcárraga et al. (2019).



Figura 27. Áreas verdes de Barranco: a) Plaza San Francisco b) Bajada de Baños

Si bien existen diferentes metodologías para la evaluación de la accesibilidad de las áreas verdes (Hsu et al., 2022; Laan & Piersma, 2021; Qiu et al., 2019). La metodología aplicada para evaluar la accesibilidad se adecuó a las dimensiones y distribución de las áreas verdes del distrito de Barranco, permitiendo identificar zonas específicas en donde no se tiene acceso a ninguna área verde y estimar de esa manera la cantidad de personas que acceden y no acceden a estos espacios.

### **4.3.3. Indicador de área verde por habitante**

El valor que maneja la Municipalidad de Barranco de este indicador es de 9.7 m<sup>2</sup> de áreas verdes por habitante (m<sup>2</sup>/ hab), lo cual aparentemente cumple con la recomendación de la OMS de 9 m<sup>2</sup>/hab. Este valor (9.7 m<sup>2</sup>/hab) se debe a que se considera a las áreas verdes accesibles y visualmente accesibles. Sin embargo, el indicador solo indica la dotación de áreas verdes mas no la dotación del arbolado, ni de la distribución o la accesibilidad a estos espacios.

Del mismo modo, los indicadores presentados anteriormente han evidenciado una concentración en la distribución de las áreas verdes y la existencia de un grupo de personas que no llegan a acceder a alguna área verde del distrito, evidenciando así la importancia de que el indicador de área verde por habitante llegue a ser complementado con otros indicadores para describir y comprender mejor la situación actual de las áreas verdes.

En términos generales todos los indicadores evaluados anteriormente permitieron tener una idea más clara respecto a la distribución y accesibilidad de las áreas verdes, llegando evidenciar que existen zonas que presentan un déficit de estos espacios. A pesar de que se cuenta con un número considerable de estos espacios, en su mayoría son pequeñas o se encuentran concentradas en ciertas zonas.

Esta situación, según Loboda & Angelis (2005), puede deberse a la discontinuidad política, ya que la implementación o mejoramiento de las áreas verdes son acciones a ser implementadas a un largo plazo y en muchos de los casos estas acciones no trascienden en el periodo de la nueva gestión. Así también, para optimizar las áreas verdes en el futuro se debe conocer los factores que influyen en los procesos de cambio que pueden tener (Núñez, 2021).

Por último, es importante tener en cuenta que en la ciudad de Lima existe una poca dotación de arbolado en la trama urbana incluyendo en las áreas verdes, esta realidad se puede deber

a distintos motivos siendo uno de las principales la falta de normativas e instrumentos de gestión que hagan factible la incorporación de los árboles en estos espacios.

## **4.2. Indicadores para la caracterización arbolado urbano**

### **4.2.1. Indicador 3 árboles por hogar**

A nivel distrital, alrededor de la mitad (52%) de los hogares del distrito de Barranco cumplen con el indicador 3 árboles por hogar. No obstante, el 22% no logran visualizar ningún árbol establecido y alrededor del 26% pueden visualizar de 1 a 2 árboles desde sus hogares.

En ese sentido, en la Figura 28 se pueden ubicar los hogares que pueden visualizar de ningún a 1, 2 a 3 árboles establecidos dentro de cada zona, identificando así, las áreas del distrito que presentan una mayor y menor dotación de arbolado en los espacios públicos (calles, avenidas, jirones, entre otros).



LEYENDA	
Cantidad de árboles que se puede visualizar por terreno	<ul style="list-style-type: none"> <li>1</li> <li>2</li> <li>3</li> <li>0</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Árboles establecidos</li> <li>Áreas Verdes</li> <li>Zonas de Barranco</li> </ul>

Mapa del Indicador Árboles por Hogar			
	<b>AUTOR:</b>	Bach. Carlos Manyahuilca Gutierrez	
	<b>ASESORA:</b>	Dra. Maria Isabel Manta Nolasco	
	<b>CO ASESORA:</b>	Dra. Taicia Helena Negrin Marques	
	<b>ESCALA:</b>	10 000	<b>FECHA:</b>

Figura 28. Mapa del indicador árbol por hogar

En ese sentido, en la siguiente figura se observa que de las 22 zonas del distrito 3 de ellas (8, 21 y 15) presentan hogares donde en su mayoría no pueden observar por lo menos un árbol establecido.

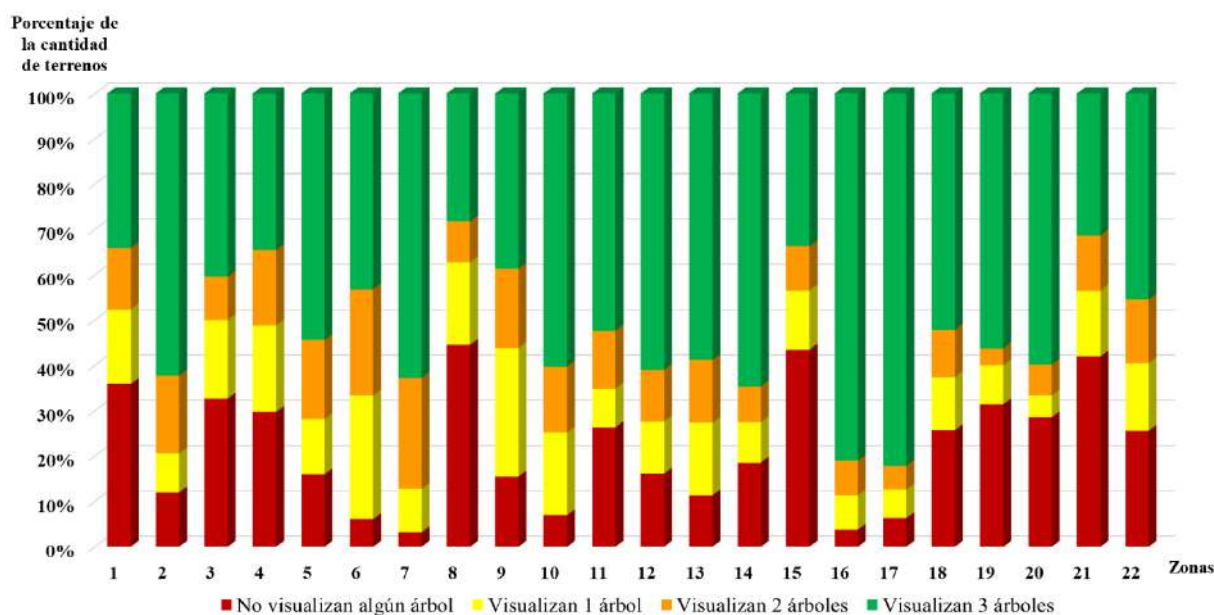


Figura 29. Cantidad de terrenos que visualizan un determinado número de árboles

Esta situación puede deberse a que existe una poca dotación de arbolado en sus calles debido a la pavimentación de estos espacios (Figura 30). Lo cual puede estar relacionado con la propia planificación de la ciudad, pues en mucho de los casos se priorizan elementos hostiles para la forestación tales como: veredas estrechas, tendido eléctrico, caminos no diseñados para la plantación de árboles, entre otros (Duarte et al., 2018).





Figura 30. Situación de las calles de Barranco donde no se visualizan árboles:  
a) Jr. Montero Rosas con Jr. Batalla de Tarapacá (zona 21)  
b) Jr. Bregante con Jr. Unión (zona 15)

La Figura 31 muestra que las zonas 16 y 17 tienen la mayor dotación de arbolado en los espacios públicos, dado que la mayoría de los hogares pueden visualizar 3 árboles. Una de las razones que justifique ello es la presencia de grandes áreas verdes en su interior (Figura 22) afectando el valor de este, pues permite que una mayor cantidad de hogares puedan ver más árboles.



Figura 31. Áreas verdes de mayores dimensiones del distrito de Barranco a) Parque de 14 de enero (zona 16)  
b) Parque Sáenz Peña 1 (zona 17)

El nivel socioeconómico de estas zonas también puede influir en esta situación, dado que pagan mayores impuestos existiendo así una priorización en el mantenimiento de sus áreas verdes (Tang, 2019). Esto puede asegurar la permanencia de los árboles y garantizar una mayor arborización en estos espacios.

Las disparidades en la dotación del arbolado entre la zonas puede encontrarse relacionado a la cultura de las personas, la limitada capacidad financiera de los municipios, al costo de mantenimiento e implementación de los árboles, entre otros.

Ante estas disparidades la permanencia de los individuos arbóreos a un largo plazo puede verse afectada, dado que Lin et al. (2021) encontraron que la dotación desigual del arbolado puede verse reflejada en la diversidad de las especies así como en la estructura de los árboles, lo cual hace que los árboles sean susceptibles a ataques de patógenos y afecte la reposición de los individuos senescentes.

Por último, la calidad de vida de las personas puede verse afectada, dado que el arbolado urbano brinda distintos beneficios ambientales, sociales, económicos entre otros, a favor de quienes viven a su alrededor (Reyes & Gutierrez, 2010).

#### 4.2.2. Árboles por habitante

A nivel distrital, el indicador se encuentra en la categoría de Aceptable garantizando un árbol por cada 6 habitantes, este valor es similar a de la ciudad de Beja, Portugal (1 árbol por cada 6 habitantes) y la ciudad de Bogotá, Colombia ( 1 árbol por cada 5 habitantes) (Fernandes & Carvalho, 2004; Rojas & Mogollón, 2022).

Mediante este indicador se puede visualizar que zonas se encuentran mejor dotadas de árboles respecto de su población y cuáles presentan un déficit. En ese aspecto, en la Figura 32 se puede observar que 3 zonas del distrito de Barranco se encuentran en la categoría “Adecuada” lo cual significa que en estas zonas existe 1 árbol por cada 3 habitantes.

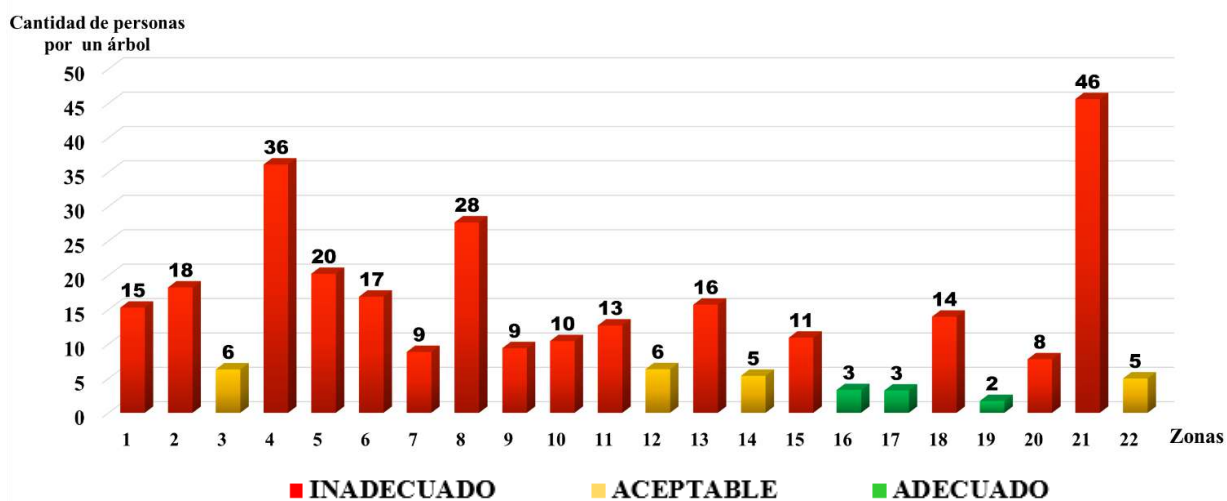


Figura 32. Cantidad de personas por árbol en cada zona

Asimismo, existen 4 zonas que se encuentran en la categoría “Aceptable” la cual representa por lo menos 1 árbol por cada 7 habitantes. A pesar de ello, las otras 15 zonas del distrito

(que representan el 68% de todas las zonas) se encuentran en la categoría “Inadecuada” presentando menos de 1 árbol por cada 7 habitantes.

Existen distintos factores que pueden estar relacionados a esta situación siendo unos de los principales la falta de espacios para arborizar, pues la ciudad de Lima ha venido teniendo un crecimiento urbano sin planificación. Lo cual ha generado que existan calles estrechas, superficies pavimentadas u otras condiciones que no hacen posible que los árboles prosperen.

En el caso particular de Barranco este viene teniendo un crecimiento vertical en algunas zonas producto de la construcción de edificios multifamiliares (Figura 33) aumentando la densidad poblacional en la zona, lo que puede influenciar en el indicador.



Figura 33. Crecimiento vertical en Barranco en la Av. Altamirante Miguel Grau: a) Zona 10 b) Zona 12

Por último, Mejia (2017) menciona otros factores que pueden influir en el valor del indicador tales como: las condiciones climáticas, niveles de contaminación, entre otros. Por lo cual este indicador principalmente brinda una idea de la relevancia del arbolado urbano en las agendas políticas de las ciudades.

### 4.2.3. Densidad de árboles por tramo

En el Anexo 10 se puede observar que solo el 10 % (13) de las calles y avenidas del distrito cumplen con el valor mínimo del indicador (0.2), lo cual significa que existe 0.2 árboles por tramo siendo estas: el Jr. Dromeyer, Jr. de los Deportes, Jr. Mariano de los Santos, Pj. Pedro Salazar, entre otras. Mientras las demás calles y avenidas (95%) se encuentran por debajo de este valor (Figura 35).

El indicador se centra en los árboles ubicados en alcorques de las calles y avenidas los cuales depende de la planificación urbana, uso del suelo, decisiones políticas, característica de la especie, entre otras (Llorens & Anguix, 2014). En ese sentido, se debería tener en cuenta todos estos factores para mejorar los valores del presente indicador y garantizar una dotación del arbolado en las calles y avenidas del distrito.

El alto porcentaje de calles y avenidas que no cumplen con este indicador puede encontrarse relacionado a la falta de conocimiento de los beneficios que los árboles pueden brindar, así como falta de integración de la población en los planes de arborización (Castillo & Armando, 2015). Ello puede generar una desvinculación entre las personas y el arbolado urbano generando condiciones más hostiles para el desarrollo de los árboles ubicados en las calles y avenidas (Figura 34).



Figura 34. Situación de algunos árboles en las calles de Barranco

De la misma manera, esta situación también puede afectar los beneficios que los árboles brindan en estos espacios, por ejemplo, en la captura de CO<sub>2</sub>, filtrar la luz, embellecimiento del paisaje, atenuación del ruido, entre otros. De modo que es importante asegurar su presencia, permanencia, cantidad y calidad (Morcillo, 2014) y contar de esa manera con calles y avenidas arboladas en beneficios de las personas.

Por último, para mejorar las condiciones de los árboles en estos espacios es importante que se dé dentro de los planes de arborización una adecuada selección de especies de acuerdo a sus características y al espacio disponible (Castillo & Pastrana, 2015). Así también, es necesario aplicar un manejo adecuado teniendo en cuenta los diferentes factores que afectan su desarrollo (Hosek, 2019; Mullaney et al., 2015) y de esa manera se eviten problemas futuros y costos mantenimiento innecesarios.

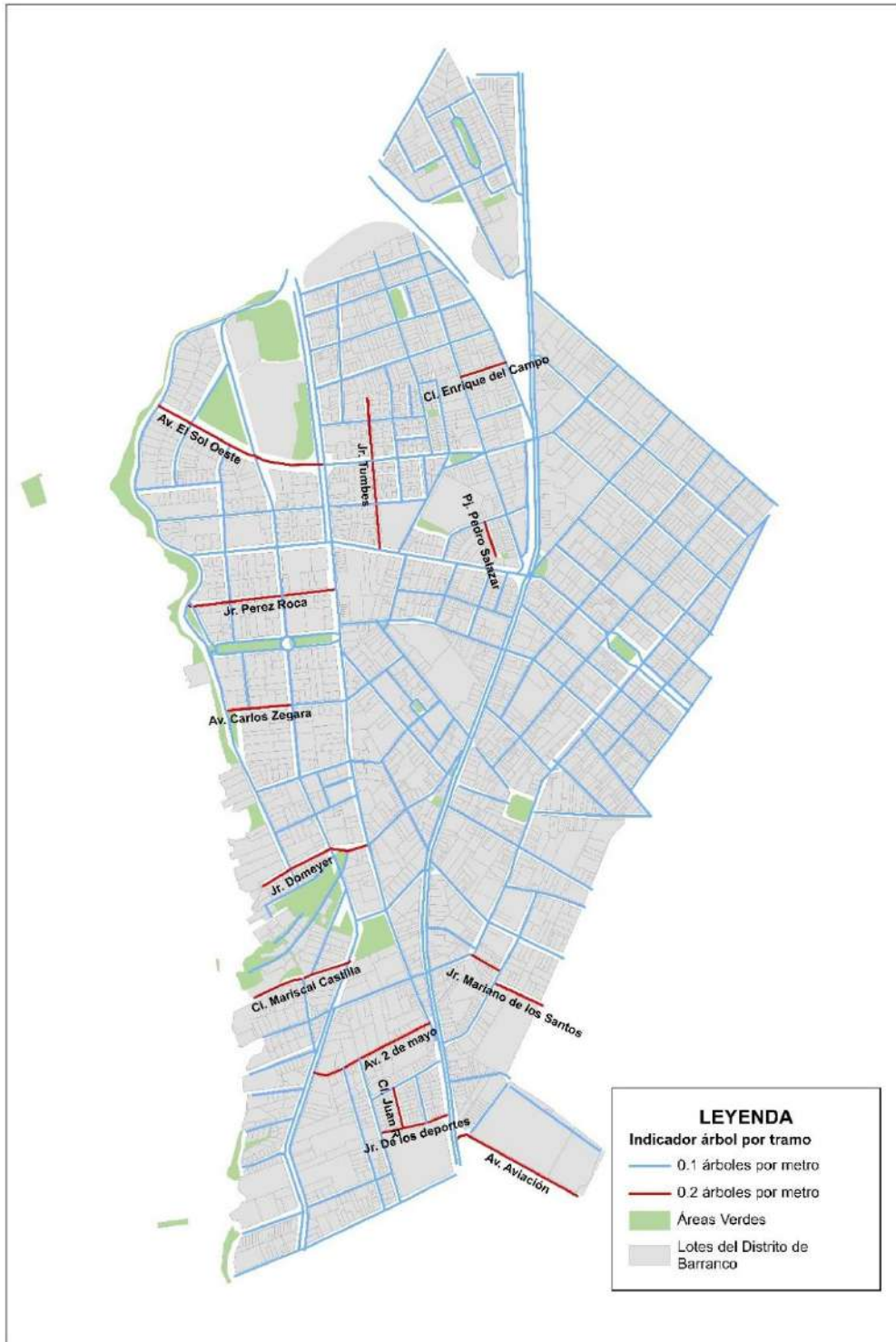


Figura 35. Mapa de la densidad de árboles por tramo

#### 4.2.4. Cobertura arbórea relativa

A nivel distrital el valor de la cobertura arbórea relativa es de 14.7% encontrándose en la categoría de Bajo (con cobertura arbórea existente de 0-25% de la potencial). En la Figura 36 se visualiza que la mayoría de las zonas se encuentran en esta misma categoría, con valores mínimos de 5% y 6.5% de cobertura arbórea relativa. Mientras existe solo dos zonas (14 y 22) que pertenecen a la categoría de Medio (con cobertura de copa existente es 25-50% de la potencial) con valores de 27.1% y 25.9%, siendo aun valores bajos.

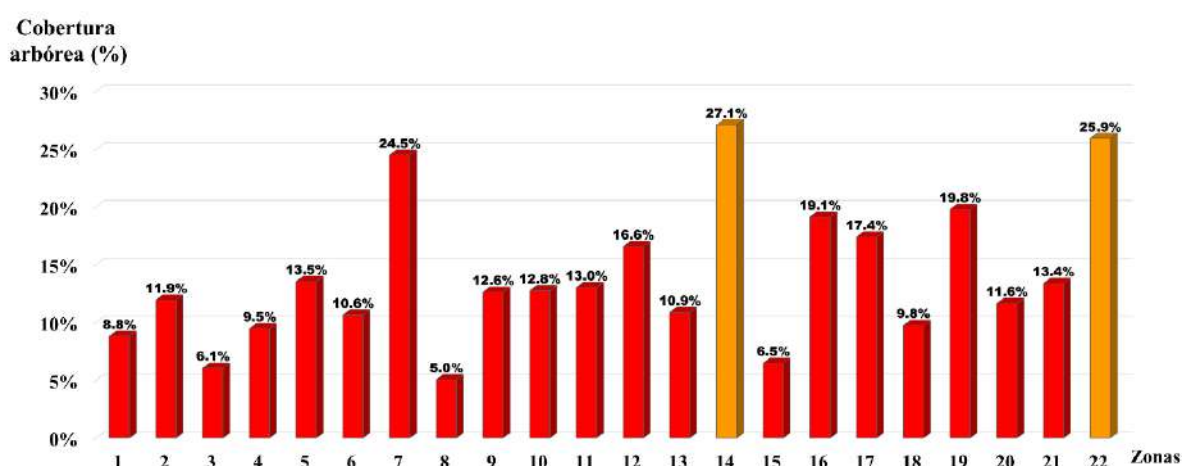


Figura 36. Proporción de la cobertura arbórea relativa por zona

Como se puede observar en la figura las zonas 7, 22 y 14 presentan la mayor cobertura arbórea relativa. En tanto la zona 16 que tiene la mayor cobertura arbórea (Anexo 11) también presenta una mayor cobertura arbórea potencial, por lo cual se encuentra en la categoría de Bajo (19.1%) confirmando lo que menciona Kenney et al. (2011).

Asimismo, estas zonas (7, 22 y 14) no cuentan con la presencia de grandes áreas verdes que aparentemente les permitiría tener una mayor cobertura arbórea relativa. Lo cual demostraría que no es necesario contar con grandes áreas verdes para tener una buena dotación de cobertura arbórea. Por otro lado, la zona 21 presenta la menor área potencial (Figura 37), sin embargo, se encuentra en categoría de Bajo, debiéndose a que sus calles presentan poca dotación de arbolado.





**LEYENDA**

	Áreas Verdes
	Árboles establecidos
	Cobertura arbórea
	Zonas de Barranco

	<b>Mapa del Indicador de Cobertura Arbórea</b>			
	<b>AUTOR:</b>	Bach. Carlos Manyahuilca Gutierrez		
	<b>ASESORA:</b>	Dra. María Isabel Manta Nolasco		
	<b>CO ASESORA:</b>	Dra. Taicia Helena Negrin Marques		
	<b>ESCALA:</b>	10 000	<b>FECHA:</b>	Oct-22

Figura 37. Mapa del indicador de cobertura arbórea

En la Figura 38 se puede ver las calles de una de las zonas que presenta mayor y una de las que presenta la menor cobertura arbórea relativa.



Figura 38. Cobertura arbórea en las calles de Barranco: a) Mayor cobertura (Av. Pedro de Osma en la zona 22) b) Menor cobertura (Pj. Malambito y Pj. Anaya en la zona 8)

En general, la actual situación de la cobertura arbórea en el distrito puede deberse a las malas prácticas de poda, la densidad de las construcciones y el nivel socioeconómico de cada zona (Escobedo et al., 2015). Lo que puede deberse a que el distrito requiera programas para expandir la cobertura arbórea y de esa manera se brinden de manera equitativa sus servicios ecosistémicos (Endreny et al., 2020).

El contar con una cobertura arbórea baja, puede traer consigo problemas en la salud, biodiversidad y confort térmico en las personas; tal como lo demuestra las investigaciones de Arévalo Gómez & Alcántara Boza, (2021); Matlack et al. (2022); Zhou et al. (2022), pues la cobertura arbórea tiene un papel importante en cada una de esas situaciones. Un aspecto final a considerar de la cobertura arbórea es la finalidad que esta pueda tener en la planificación urbana, ya sea por amplitud o la sensación que esta puede brindar como entrada de luz solar o sombra (Tovar, 2017).

Finalmente, la metodología planteada para el análisis de la cobertura arbórea relativa depende principalmente del inventario del arbolado, lo cual permite que el análisis y el cálculo se dé forma ágil, mientras los análisis por medio de teledetección, como el índice NDVI que es muy común su aplicación en este tipo de análisis, la precisión de ello se

encuentra relacionado a la resolución de las imágenes utilizadas para el análisis (Klobucar et al., 2021; Newete et al., 2022).

#### 4.2.5. Abundancia relativa de las principales especies

En la Figura 39 se puede visualizar que el Molle costeño “*Schinus terebinthifolius*”, Ficus benjamina “*Ficus benjamina*”, Ponciana “*Delonix regia*”, Meijo “*Hibiscus tiliaceus*” y Jacaranda “*Jacaranda mimosifolia*”, son las especies que se encuentran en mayor proporción en todo el distrito (las que representan el 62.2%). En tanto las demás especies presentan porcentajes menores al 2% tales como el Palto “*Persea americana*”, Lúcumá “*Pouteria lúcumá*”, Pacae “*Inga edulis*”, entre otras (Anexo 13).

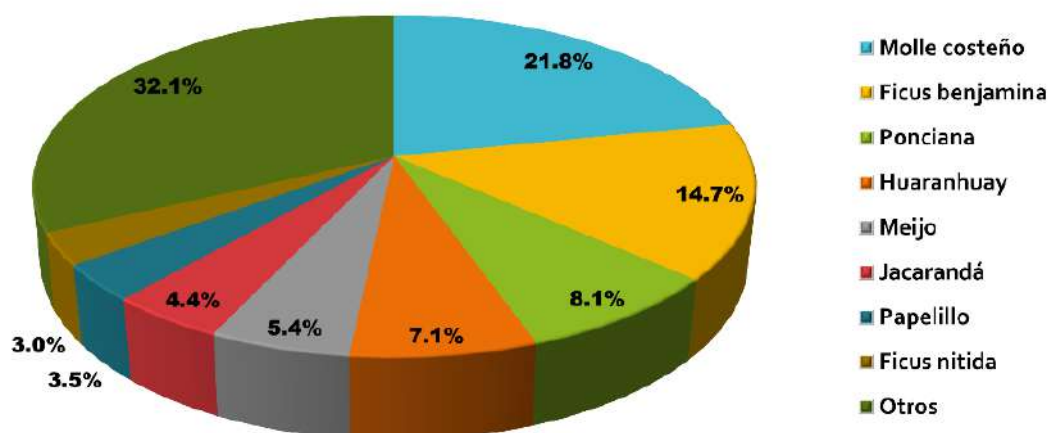


Figura 39. Abundancia relativa de las principales especies arbóreas del distrito de Barranco

#### 4.2.6. Especie más abundante y porcentaje

La especie de Molle costeño “*Schinus terebinthifolius*” es la más abundante a nivel distrital, siendo su valor 22.1%, encontrándose en la categoría de Inadecuado (valores mayores al 15%). Así mismo al evaluar por cada zona se puede observar que la mayoría se encuentran en la misma categoría; siendo las especies más dominantes el Molle costeño “*Schinus terebinthifolius*” y Ficus benjamina “*Ficus benjamina*” con valores que en algunos casos

llegan a ser superiores al 50%. Mientras existen 3 zonas que se encuentran en la categoría de Aceptable (valores entre 10% y 15%).

Tabla 7: Resultados del indicador de la especie más abundante y porcentaje

Zona	Nº de individuos de la especie mas abundante	Especie mas abundante	Nº total de individuos por zona	Indicador
1	24	Molle costeño	131	✘ 18.3%
2	48	Ficus benjamina	159	✘ 30.2%
3	225	Molle costeño	394	✘ 57.1%
4	38	Molle costeño	81	✘ 46.9%
5	63	Molle costeño	146	✘ 43.2%
6	43	Molle costeño	161	✘ 26.7%
7	84	Ficus benjamina	194	✘ 43.3%
8	78	Molle costeño	133	✘ 58.6%
9	51	Ficus benjamina	206	✘ 24.8%
10	44	Ponciana	259	✘ 17.0%
11	39	Ficus benjamina	226	✘ 17.3%
12	72	Ficus benjamina	304	✘ 23.7%
13	28	Huaranhuay	139	✘ 20.1%
14	25	Ficus benjamina	187	⚠ 13.4%
15	44	Escobillón de botella	82	✘ 53.7%
16	209	Molle costeño	907	✘ 23.0%
17	51	Ponciana	350	⚠ 14.6%
18	51	Jacarandá	189	✘ 27.0%
19	59	Ficus nitida	409	⚠ 14.4%
20	38	Molle costeño	175	✘ 21.7%
21	13	Ponciana	19	✘ 68.4%
22	61	Ficus nitida	175	✘ 34.9%
AC	151	Molle costeño	283	✘ 53.4%
CP	226	Meijo	304	✘ 74.3%
<b>Distrito de Barranco</b>	1238	Molle costeño	5613	✘ 22.1%

 ADECUADO
  ACEPTABLE
  INADECUADO

#### 4.2.7. Porcentaje de las 10 especie más abundantes

En la Tabla 8 se puede observar que el valor del indicador para el distrito es de 73.6% encontrándose de esa manera en la categoría de “Inadecuado”, lo cual significaría que no existe una distribución equitativa entre las especies, dado que las especies de mayor abundancia superan el 70%. De igual forma, al realizar el análisis por cada zona del distrito se puede evidenciar que todas las zonas se encuentran en la misma categoría.

Tabla 8: Resultados del indicador porcentaje de las 10 especies más abundantes por zona

Zonas	Indicador
1	✘ 80.9%
2	✘ 97.5%
3	✘ 95.7%
4	✘ 100.0%
5	✘ 97.3%
6	✘ 89.4%
7	✘ 97.9%
8	✘ 94.0%
9	✘ 81.6%
10	✘ 74.1%
11	✘ 75.7%
12	✘ 78.0%
13	✘ 92.8%
14	✘ 79.1%
15	✘ 100.0%
16	✘ 72.4%
17	✘ 75.4%
18	✘ 89.4%
19	✘ 75.1%
20	✘ 78.9%
21	✘ 100.0%
22	✘ 81.1%
AC	✘ 100.0%
CP	✘ 100.0%
<b>Distrito de Barranco</b>	✘ 73.6%

 ADECUADO 
  ACEPTABLE 
  INADECUADO

El análisis de estos tres indicadores relacionados a la biodiversidad muestra que existe una poca diversidad de las especies arbóreas dentro del distrito de Barranco, pues existe de 1 a 2 especies que predominan sobre las otras.

La poca diversidad de especies en las ciudades, según Sanders (1981), se debe a que los árboles ubicados en las calles se ven eliminados por distintos motivos (especies indeseables o no viables) y por lo general son reemplazados por un número menor de especies deseadas, generando la dominancia de pocas especies. Tales podrían ser el caso del Molle costeño “*Schinus terebinthifolius*” y Ficus benjamina “*Ficus benjamina*” que son las especies con mayor abundancia en el distrito de Barranco (Figura 39).

De acuerdo a Manta et al. (2015) el tener áreas de cultivos monoespecíficos aumenta la ocurrencia de insectos perjudiciales y enfermedades potenciales. En ese sentido, debería existir una diversidad interespecífica e intergenérica a manera que se proteja al arbolado urbano de los desastres relacionados al ataque de plagas y enfermedades (Santomur, 1999).

En ese aspecto, es importante que se priorice dentro de los planes de arborización la incorporación de otras especies a fin de aumentar la biodiversidad y contrarrestar aun largo plazo los problemas a futuro, que puedan implicar pérdida de árboles y problemas ambientales.

Otro punto que considerar es la incorporación de especies exóticas en las ciudades, debido a que en algunos casos no se los considera ya sea por las características invasivas de algunas o la creencia de que las especies nativas se adecuan mejor a las condiciones edafoclimáticas del lugar.

Sin embargo, al encontrarnos en un medio artificial como son las ciudades las especies exóticas no corren el riesgo de desplazar a la flora nativa, ni de propagarse y únicamente se relacionan la fauna local tal como indica Galindo-Bianconi & Victoria-Urbe (2012). En algunos casos las especies exóticas pueden adecuarse mejor a las condiciones urbanas ya sea

por el nivel de contaminación, espacio disponible, condiciones del suelo, demanda hídrica, entre otros.

En ese aspecto, es importante considerar la ubicación geográfica, tipo de suelo y la capacidad adaptativa de cada especie al momento de ser seleccionadas (Saavedra-Romero et al., 2019; Wania et al., 2006); para el caso de la ciudad de Lima, que se ubica en un desierto costero, es importante considerar las condiciones climáticas, de manera que se deberían priorizar especies que tengan menor demanda hídrica.

Para finalizar, Fuller et al. (2007) encontró que la diversidad de especies dentro de las áreas verdes en las ciudades contribuyen en el bienestar de las personas, de manera que se demuestra que la diversidad de especies arbóreas no solo permite evitar problemas ambientales si no traen distintos beneficios a las personas en las ciudades.



Figura 40. Arboleda de Molle Serrano (Parque La Familia)

#### 4.2.8. Distribución diamétrica ideal de Richards

Se puede observar (Figura 41) que la distribución diamétrica se asemeja a la distribución de Richards, en donde la mayoría de los individuos se encuentran concentrados en los diámetros menores.

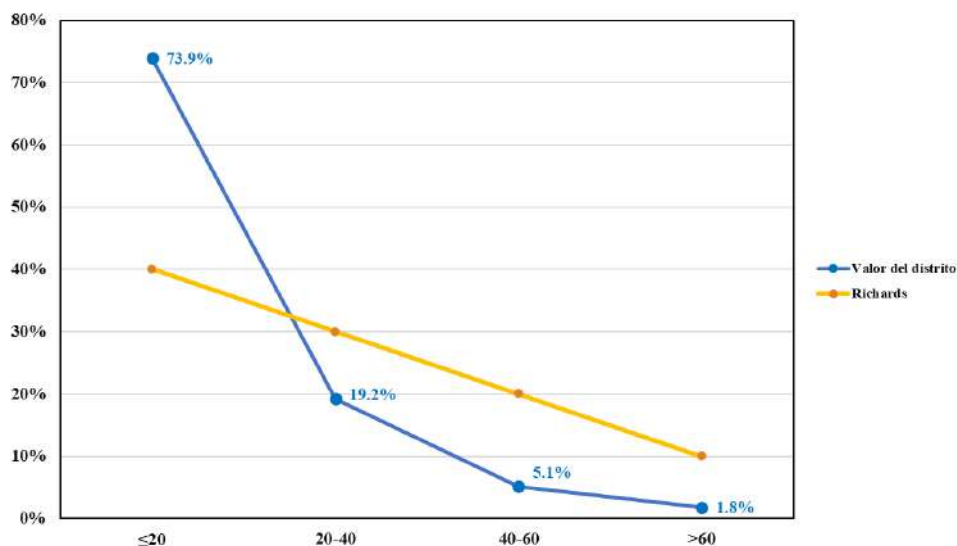


Figura 41. Representación de la curva ideal de Richards con respecto a los árboles del distrito de Barranco

Esta tendencia garantizará una dotación de árboles maduros a futuro, lo cual se encuentra relacionado con los servicios ecosistémicos de captura de carbono, pues los árboles jóvenes en su etapa de crecimiento pueden tener una mayor tasa de captura de dióxido de carbono, con la finalidad de aumentar en tamaño y biomasa (Pantoja, 2019).

Así también, es importante garantizar que los árboles en estadio juvenil lleguen al estadio adulto, ya que según McPherson et al. (1997) los árboles sanos en este estadio pueden eliminar de 60 a 70 veces más contaminantes que los árboles pequeños debido a su superficie foliar, siendo importante ello para mejorar la calidad del aire.



En el caso de los árboles senescentes se busca que sean de menor proporción, dado que los costos de mantenimiento pueden llegar a superar los beneficios que el árbol en ese estadio puede brindar. Sin embargo, estos árboles pueden tener valores patrimoniales y ecológicos que justifiquen su conservación (Vogt et al., 2015).

En general, se tiene que mantener la proporción de la curva de Richards a manera de asegurar la permanencia del arbolado en el futuro, así también contar con estrategias que permitan que los árboles juveniles lleguen a su estadio adulto y dar un mayor seguimiento a los árboles en estadio senescentes.

#### **4.3. Línea base**

En la Tabla 9 se presenta la línea base (primer diagnóstico de la situación actual de las áreas verdes y arbolado urbano) del distrito de Barranco, la cual servirá para la evaluación continua del verde urbano a través de la comparación con los datos de los próximos inventarios.

En ese aspecto, se debería realizar acciones centradas principalmente en aumentar la dotación del arbolado urbano y cobertura arbórea en los espacios públicos teniendo en cuenta la diversidad de especies arbóreas y estrategias que permitan compensar la disparidad en la dotación de las áreas verdes. De manera que la línea base permitirá a las autoridades municipales verificar a futuro si las acciones implementadas, mejoraron la situación actual de las áreas verdes y arbolado urbano en beneficio de las personas del distrito.

Tabla 9: Línea base

<b>INDICADORES RELACIONADOS AL ARBOLADO URBANO</b>	<b>VALOR DISTRITAL ACTUAL</b>	<b>INDICADORES RELACIONADOS AL ÁREAS VERDES</b>	<b>VALOR DISTRITAL ACTUAL</b>
Árbol por hogar	Hogares que no ven algún árbol: 22% Hogares que ven de 1 a 2 árboles: 26% Hogares que ven 3 árboles: 52%	Superficie total de áreas verdes (CA)	10.89 ha
Cobertura arbórea relativa	14.7%	Porcentaje de la superficie total de áreas verdes (PLAND)	3.98 %
Especie más abundante porcentaje	22.1% Molle costeño “Schinus terebinthifolius”	Número de áreas verdes (NP)	46
Porcentaje de las 10 especies más abundantes	73.6%	Índice del fragmento más grande (LPI)	0.71 %
Distribución diamétrica de Richards	≤20: 73.9% 20-40 cm: 19.2% 40-60 cm: 5.1% >60: 1.8%	Índice del vecino más cercano (NNR)	53.2 m
		Accesibilidad a las áreas verdes	No acceden: 21.1% Acceden por lo menos una área verde: 78.9%
		Área verde por habitante	9.7 m <sup>2</sup>

#### **4.4. Análisis y selección**

Luego del cálculo y análisis de los resultados de cada indicador se encontró que permitieron tener una información más detallada de la distribución, accesibilidad y características de las áreas verdes y arbolado urbano. Sin embargo, la utilización y cálculo de algunos de estos puede ser compleja, dado que demandaría una mayor capacitación al personal para el análisis e interpretación de los indicadores. Lo cual en muchos de los casos no llega ser viable debido a la limitada capacidad técnica y financiera que presentan las distintas municipalidades (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016, 2021).

Tal es el caso de los indicadores relacionados a las métricas del paisaje pues se encuentran muy relacionados entre sí, para los análisis correspondientes. Por ello se requeriría una mayor capacidad técnica para el cálculo e interpretación de estos, resultando complejo su comprensión por parte de las autoridades y ciudadanos. Asimismo, estos podrían ser reemplazados por el indicador de accesibilidad, pues este permite evaluar la distribución de las áreas verdes a través de los buffers.

Por lo cual, varios de estos indicadores pueden ser considerados en otros instrumentos tal como en los planes de manejo de las áreas verdes, en donde también se podrían considerar otros factores como la calidad, sistemas de riego, entre otros.

Así también, se encontró que existen indicadores que pueden ser simplificados por otros, por ejemplo, los indicadores Árboles por habitante y Densidad de árboles por tramo, que pueden ser reemplazados por el indicador Árboles por hogar. Eso se debe a que este indicador busca que exista una distribución y dotación equitativa del arbolado dentro de los espacios públicos, en función de la cantidad de árboles que se puede observar por hogar.

En cuanto a los indicadores de diversidad (Abundancia relativa de la principales especies, Especies más abundantes y Porcentaje de las 10 especies más abundantes) y estructura del arbolado (distribución diamétrica) pueden ser complementados con otros indicadores. Tales como los planteados en el Plan director del arbolado viario de la ciudad de Madrid

(Ayuntamiento de Madrid, 2019), los cuales en conjunto pueden ser considerados en los planes de manejo del arbolado urbano y de esa manera mejorar su gestión.

Por consiguiente, se seleccionó a la Regla 3-30-300 porque plantea tres indicadores capaces de describir la situación actual del verde urbano a través de la distribución del arbolado urbano, cobertura arbórea en los espacios públicos y accesibilidad de las personas a las áreas verdes, haciendo más fácil su comprensión para las autoridades municipales y ciudadanos. A su vez, este conjunto de indicadores mostró ser versátil en su adaptación a la realidad de la ciudad de Lima permitiendo plantear una metodología de fácil cálculo y análisis.

En la Tabla 10 se presentan los indicadores analizados en la presente investigación y se muestra los indicadores de la Regla 3-30-300 planteada por Konijnendijk (2022).

Tabla 10: Simplificación de los indicadores

<b>Tipo</b>	<b>Indicador</b>	<b>Regla 3-30-300</b>
Indicadores del arbolado urbano	Árboles por habitante	(3) Árboles por hogar
	Densidad de árboles por tramo	
	Indicador 3 árboles por hogar	
	Cobertura arbórea relativa	(30) Cobertura Arbórea
	Abundancia relativa de las principales especies	
	Especie más abundante y porcentaje	
	Porcentaje de las 10 especie más abundantes	
Distribución diamétrica ideal de Richards		
Indicadores de las áreas verdes	Superficie total de áreas verdes	(300) Accesibilidad a las áreas verdes
	Porcentaje de la superficie total de áreas verdes	
	Número de áreas verdes	
	Índice del fragmento más grande	
	Índice del vecino más cercano	
	Accesibilidad de las áreas verdes	
Indicador de áreas verdes por habitante		

En base al análisis anterior se planteó una secuencia (Figura 42) para la evaluación del verde urbano en función de las características y calidad de las áreas verdes y arbolado urbano, con la finalidad contribuir en la mejora de la gestión y situación actual de ambos elementos urbanos.



Figura 42. Secuencia para la evaluación del verde urbano

Se propone que lo mínimo que se podría evaluar son los indicadores de la Regla 3-30-300, dado que estos brindan criterios mínimos sobre los cuales se podrán definir metas y acciones para la mejora de la oferta y distribución de las áreas verdes y arbolado urbano en la ciudad.

Lo siguiente que se podría evaluar son las características de las áreas verdes y arbolado urbano a manera que se complementen a los indicadores de la Regla 3-30-300, como por ejemplo los indicadores de diversidad y estructura del arbolado, que pueden complementar a los indicadores de árbol por hogar y cobertura arbórea, garantizando la permanencia de los individuos arbóreos en un largo tiempo.

En caso se cuente con un mayor presupuesto se podría evaluar la calidad de ambos elementos urbanos, en donde se considere las condiciones de las áreas verdes (vegetación, infraestructuras, limpieza, entre otros) y en cuanto al arbolado se evalué el estado fitosanitario, físico, entre otros. Todo ello podría garantizar que se brinden eficientemente y

se maximice los beneficios asociados a estos espacios. Por último, todos estos indicadores, deberían ser considerados en los planes de manejo de las áreas verdes y arbolado urbano.

#### **4.5. Homogenización de los indicadores de la Regla 3-30-300**

La identificación de las zonas con mayor demanda y oferta de áreas verdes y arbolado urbano se realizó por medio de la homogenización de los resultados, dado que cada indicador presenta distintas unidades de medida. En ese aspecto, el indicador árbol por hogar se encuentra en función de la cantidad de hogares que pueden ver un determinado número de árboles (0, 1, 2 y 3), mientras el de cobertura arbórea relativa se encuentra de acuerdo al porcentaje de cobertura arbórea existente por zona y el indicador de accesibilidad en función de la cantidad de personas que acceden a un determinado número de área verde (0, 1, 2, 3, 4, 5 y 6).

De esa manera la homogenización consistió en el desarrollo de un sistema de puntuación en base al análisis de la demanda de cada indicador, propuesta por esta investigación, donde las zonas que presentan un mayor puntaje son las que presentan una mayor demanda.

##### **a. Arbolado urbano**

El análisis de la demanda del arbolado se realizó por un sistema de puntuación del indicador árboles por hogar, la cual consistió en clasificar en 4 categorías los resultados de acuerdo a la cantidad de hogares que pueden ver de ninguno a 1, 2 y 3 árboles por zona en porcentaje (Anexo 7).

Luego se le designó a cada categoría un valor de acuerdo a la cantidad de árboles que podían observar, dándole el valor de “3” a los hogares que no veían ningún árbol, “2” a los hogares que podían ver al menos 1 árbol y “1” a los hogares que podían ver 2 árboles, en cuanto a los hogares que podían ver 3 árboles no se le consideró en el análisis (Anexo 8), debido a que ya cumplían con el indicador.

De manera posterior, se multiplicó a cada categoría con el valor designado de acuerdo al número de árboles que se pueden ver por hogar. Finalmente, esa ponderación procedió a ser sumada teniendo así una puntuación final por zona en donde las que tenían un mayor puntaje, son las que presentan una mayor demanda de dotación de arbolado (Anexo 9).

#### **b. Cobertura arbórea**

En cuanto al indicador de cobertura arbórea relativa, se procedió a calcular el porcentaje de la cobertura que sea diferente a la arbórea (avenidas, calles, áreas con césped, entre otras) (Anexo 14) siendo este el valor de la puntuación para este indicador.

#### **c. Accesibilidad a las áreas verdes**

La puntuación de la accesibilidad, se realizó calculando el porcentaje de personas que no acceden a alguna área verde por zona siendo este el valor de la puntuación final utilizada para el análisis final.

### **4.6. Análisis final**

El análisis final consistió en hacer la suma de la puntuación final de cada indicador, teniendo así, una puntuación por zona que permitió ubicar las zonas que tienen una mayor demanda y oferta de áreas verdes y arbolado urbano.

A continuación, en la Figura 43 se muestra un esquema general de la metodología para la identificación de las zonas con mayor oferta y demanda de áreas verdes y arbolado urbano.

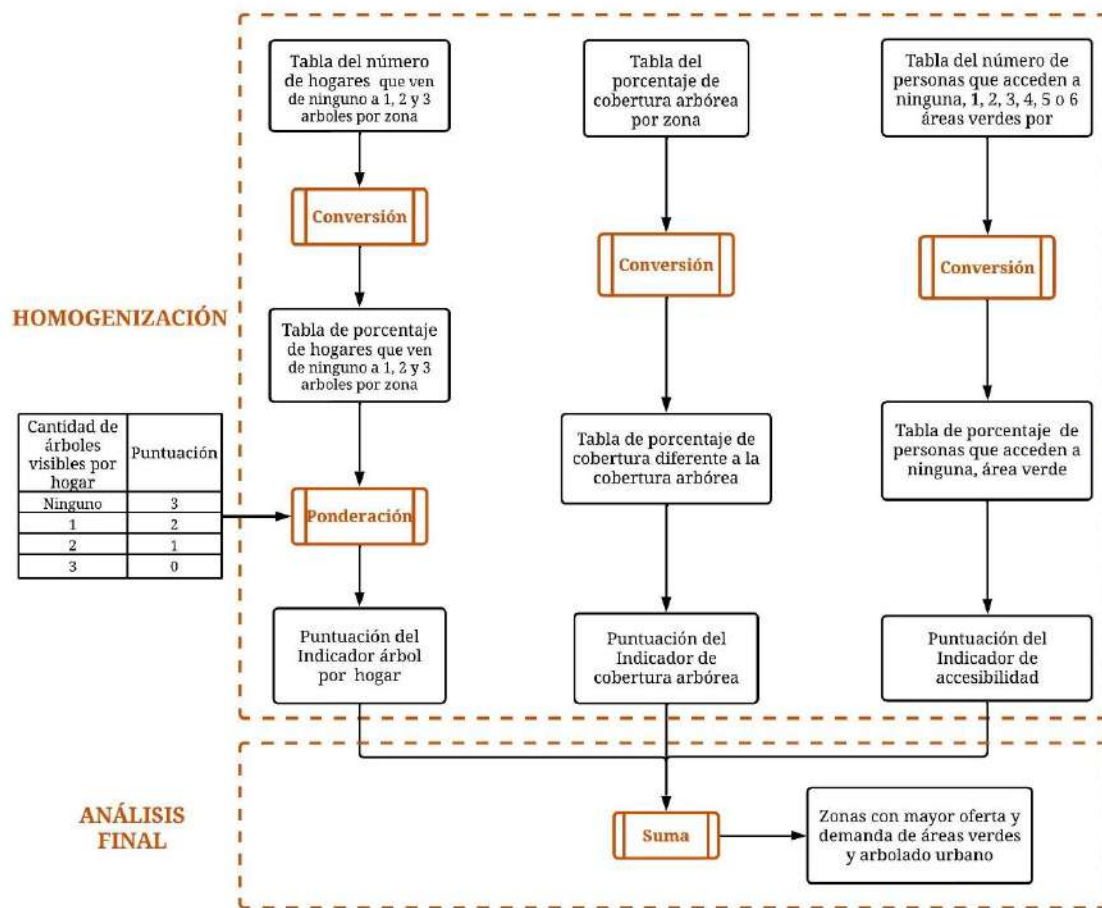


Figura 43. Esquema general de la identificación de las zonas con mayor oferta y demanda de áreas verdes y arbolado urbano



#### 4.7. Zonas con mayor oferta y demanda de áreas verdes y arbolado urbano

En la Tabla 11 se muestra la puntuación final de cada indicador por zona en donde se identificó por medio del análisis final las zonas con mayor demanda (mayor puntaje) y mayor oferta (menor puntaje) de áreas verdes y arbolado urbano.

Tabla 11: Puntuación y Análisis Final

<b>3</b>		<b>30</b>		<b>300</b>		<b>Zona</b>	<b>Análisis final</b>
Árbol por hogar		Cobertura arbórea		Accesibilidad a las áreas verdes			
<b>Zona</b>	<b>Valor</b>	<b>Zona</b>	<b>Valor</b>	<b>Zona</b>	<b>Valor</b>		
<b>8</b>	1.79	<b>8</b>	0.95	<b>3</b>	0.81	<b>8</b>	3.39
<b>3</b>	1.42	<b>15</b>	0.94	<b>1</b>	0.68	<b>3</b>	3.17
<b>1</b>	1.54	<b>3</b>	0.94	<b>8</b>	0.65	<b>1</b>	3.14
<b>21</b>	1.67	<b>4</b>	0.91	<b>2</b>	0.52	<b>21</b>	3.05
<b>15</b>	1.66	<b>1</b>	0.91	<b>21</b>	0.51	<b>15</b>	2.60
<b>4</b>	1.44	<b>18</b>	0.9	<b>7</b>	0.42	<b>4</b>	2.57
<b>20</b>	1.02	<b>13</b>	0.89	<b>20</b>	0.34	<b>20</b>	2.24
<b>2</b>	0.7	<b>6</b>	0.89	<b>4</b>	0.23	<b>2</b>	2.11
<b>9</b>	1.21	<b>20</b>	0.88	<b>5</b>	0.12	<b>9</b>	2.08
<b>18</b>	1.11	<b>2</b>	0.88	<b>13</b>	0.10	<b>11</b>	2.02
<b>19</b>	1.15	<b>21</b>	0.87	<b>11</b>	0.06	<b>18</b>	2.01
<b>11</b>	1.09	<b>11</b>	0.87	<b>6</b>	0.04	<b>19</b>	1.95
<b>22</b>	1.21	<b>10</b>	0.87	<b>9</b>	0.00	<b>22</b>	1.95
<b>6</b>	0.96	<b>9</b>	0.87	<b>10</b>	0.00	<b>6</b>	1.89
<b>5</b>	0.9	<b>5</b>	0.86	<b>12</b>	0.00	<b>5</b>	1.88
<b>13</b>	0.8	<b>17</b>	0.83	<b>14</b>	0.00	<b>13</b>	1.79
<b>7</b>	0.53	<b>12</b>	0.83	<b>15</b>	0.00	<b>7</b>	1.71
<b>12</b>	0.83	<b>16</b>	0.81	<b>16</b>	0.00	<b>12</b>	1.66
<b>10</b>	0.72	<b>19</b>	0.8	<b>17</b>	0.00	<b>10</b>	1.59
<b>14</b>	0.81	<b>7</b>	0.76	<b>18</b>	0.00	<b>14</b>	1.54
<b>17</b>	0.37	<b>22</b>	0.74	<b>19</b>	0.00	<b>17</b>	1.19
<b>16</b>	0.34	<b>14</b>	0.73	<b>22</b>	0.00	<b>16</b>	1.15

El análisis propiamente del indicador árbol por hogar muestra una deficiencia en la dotación del arbolado urbano en los espacios públicos, siendo las zonas 8, 3 y 1 las que presentan una mayor demanda. En ese sentido, se debería desarrollar planes de arborizaciones en las ciudades orientadas a las necesidades de las personas, la relación beneficios/costos y la

integración de los ciudadanos (Nowak et al., 1997), a fin de que todas estas acciones prosperen y permitan cumplir con el indicador.

Ante los valores bajos de cobertura arbórea en el distrito, se debe buscar que en los planes de manejo de arbolado u otros instrumentos se permita que los árboles lleguen a desarrollar una mayor cobertura arbórea y de esa manera se maximice los beneficios asociados a ellos, como los que mencionan Cardelino & Chameides (1990); Nowak et al. (1997).

El análisis de la accesibilidad permitió identificar que 5 zonas (1, 3, 8, 21 y 2) presentan la mayor población que no accede a alguna área verde. Ello permitirá a los planificadores del distrito mejorar el uso del suelo urbano, centrando las acciones en mejorar la accesibilidad y el uso eficiente de las áreas verdes (Ergen, 2021).

El análisis final relacionó los 3 indicadores identificando las zonas menos favorecidas en el distrito en función a la cantidad de arbolado, cobertura arbórea y la accesibilidad a las áreas verdes del distrito.

En ese aspecto, se observa que las zonas 8, 3, 1 y 21 son las que presentan la mayor demanda de áreas verdes y arbolado urbano en todo el distrito, debido a que la mayoría de las personas que habitan esas zonas presentan una menor dotación de arbolado, cobertura arbórea y accesibilidad a las áreas verdes. En contraste, se tiene a las zonas 16 y 17 como las mejores zonas en cuanto a las variables evaluadas.

En la Figura 44 se puede observar 3 zonas de las cuales una presenta la mayor demanda (zona 3), otra la mayor oferta (zona 16) y una que presenta un puntaje medio (zona 6).



Figura 44. Zonas de Barranco con mayor oferta y demanda de áreas verdes y arbolado urbano: a) Av. Prolongación el Sol y Jr. Aurelio Souza (zona 3), b) Jr. Ignacio Mariátegui y Jr. Lima (zona 6), c) Av. Sol Oeste y Av. General José de San Martín (zona 16)

En el análisis por zonas se llega a identificar que la zona 1 y 3, a pesar de que no presentan la mayor cantidad de arbolado, la mayoría de las personas que habitan en esas zonas tampoco llegan a acceder a ninguna área verde del distrito. Mientras que la zona 2 que se encuentra dentro de las 4 zonas que presentan una mayor demanda de áreas verdes, esta sí presenta una dotación de arbolado y cobertura arbórea, lo cual podría compensar esta deficiencia de áreas verdes.

En tanto la zona 15 pese a ser accesible de 3 a 4 áreas verdes, esta se encuentra dentro de las 5 zonas que requieren más áreas verdes o arbolado urbano, lo cual se debe a la poca dotación de arbolado y cobertura arbórea en sus calles.

En la Figura 45 se muestra la distribución de las zonas que presentan una mayor oferta y demanda de áreas verdes y arbolado urbano, identificando que las zonas más cerca de la periferia del distrito son las que presenta una mayor demanda.

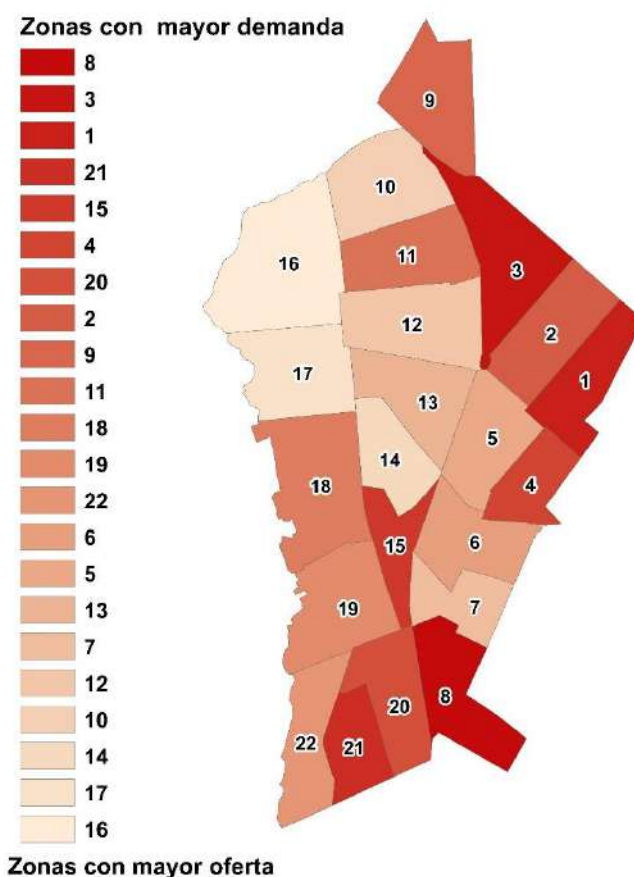


Figura 45. Mapa de la clasificación y distribución de las zonas con mayor oferta y demanda de áreas verdes y arbolado urbano

En general el hecho que algunas zonas del distrito de Barranco presentan una mayor demanda de áreas verdes y arbolado urbano, puede estar relacionado a la misma planificación urbana. Por lo cual en algunos casos se tendría que desarrollar otras estrategias

tales como la implementación techos verdes y jardines verticales, principalmente por el espacio disponible. Sin embargo, estos no brindan los mismos beneficios que la implementación de árboles tal como fue evaluado por Xi et al. (2022), quien encontró que los árboles pueden reducir mejor la temperatura del aire ante otras estrategias como techos verdes y cinturón de protección.

En este aspecto, las autoridades municipales deben gestionar y priorizar la implementación de los árboles dado que, según Baró et al. (2019), los árboles en las calles pueden ser una estrategia importante para ciudades compactas que presenten una distribución desigual de sus áreas verdes así como de los servicios ecosistémicos que brindan.

Si bien los espacios arbolados influyen en la calidad de vida de las personas estos espacios también tienen influencia positiva en la avifauna, pues en el estudio realizado por Fernández-Juricic (2000), se encontró que el mayor número de especies de aves se encontraba en áreas con mayor vegetación, mientras este valor iba disminuyendo en espacios sin vegetación, siendo las calles arboladas corredores para estas especies.

Es importante considerar antes de enverdecer las ciudades las limitaciones que esta acción implica y las estrategias que otras ciudades han desarrollado en temas relacionados como arboricultura, silvicultura urbana, planificación, geografía urbanas, sistemas de riego, entre otros, con la finalidad de garantizar que este proceso sea sostenible en el tiempo.

Los resultados obtenidos en base de la Regla 3-30-300 en conjunto muestra ser un método de fácil análisis y sencillo poder comunicativo para los gestores públicos y la personas. Así también, permitió identificar las zonas con mayor demanda y oferta de acuerdo a la distribución del arbolado urbano y la accesibilidad de las áreas verdes.

No obstante, la Regla 3-30-300 presenta algunas limitaciones, siendo una de las primeras la necesidad de adaptar la regla a las condiciones climáticas y diseño urbano de cada ciudad. En ese sentido, su adaptación a las condiciones de una ciudad sin planificación urbana y

ubicada en un desierto costero, que se caracteriza por pocas precipitaciones y escasa vegetación debe ser tomada con cautela.

En cuanto a la segunda limitación, se basa en las distintas unidades que se encuentra cada indicador siendo importante realizar la homogenización de los resultados para la identificación de las zonas con mayor demanda. Ello se debe básicamente a la disponibilidad y accesibilidad de información que manejan las distintas municipalidades en las ciudades, dado que solo se tiene la información de la cantidad de personas por bloque y no por terreno.

#### **4.8. Hoja de ruta**

Luego de la selección y análisis de la Regla 3-30-300 se procedió realizar la hoja de ruta, a manera que permita a la Municipalidad de Barranco aplicar la regla luego de la actualización del Inventario de áreas verdes y arbolado urbano. Este instrumento también puede ser adoptado por alguna otra municipalidad que desee contribuir en la mejora de la calidad de vida de las personas que viven en su jurisdicción, en base de brindar una distribución equitativa de las áreas verdes y arbolado urbano.

# HOJA DE RUTA

para la aplicación de la regla 3-30-300 y contribuir con el objetivo 11.7 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

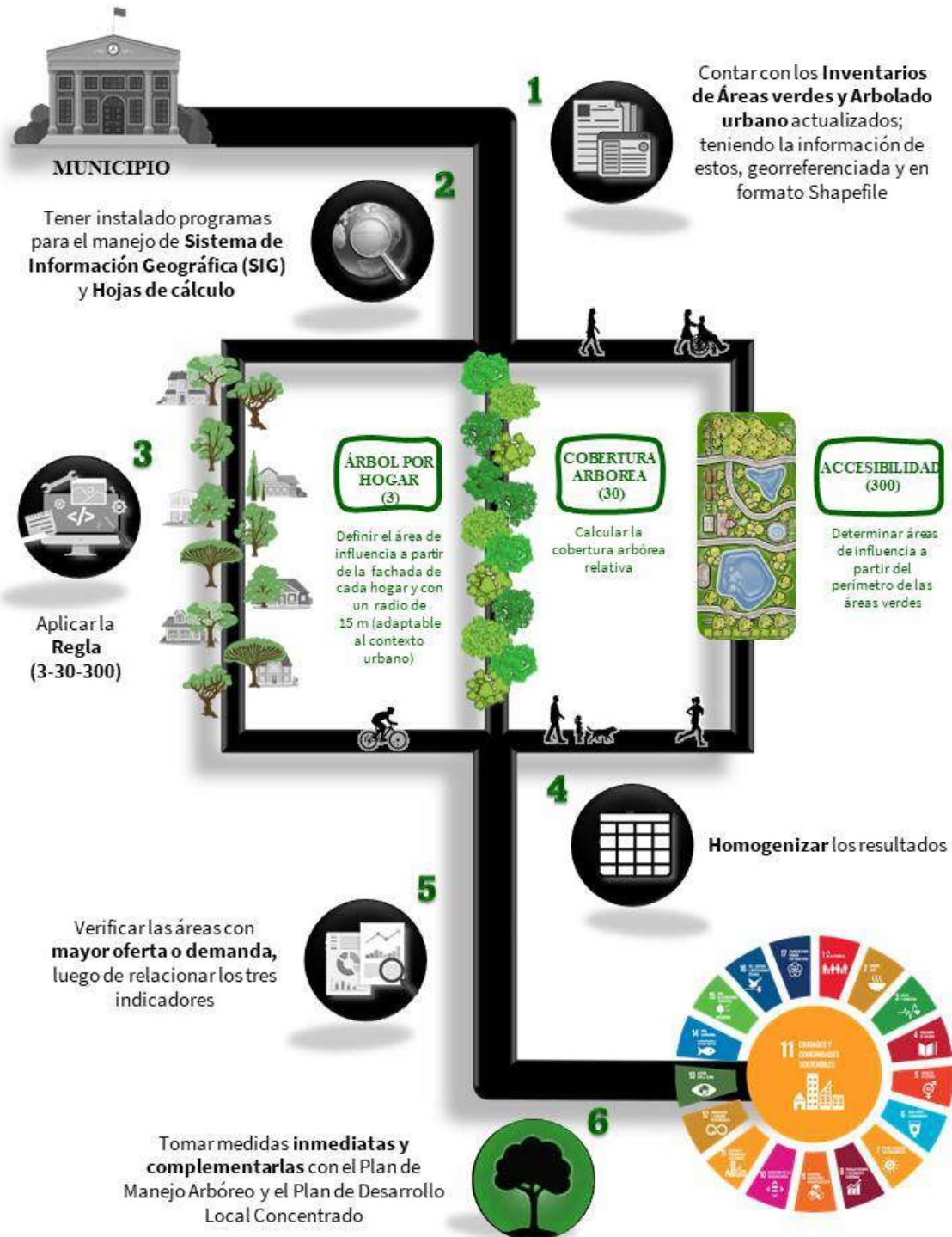


Figura 46. Hoja de ruta

## V. CONCLUSIONES

1. Los indicadores evaluados permitieron realizar la línea base para el distrito de Barranco, que podrá verificar el impacto de las acciones implementadas a través la evaluación continua de la situación de las áreas verdes y arbolado urbano.
2. La evaluación de la distribución del arbolado y de la accesibilidad a las áreas verdes fueron realizadas en base de un conjunto amplio de indicadores que permitieron validar a la Regla 3-30-300, como una alternativa ágil, bajo costo y con poca demanda de capacitaciones, que conforma una primera hoja de ruta para el monitoreo constante del verde urbano en el distrito de Barranco con potencial replica a otras municipalidades.
3. La Regla 3-30-300 mostró ser un instrumento clave para tener ciudades más verdes, permitiendo identificar las zonas con mayor oferta y demanda de áreas verdes y arbolado urbano dentro del distrito de Barranco. Así también, se encontraron brechas en cuanto a las unidades de medida de cada indicador.
4. Existen varios distritos de Lima que no cuentan con los Inventarios de áreas verdes y arbolado urbano, mientras los que sí cuentan en su mayoría no son correctamente levantadas, lo cual podrá influenciar los resultados de cada indicador una vez que la herramienta presentada sea replicada.
5. El crecimiento urbano no planificado en el distrito de Barranco, ha resultado en una trama urbana poco homogénea, con calles estrechas y terrenos de distintos tamaños. Lo cual es un reto para el análisis de algunos indicadores y para las estrategias de plantación de árboles e instalación de áreas verdes dentro de la ciudad.



## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se requiere la elaboración de planes y ordenanzas para garantizar el buen mantenimiento y dotación del arbolado y áreas verdes urbanas, teniendo como metas el enfrentamiento de retos sociales, tal como el cambio climático. Así también para garantizar el éxito de la Regla 3-30-300.
- Es necesario realizar capacitaciones relacionados a estos temas a las distintas autoridades municipalidades del distrito, para que esta regla y otros instrumentos de gestión del arbolado y áreas verdes puedan ser considerados para el desarrollo sostenible de las ciudades.
- Se sugiere aplicar esta regla a otros distritos de Lima Metropolitana, con morfologías urbanas y geofísicas distintas al caso de Barranco. A fines de comparar los resultados obtenidos y verificar la adaptabilidad de la herramienta a distintos contextos, contribuyendo para su futura aplicación en ciudades costeras a nivel nacional.
- Si bien se está priorizando la dotación del arbolado urbano, es también importante considerar los otros tipos de vegetación como palmeras y arbustos, por lo cual se podrían evaluar la proporción adecuada y la relación entre estos tipos de vegetación urbana para las condiciones de la ciudad de Lima. A manera de aumentar la biodiversidad y mantener las relaciones interespecíficas entre las especies.
- Luego de la aplicación de la Regla 3-30-300, se pueden incluir monitoreos en diversos temas relacionados como: clima urbano, fauna urbana, calidad del arbolado urbano, islas de calor, la adaptación y mitigación al cambio climático, entre otros.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Akbari, H. (2002). Shade trees reduce building energy use and CO2 emissions from power plants. *Environmental Pollution*, 116(SUPPL. 1), 119–126. Recuperado a partir de [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(01\)00264-0](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00264-0)
- Arévalo Gómez, W. A., & Alcántara Boza, F. A. (2021). Cobertura arbórea y captura de dióxido de carbono en los parques urbanos. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 24(47), 13–18. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.15381/iigeo.v24i47.20638>
- Ayala-Azcárraga, C., Diaz, D., & Zambrano, L. (2019). Characteristics of urban parks and their relation to user well-being. *Landscape and Urban Planning*, 189, 27–35. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2019.04.005>
- Ayuntamiento de Madrid. (2019a). Plan de Infraestructura Verde y Biodiversidad. Madrid. Recuperado a partir de <https://www.laspalmasgc.es/es/la-ciudad/distritos/centro/>
- Ayuntamiento de Madrid. (2019b). Plan Director Del Arbolado Viario de la ciudad de Madrid, 1–137.
- Banco Africano de Desarrollo, (AFDB), Banco Asiático de Desarrollo, (AFDB), Banco Europeo para la Reconstrucción y el Desarrollo, (EBRD), & Banco Interamericano de Desarrollo, B. (2019). Promover Ciudades Sostenibles: Perspectivas Regionales. Manila, Philippines. Recuperado a partir de <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22617/TCS190465-2>

- Bargos Caporusso, D., & Lindon Fonseca, M. (2011). Áreas verdes urbanadas: Um estudo de revisão e prosta conceitual, 2, 172–188
- Baró, F., Calderón-argelich, A., Langemeyer, J., & Connolly, J. J. T. (2019). Under one canopy? Assessing the distributional environmental justice implications of street tree bene fí ts in Barcelona. *Environmental Science and Policy*, 102(June), 54–64. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.08.016>
- Bonilla Vichot, M. M., Crespo Paredes, E., & Medina Bonilla, D. F. (2019). Arbolado urbano. Estudio de caso: Reparto Hermanos Cruz, Pinar del Río, Cuba. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 2(2), 52–60. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.46380/rias.v2i2.49>
- Brien, L. E. O., Urbanek, R. E., & Gregory, J. D. (2022). Urban Forestry & Urban Greening Ecological functions and human benefits of urban forests. *Urban Forestry & Urban Greening*, 75(August), 127707. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2022.127707>
- Cardelino, C. A., & Chameides, W. L. (1990). Natural hydrocarbons, urbanization, and urban ozone. *Journal of Geophysical Research*, 95(D9), 13971. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1029/JD095iD09p13971>
- Castillo, G. (2013). Indicadores ambientales de espacio público en bogotá. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Castillo, L., & Armando, S. (2015). La problemática del diseño con árboles en vías urbanas: “verde con respuntes negros. *Arquitectura y Urbanismo*, 36, 5–24.
- Castillo, L., & Pastrana, J. (2015). Diagnóstico del arbolado viario de El Vedado:

composición, distribución y conflictos con el espacio construido. *Arquitectura y Urbanismo*, 36, 93–118.

Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN). (2022). *Plan Estratégico Nacional al 2050*.

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. (E. Cohen-Shacham, G. Walters, C. Janzen, & S. Maginnis, Eds.), *Nature-based solutions to address global societal challenges*. IUCN International Union for Conservation of Nature. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). *Sistema de planificación urbano de Perú*. Recuperado a partir de <https://plataformaurbana.cepal.org/es/sistemas/planificacion/sistema-de-planificacion-urbano-de-peru>

Del Río Sánchez, J. (2018). El papel del arbolado urbano. *La cultura del árbol*, (Abril 2008), 1–4. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.18356/cb2d945a-es>

Delgado Berrocal, S. (2020). Resistencia urbana, crecimiento de la población y cambio climático. La estructura ecológica y las áreas verdes urbanas asociadas con el río Rímac de Lima. *South Sustainability*, 1–9. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.21142/SS-0101-2020-006>

Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público (DADEP). (2019). *Reporte Técnico de Indicadores de Espacio Público 2019*. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 24(1 PG-77–86), 77–86. Recuperado a partir de <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42564617> NS -

- Duarte, T. E. P. N., Angeoletto, F., Santos, J. W. M. C., Silva, F. F. da, Bohrer, J. F. C., & Massad, L. (2018). Reflexões sobre arborização urbana: desafios a serem superados para o incremento da arborização urbana no Brasil. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 11(1), 327. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2018v11n1p327-341>
- Endreny, T., Sica, F., & Nowak, D. (2020). Tree Cover Is Unevenly Distributed Across Cities Globally, With Lowest Levels Near Highway Pollution Sources, 2(May). Recuperado a partir de <https://doi.org/10.3389/frsc.2020.00016>
- Ergen, M. (2021). Urban Forestry & Urban Greening Using geographical information systems to measure accessibility of green areas in the urban center of Nevşehir, Turkey. *Urban Forestry & Urban Greening*, 62(March), 127160. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127160>
- Escobedo, F. J., Clerici, N., & Staudhammer, C. L. (2015). Urban Forestry & Urban Greening Socio-ecological dynamics and inequality in Bogotá, Colombia's public urban forests and their ecosystem services. *Urban Forestry & Urban Greening*, 14(4), 1040–1053. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.09.011>
- Espinoza Lastra, O. R., Luna Sánchez, A. C., & Velasteguí Córdova, M. E. (2022). The impact of covid-19 confinement on the behavior of young people in the city of Puyo | influencia en el comportamiento en jóvenes de la ciudad de Puyo del confinamiento por COVID-19. *Universidad y Sociedad*, 14, 548–554.
- Federación española de municipios y provincias. (2022). Municipios comprometidos con la biodiversidad. Recuperado a partir de [http://www.femp.es/comunicacion/noticias/municipios-comprometidos-con-la-biodiversidad?fbclid=IwAR33V4MDiA-YXqKQQAm7dXYGE6EL\\_-n3UM8G8Jx6S3M1\\_x6tH1oghnk85nA](http://www.femp.es/comunicacion/noticias/municipios-comprometidos-con-la-biodiversidad?fbclid=IwAR33V4MDiA-YXqKQQAm7dXYGE6EL_-n3UM8G8Jx6S3M1_x6tH1oghnk85nA)

- Fernandes, F. M., & Carvalho, L. M. M. de. (2004). Árboles ornamentales en la ciudad de Beja, Portugal. *Botanica Complutensis*, 28, 85–91.
- Fernández-Juricic, E. (2000). Avifaunal Use of Wooded Streets in an Urban Landscape. *Conservation Biology*, 14(2), 513–521. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98600.x>
- Fiorese, C. H. U., Leite, V. R., Filho, G. S., & Lopes, T. D. S. (2021). DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DAS ÁREAS VERDES URBANAS NA CIDADE DE CASTELO, ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 16(1), 35. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.5380/revsbau.v16i1.75978>
- Fuller, R. A., Irvine, K. N., Devine-Wright, P., Warren, P. H., & Gaston, K. J. (2007). Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. *Biology Letters*, 3(4), 390–394. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1098/rsbl.2007.0149>
- Galenieks, A. (2017). Importance of urban street tree policies: A Comparison of neighbouring Southern California cities. *Urban Forestry & Urban Greening*. Recuperado a partir de <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.02.004>
- Galindo-Bianconi, A., & Victoria-Urbe, R. (. (2012). La vegetación como parte de la sustentabilidad urbana: beneficios, problemáticas y soluciones, para el Valle de Toluca. *Revista de Estudios Territoriales*, 14, 98–108.
- García-garcía, M. J., Christien, L., & García-escalona, E. (2020). Sensitivity of green spaces to the process of urban planning. Three case studies of Madrid (Spain). *Cities*, 100(November 2018), 102655. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102655>

- García Q., R., Miyashiro T., J., Santa Cruz, P., Rubio B., D., & Marcés, R. (2015). Desarrollo o crecimiento urbano en Lima: el caso de los distritos del Sur, 223–247. Recuperado a partir de [http://www.desco.org.pe/recursos/site/files/CONTENIDO/28/10\\_GarcíaR\\_PH\\_dic\\_15.pdf](http://www.desco.org.pe/recursos/site/files/CONTENIDO/28/10_GarcíaR_PH_dic_15.pdf)
- Guerini, M. (2021). *Reverdecer las ciudades*. Madrid: GREENPEACE.
- Guerrero, M., & Culós, G. (2007). Indicadores ambientales en la gestión de espacios verdes. *El parque Cerro La Movediza*, 28, 57–73.
- Gutierrez, M. (2012). *Cambios estructurales en la ecología de los paisajes urbanos de Santiago de Chile. Periodo 1985-2010*. Universidad de Chile.
- Heo, S., & Bell, M. L. (2022). Investigation on urban greenspace in relation to sociodemographic factors and health inequity based on different greenspace metrics in 3 US urban communities, (August). Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1038/s41370-022-00468-z>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (McGRAW-HIL). Mexico.
- Herrero, T. R., Gómez-Elvira, M. Á., Pérez, E., & Martín, J. L. (2006). Estudio de accesibilidad a las zonas verdes urbanas mediante sistemas de información geográfica. *Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*, 18(1), 131–142.
- Hosek, L. (2019). Tree Cover of Accra's Neighborhoods — a Green Divide, 341–355.
- Hsu, Y., Hawken, S., Sepasgozar, S., & Lin, Z.-H. (2022). Beyond the Backyard: GIS Analysis of Public Green Space Accessibility in Australian Metropolitan Areas.

Sustainability, 14(8), 4694. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.3390/su14084694>

Hwang, Y., Ryu, Y., & Qu, S. (2022). Landscape and Urban Planning Expanding vegetated areas by human activities and strengthening vegetation growth concurrently explain the greening of Seoul. *Landscape and Urban Planning*, 227(July), 104518. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104518>

INEI. (2018). Características de la Población. Perú: Perfil Sociodemográfico 2017, 12–94. Recuperado a partir de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1539/cap01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/cap01.pdf)

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2018a). Características de la Población. En Perú: Perfil sociodemográfico (pp. 1–84). Lima, Perú.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2018b). Resultados definitivos: Provincia de Lima. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.

Kendal, D., Dobbs, C., & Lohr, V. I. (2014). Global patterns of diversity in the urban forest: Is there evidence to support the 10/20/30 rule? *Urban Forestry & Urban Greening*, 13(3), 411–417. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.04.004>

Kenney, W. A., Wassenaar, P. J. E. Van, & Satel, A. L. (2011). Criteria and Indicators for Strategic Urban Forest Planning and Management, 37(3), 108–117.

Klobucar, B., Sang, N., & Randrup, T. B. (2021). Trees, Forests and People Comparing ground and remotely sensed measurements of urban tree canopy in private residential property. *Trees, Forests and People*, 5, 100114. Recuperado a partir de



<https://doi.org/10.1016/j.tfp.2021.100114>

Konijnendijk, C. C. (2022). Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3–30–300 rule. *Journal of Forestry Research*. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01523-z>

Laan, C. M., & Piersma, N. (2021). Environmental and Sustainability Indicators Accessibility of green areas for local residents. *Environmental and Sustainability Indicators*, 10(October 2020), 100114. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.indic.2021.100114>

Ley 27972. (2003). Ley Orgánica de Municipalidades. Congreso de la Republica del Perú, 36. Recuperado a partir de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2\\_uibd.nsf/5CC9B1D67316CE38052575C5005EC97E/\\$FILE/ds005\\_90\\_pcm\\_reglamento\\_ley\\_de\\_bases\\_carrera\\_publica.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con2_uibd.nsf/5CC9B1D67316CE38052575C5005EC97E/$FILE/ds005_90_pcm_reglamento_ley_de_bases_carrera_publica.pdf)

Lin, J., Wang, Q., & Li, X. (2021). Landscape and Urban Planning Socioeconomic and spatial inequalities of street tree abundance, species diversity, and size structure in New York City. *Landscape and Urban Planning*, 206(November 2020), 103992. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103992>

Llorens, J., & Anguix, A. (2014). Gestión Técnica del Arbolado Viario. En XVI CONGRESO NACIONAL DE ARBORIULTURA (pp. 119–195).

Loboda, C. R., & Angelis, B. L. (2005). ÁREAS VERDES PÚBLICAS URBANAS: CONCEITOS, USOS E FUNÇÕES. *Unicentro*, 1(1), 125–139.

Maiztegui, B. (2021). Cartografía de la desigualdad: Investigación geográfica sobre el

acceso a los espacios públicos y áreas verdes de Perú. ArchDaily Perú. Recuperado a partir de <https://www.archdaily.pe/pe/960997/cartografia-de-la-desigualdad-investigacion-geografica-sobre-el-acceso-a-los-espacios-publicos-y-areas-verdes-de-peru>

- Manta, M. I. (2019). Monitoreo de la salud del arbolado urbano en el contexto del cambio climático. En *Primer Congreso Peruano de Arboricultura. Asociación Peruana de Arboricultura*. Lima, Perú: UNALM/ FCF.
- Manta, M., Mestre, A., & Aragón, L. (2015). Estimation of damage in forest plantations in the context of climate change. En *A Global Perspective on the Ecology and Management of Bark and Wood Boring Insects*.
- Marques, T. H. N. (2020). Eixos multifuncionais: infraestrutura verde e serviços ecossistêmicos urbanos aplicados ao córrego Mandaqui, São Paulo, SP. Universidade de São Paulo, São Paulo. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.11606/T.16.2020.tde-15122020-114148>
- Marques, T. H. N., Rizzi, D., Ferraz, V., & Herzog, C. P. (2021). Soluções baseadas na natureza: conceituação, aplicabilidade e complexidade no contexto latino-americano, casos do Brasil e Peru. *Revista LABVERDE*, 11(1), 12–49. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.11606/issn.2179-2275.labverde.2021.189419>
- Mascaró, J. L., Mascaró, L., Martins, L., & Wessheimer, M. (2001). Arbolado urbano: aspectos ambientales, 51–54.
- Matlack, G. R., Khoury, I., & Naik, B. (2022). Tree canopy macrostructure controls heating of asphalt pavement in a moist-temperate urban forest. *Urban Ecosystems*, 25(3), 967–976. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1007/s11252-022-01200-3>
- McGarigal, K. (2015). FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for categorical maps,

(January 2002).

McGarigal, K., & Marks, B. (1995). FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure, (August).

McPherson, E. G., Nowak, D., Grimmond, G., Catherine, S. S., Rich, G., & Rowan, R. (1997). Quantifying urban forest structure, function, and value: the Chicago Urban Forest Climate Project. *Urban Ecosystems*, 1, 49–61. Recuperado a partir de <https://doi.org/https://doi.org/10.1023/A:1014350822458>

Mejia, A. A. (2017). Evaluación del arbolado urbano en espacio público del Municipio de Cartago, Valle del Cauca como estrategia para la identificación de riesgos y conflictos territoriales. Universidad de Manizales.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saniamiento. (2016). INFORME DE SEGUIMIENTO DEL PEI ANUAL 2016. Recuperado a partir de <http://www3.vivienda.gob.pe/transparencia/documentos/pei2016.pdf>

Ministerio de Vivienda Construcción y Saniamiento. (2021). Política Nacional de Vivienda y Urbanismo. Lima.

MINURVI, CEPAL, & ONU-Hábitat. (2016). América Latina y el Caribe. Desafíos dilemas y compromisos de una agenda urbana común. Cepal, 1–61. Recuperado a partir de [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40656/1/S1600986\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40656/1/S1600986_es.pdf)

Miyasako, E. (2009). Las áreas verdes en el contexto urbano de la Ciudad de México, 523.

Morales, V., Piedra, L., Romero, M., & Bermúdez, T. (2018). Indicadores ambientales de áreas verdes urbanas para la gestión en dos ciudades costarricenses. *Revista de Biología*

Tropical, 66(4), 1421. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.15517/rbt.v66i4.32258>

Morcillo, A. (2014). El bosque lineal de la ciudad de Madrid. Gestión y conservación del arbolado viario. *Anales del Instituto de Estudios Madrileños*, LIV, 523–540.

Mullaney, J., Lucke, T., & Trueman, S. J. (2015). Landscape and Urban Planning Review Article A review of benefits and challenges in growing street trees in paved urban environments. *Landscape and Urban Planning*, 134, 157–166. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.013>

Mumcu, S., & Yilmaza, S. (2016). Urban Green Areas and Design Principles Chapter 6 Urban Green Areas and Design Principles, (October).

Municipalidad de Barranco. (2012). Análisis de peligro y vulnerabilidad de riesgo de desastre urbano en materia de vivienda, contrucción y saneamiento de la zona monumental este del distrito de Barranco - Lima, 78.

Municipalidad de Barranco, & Organización Panamericana de la Salud. (2002). Plan De Desarrollo Integral De Barranco.

Municipalidad Metropolitana de Lima. (2014). Ordenanza para la conservacion y gestion de areas verdes en la provincia de Lima, 12.

Municipalidad Metropolitana de Lima. (2018). Manual de silvicultura urbana y periurbana.

Municipalidad Metropolitana de Lima. (2021). Plan Local De Cambio Climático De La Provincia De Lima 2021-2030, 391. Recuperado a partir de [https://cdn.locomotive.works/sites/5ab410c8a2f42204838f797e/content\\_entry5ab410faa2f42204838f7990/5ad0b01874c4837def5d27e4/files/Plan-Local-de-Cambio-](https://cdn.locomotive.works/sites/5ab410c8a2f42204838f797e/content_entry5ab410faa2f42204838f7990/5ad0b01874c4837def5d27e4/files/Plan-Local-de-Cambio-)

- Nadoushan, M. A., & Alebrahim, A. (2017). Land use dynamics and landscape pattern changes in Khomeinishahr city, Iran, 46(November), 2361–2366.
- Newete, S. W., Abutaleb, K., & Byrne, M. J. (2022). Mapping the distribution and tree canopy cover of *Jacaranda mimosifolia* and *Platanus × acerifolia* in Johannesburg's urban forest. *Scientific Reports*, 12(1), 1–13. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1038/s41598-022-09780-y>
- Nieuwenhuijsen, M. J., Dadvand, P., Márquez, S., Bartoll, X., Barboza, E. P., Cirach, M., Zijlema, W. L. (2022). The evaluation of the 3-30-300 green space rule and mental health. *Environmental Research*, 215(September), 114387. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114387>
- Nowak, D. J., Dwyer, J. F., & Childs, G. (1997). Los beneficios y costos del enverdecimiento urbano. *Revista de Arquitectura, Urbanismo y Ciencias Sociales*, (January 1998), 17–38.
- Núñez, J. M. (2021). Análisis espacial de las áreas verdes urbanas de la Ciudad de México. *Economía, Sociedad y Territorio*, xxi, 803–833. Recuperado a partir de <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22136/est20211661>
- Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del Río Bogotá (Orarbo). (2021). Árboles por Habitante- APH. Recuperado a partir de <https://www.orarbo.gov.co/es/todos-los-indicadores>
- ONU-Hábitat. (2014). Planeamiento Urbano Para Autoridades Locales. Planeamiento Urbano para Autoridades Locales.

- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2020). Estado Global de las Metrópolis 2020 – Folleto de Datos Poblacionales. Un-habitat. Recuperado a partir de <https://unhabitat.org/>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2022). Envisaging the Future of Cities. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). Recuperado a partir de [www.unhabitat.org](http://www.unhabitat.org)
- Ornés, S. (2009). El urbanismo, la planificación urbana y el ordenamiento territorial desde la perspectiva del derecho urbanístico venezolano. *Politeia*, 32(42), 197–225.
- Pantoja, A. G. (2019). Evaluación de la remoción de contaminantes atmosféricos y la captura de carbono por parte de los cerros Nutibara y volador de Medellín. Universidad de Ingeniería ambiental envigado.
- Pedrini, L., Meloni, S., Lanfredi, M., Ferrari, C., Geviti, A., Cattaneo, A., & Rossi, R. (2022). Adolescents' mental health and maladaptive behaviors before the Covid-19 pandemic and 1-year after: analysis of trajectories over time and associated factors. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 16(1). Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1186/s13034-022-00474-x>
- Pena-Salmon, C. A., & Rojas-Caldelas, R. (2009). Methodology for planning urban green areas: The case of Mexicali, Baja California, Mexico. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 120, 33–41. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.2495/SDP090041>
- Peña Guillen, V. (2015). Configuración espacial de las áreas verdes públicas en el ámbito distrital adyacente a la costa verde, Lima. *Anales Científicos*, 76(1), 52. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.21704/ac.v76i1.764>

Peng, J., Tian, L., Liu, Y., Zhao, M., & Wu, J. (2017). Science of the Total Environment Ecosystem services response to urbanization in metropolitan areas: Thresholds identification, 608, 706–714. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.06.218>

Ponce-Donoso, M., Vallejos-Barra, Ó., & Daniluk-Mosquera, G. (2012). Comparación de fórmulas chilenas e internacionales para valorar el arbolado urbano. Bosque (Valdivia), 33(1), 15–16. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.4067/S0717-92002012000100008>

Priego, C. (2002). Beneficios del Arbolado Urbano Ensayo Doctorado, 3–20. Recuperado a partir de [http://digital.csic.es/bitstream/10261/24578/1/Beneficios del arbolado urbano.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/24578/1/Beneficios%20del%20arbolado%20urbano.pdf)

Programa Mundial de las Naciones Unidas de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP). (2018). Informe mundial de las Naciones Unidas desarrollo recursos hídricos 2018: soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (Vol. 40). Paris. Recuperado a partir de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/AGUA,\\_SANEAMIENTO\\_e\\_HIGIENE.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Bibliotecas/Libros/AGUA,_SANEAMIENTO_e_HIGIENE.pdf)

Qiu, J., Bai, Y., Hu, Y., Wang, T., Zhang, P., & Xu, C. (2019). Urban Green Space Accessibility Evaluation Using Age-Based 2-Step Floating Catchment Area Method. En IGARSS 2019 - 2019 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (pp. 7490–7493). IEEE. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2019.8898226>

Quenguan, L., Bernal, J., & Barón, E. (2017). Reporte Técnico de Indicadores de Espacio Público 2017, 63. Recuperado a partir de <http://observatorio.dadep.gov.co/sites/default/files/Reporte-tecnico-2-2017.pdf>

- Reyes-paecke, S., & Figueroa, I. (2010). Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile, (May 2014). Recuperado a partir de <https://doi.org/10.4067/S0250-71612010000300004>
- Reyes, I., & Gutierrez, J. J. (2010). Los servicios ambientales de la arborización urbana: retos y aportes para la sustentabilidad de la ciudad de Toluca. *Quivera*, 12, 96–102.
- Rivas Torres, D. (2008). Beneficios de los Árboles Urbanos, 1, 7. Recuperado a partir de [http://www.rivasdaniel.com/Pdfs/Beneficios\\_Arboles\\_Urbanos.pdf](http://www.rivasdaniel.com/Pdfs/Beneficios_Arboles_Urbanos.pdf)
- Rojas, J. P. B., & Mogollón, Y. L. P. (2022). CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS VERDES POR ESTRATO SOCIOECONÓMICO Y DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN DE LAS ZONAS VERDES CON LOS ÍNDICES DE LA POBLACIÓN PRIVADA DE LA LIBERTAD. CASO DE ESTUDIO: BOGOTÁ.
- Rueda, S. (2010). Ámbito 06. Espacios verdes y biodiversidad urbana Objetivo: aumento de la biodiversidad urbana. Plan de indicadores de sostenibilidad urbana de Victoria-Gasteiz, 209–252. Recuperado a partir de <http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/89/14/38914.pdf>
- Saavedra-Romero, L. de., Hernández-de la Rosa, P., Alvarado-Rosales, D., Martínez-Trinidad, T., & Villa-Castillo., J. (2019). DIVERSIDAD, ESTRUCTURA ARBÓREA E ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA EN UN BOSQUE URBANO DE LA CIUDAD DE MÉXICO. *Polibotánica*, (46). Recuperado a partir de <https://doi.org/10.18387/polibotanica.47.3>
- Sanders, R. A. (1981). Diversity in the street trees of Syracuse, New York. *Urban Ecology*, 5(1), 33–43. Recuperado a partir de [https://doi.org/10.1016/0304-4009\(81\)90019-X](https://doi.org/10.1016/0304-4009(81)90019-X)



Santomur, F. (1999). *ÁRBOLES PARA SIEMBRA URBANA: DIVERSIDAD UNIFORME Y SENTIDO COMÚN*.

SENAMHI. (2020). *Climas del Perú Mapa de Clasificación Climática Nacional*. Ministerio del Ambiente (Vol. 53).

Sistema Nacional de Información Ambiental. (2016). *Indicador: Superficie de área verde urbana por habitante*. Recuperado a partir de <https://sinia.minam.gob.pe/indicador/1617>

Smith, W. H. (1981). *Air Pollution and Forests*. New York, NY: Springer US. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1007/978-1-4684-0104-2>

Sorensen, M., Barzetti, V., Keipi, K., & Williams, J. (1998). *Manejo de las áreas verdes urbanas*. División de Medio Ambiente del Departamento de Desarrollo Sostenible del Banco Interamericano de Desarrollo, 80. Recuperado a partir de <http://www.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2010/07148es.pdf>

Suárez, M., Barton, D. N., Cimburova, Z., Rusch, G. M., Gómez-baggethun, E., & Onaindia, M. (2020). *Environmental justice and outdoor recreation opportunities: A spatially explicit assessment in Oslo metropolitan area, Norway*. *Environmental Science and Policy*, 108(April), 133–143. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.03.014>

Tang, A. J. (2019). *La planificación urbana de los espacios verdes en Barranco y la participación ciudadana en el contexto de justicia ambiental Tesis*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Tapia, F., & Rodríguez, J. osé M. (2004). *Criterios de base para la planificación de sistemas verdes y sistemas viarios sostenibles en las ciudades andaluzas acogidas al programa*

Ciudad 21. (C. de M. Ambiente, Ed.) (Dirección). Sevilla.

Tovar, G. (2017). Manejo del arbolado urbano en Bogotá. *Territorios*, 16–17, 149–174.

Uchiyama, Y. (2020). Access and Use of Green Areas during the COVID-19 Pandemic: Green Infrastructure Management in the “New Normal”.

Vélez, L. C. G. (2020). Relación del verde urbano de Quito y las condiciones socioeconómicas de la población desde una perspectiva de justicia espacial. Flacso Ecuador. Recuperado a partir de <http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>

Vogt, J., Hauer, R., & Fischer, B. (2015). The cost of not maintaining the urban forest. *Arborist News*, 24, 12–17.

Walters, M., & Sinnett, D. (2021). Urban Forestry & Urban Greening Achieving tree canopy cover targets: A case study of Bristol, UK. *Urban Forestry & Urban Greening*, 65, 127296. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127296>.

Wania, A., Kühn, I., & Klotz, S. (2006). Plant richness patterns in agricultural and urban landscapes in Central Germany—spatial gradients of species richness. *Landscape and Urban Planning*, 75(1–2), 97–110. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.12.006>.

Wojnowska-Heciak, M., Heciak, J., & Kłak, A. (2022). Perceptions of street trees among Polish residents with motor disabilities. *Journal of Transport & Health*, 27, 101490. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.jth.2022.101490>.

Xi, C., Ding, J., Wang, J., Feng, Z., & Cao, S. (2022). Energy & Buildings Nature-based solution of greenery configuration design by comprehensive benefit evaluation of

microclimate environment and carbon sequestration. *Energy & Buildings*, 270, 112264.  
Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112264>

Xiao-jun, W. (2009). Analysis of problems in urban green space system planning in China, 20. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1007/s11676-009-0014-2>

Yao, R., Cao, J., Wang, L., Zhang, W., & Wu, X. (2019). Int J Appl Earth Obs Geoinformation Urbanization effects on vegetation cover in major African cities during. *Int J Appl Earth Obs Geoinformation*, 75(October 2018), 44–53. Recuperado a partir de <https://doi.org/10.1016/j.jag.2018.10.011>

Zhou, W., Huang, G., Pickett, S. T. A., McPhearson, T., & Grove, J. M. (2022). Article Urban tree canopy has greater cooling effects in socially vulnerable communities in the US Urban tree canopy has greater cooling effects in socially vulnerable communities in the US. *One Earth*, 4(12), 1764–1775.

## VIII. ANEXOS

Anexo 1. Clasificación de las áreas verdes según su tamaño

ID	Área (m <sup>2</sup> )	Área de influencia	Categoría	ID	Área (m <sup>2</sup> )	Área de influencia	Categoría
0	63.1	0	-	20	1168.7	200	2
1	70	0	-	21	1190.1	200	2
2	75.3	0	-	22	1519.7	200	2
3	109.6	0	-	23	1640	200	2
4	160.8	100	1	24	1856.4	200	2
5	174.2	100	1	25	1891.9	200	2
6	205.6	100	1	26	1906.2	200	2
7	212.3	100	1	27	1923.2	200	2
8	257.5	100	1	28	2024	200	2
9	417.5	100	1	29	2095.9	200	2
10	444.4	100	1	30	2946.2	200	2
11	477.3	200	2	31	3001.2	200	2
12	514.5	200	2	32	4001.3	200	2
13	709.5	200	2	33	6078.4	300	3
14	872.9	200	2	34	6112.6	300	3
15	887.3	200	2	35	9430.8	300	3
16	899.5	200	2	36	13467.5	300	4
17	947.7	200	2	37	20264.1	300	4
18	953.6	200	2	38	20727.7	300	4
19	1083.4	200	2				

Anexo 2. Cantidad de personas que acceden a determinadas cantidades de áreas verde por zona

Zonas	Cantidad personas							TOTAL
	Cantidad de áreas verdes que acceden							
	0	1	2	3	4	5	6	
1	1134	526	0	0	0	0	0	1660
2	1269	342	691	131	0	0	0	2433
3	849	176	21	3	0	0	0	1049
4	555	1133	740	0	0	0	0	2428
5	301	1028	999	229	0	0	0	2557
6	82	1256	326	290	287	13	0	2255
7	672	559	264	91	0	0	0	1585
8	1286	643	47	0	0	0	0	1976
9	0	105	202	348	862	0	0	1517
10	0	466	151	268	651	298	0	1833
11	131	556	378	751	390	102	0	2308
12	0	112	456	781	269	34	0	1651
13	185	884	481	193	27	0	0	1770
14	0	271	355	194	54	0	0	874
15	0	0	37	377	220	19	0	653
16	0	0	310	719	1135	0	0	2165
17	0	0	12	311	445	120	6	895
18	0	0	81	373	810	245	0	1509
19	0	8	153	300	110	32	0	602
20	358	241	360	108	0	0	0	1068
21	427	158	203	43	0	0	0	831
22	0	5	184	410	156	0	0	756

Anexo 3. Porcentaje de personas que acceden a determinadas cantidades de áreas verde por zona

Zonas	Porcentaje de la cantidad personas							TOTAL
	Cantidad de áreas verdes que acceden							
	0	1	2	3	4	5	6	
1	68.3%	31.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100%
2	52.2%	14.1%	28.4%	5.4%	0.0%	0.0%	0.0%	100%
3	80.9%	16.7%	2.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	100%
4	22.9%	46.7%	30.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100%
5	11.8%	40.2%	39.1%	9.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100%
6	3.7%	55.7%	14.5%	12.9%	12.7%	0.6%	0.0%	100%
7	42.4%	35.2%	16.6%	5.7%	0.0%	0.0%	0.0%	100%
8	65.1%	32.6%	2.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100%
9	0.0%	6.9%	13.3%	23.0%	56.8%	0.0%	0.0%	100%
10	0.0%	25.4%	8.2%	14.6%	35.5%	16.2%	0.0%	100%
11	5.7%	24.1%	16.4%	32.6%	16.9%	4.4%	0.0%	100%
12	0.0%	6.8%	27.6%	47.3%	16.3%	2.1%	0.0%	100%
13	10.5%	49.9%	27.2%	10.9%	1.5%	0.0%	0.0%	100%
14	0.0%	31.0%	40.6%	22.2%	6.1%	0.0%	0.0%	100%
15	0.0%	0.0%	5.6%	57.7%	33.7%	3.0%	0.0%	100%
16	0.0%	0.0%	14.3%	33.2%	52.4%	0.0%	0.0%	100%
17	0.0%	0.0%	1.4%	34.8%	49.7%	13.4%	0.7%	100%
18	0.0%	0.0%	5.3%	24.7%	53.7%	16.2%	0.0%	100%
19	0.0%	1.4%	25.3%	49.8%	18.2%	5.2%	0.0%	100%
20	33.5%	22.6%	33.7%	10.2%	0.0%	0.0%	0.0%	100%
21	51.4%	19.0%	24.5%	5.1%	0.0%	0.0%	0.0%	100%
22	0.0%	0.7%	24.3%	54.5%	20.6%	0.0%	0.0%	100%

Anexo 4. Puntuación final del indicador accesibilidad de áreas verdes

<b>ZONA</b>	<b>Porcentaje respecto al total de personas que no acceden alguna AVU</b>
1	68.3%
2	52.2%
3	80.9%
4	22.9%
5	11.8%
6	3.7%
7	42.4%
8	65.1%
9	0.9%
10	1.2%
11	5.7%
12	1.3%
13	10.5%
14	2.7%
15	26.6%
16	0.5%
17	2.6%
18	3.4%
19	8.5%
20	33.5%
21	51.4%
22	2.0%

Anexo 5. Cantidad de terrenos que observan determinadas cantidades de árboles

Zona	Cantidad de terrenos				TOTAL
	Cantidad de árboles que se observan por terreno				
	0	1	2	3	
1	61	28	23	58	170
2	28	20	40	145	233
3	34	18	10	42	104
4	50	32	28	58	168
5	33	25	36	112	206
6	8	36	31	57	132
7	3	9	23	59	94
8	49	20	10	31	110
9	24	44	27	60	155
10	13	34	27	112	186
11	68	22	33	135	258
12	31	22	22	117	192
13	22	31	27	114	194
14	21	10	9	73	113
15	40	12	9	31	92
16	3	6	6	64	79
17	6	6	5	78	95
18	42	19	17	85	163
19	33	9	4	59	105
20	42	7	10	88	147
21	55	19	16	41	131
22	31	18	17	55	121



Anexo 6. Porcentaje de terrenos que observan determinadas cantidades de árboles

Zona	Porcentaje de la cantidad de terrenos				TOTAL
	Cantidad de árboles que se observan por terreno				
	0	1	2	3	
1	35.9%	16.5%	13.5%	34.1%	100%
2	12.0%	8.6%	17.2%	62.2%	100%
3	32.7%	17.3%	9.6%	40.4%	100%
4	29.8%	19.0%	16.7%	34.5%	100%
5	16.0%	12.1%	17.5%	54.4%	100%
6	6.1%	27.3%	23.5%	43.2%	100%
7	3.2%	9.6%	24.5%	62.8%	100%
8	44.5%	18.2%	9.1%	28.2%	100%
9	15.5%	28.4%	17.4%	38.7%	100%
10	7.0%	18.3%	14.5%	60.2%	100%
11	26.4%	8.5%	12.8%	52.3%	100%
12	16.1%	11.5%	11.5%	60.9%	100%
13	11.3%	16.0%	13.9%	58.8%	100%
14	18.6%	8.8%	8.0%	64.6%	100%
15	43.5%	13.0%	9.8%	33.7%	100%
16	3.8%	7.6%	7.6%	81.0%	100%
17	6.3%	6.3%	5.3%	82.1%	100%
18	25.8%	11.7%	10.4%	52.1%	100%
19	31.4%	8.6%	3.8%	56.2%	100%
20	28.6%	4.8%	6.8%	59.9%	100%
21	42.0%	14.5%	12.2%	31.3%	100%
22	25.6%	14.9%	14.0%	45.5%	100%

Anexo 7. Sistema de puntuación del indicador cantidad de árboles visibles por hogar

<b>Cantidad de árboles visibles por hogar</b>	<b>Puntuación</b>
<b>0</b>	3
<b>1</b>	2
<b>2</b>	1
<b>3</b>	0

Anexo 8. Ponderación del indicador cantidad de árboles visibles por hogar

<b>PONDERACIÓN</b>					
<b>Zona</b>	<b>Puntuación</b>				<b>TOTAL</b>
	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
1	1.1	0.3	0.1	0.0	1.5
2	0.4	0.2	0.2	0.0	0.7
3	1.0	0.3	0.1	0.0	1.4
4	0.9	0.4	0.2	0.0	1.4
5	0.5	0.2	0.2	0.0	0.9
6	0.2	0.5	0.2	0.0	1.0
7	0.1	0.2	0.2	0.0	0.5
8	1.3	0.4	0.1	0.0	1.8
9	0.5	0.6	0.2	0.0	1.2
10	0.2	0.4	0.1	0.0	0.7
11	0.8	0.2	0.1	0.0	1.1
12	0.5	0.2	0.1	0.0	0.8
13	0.3	0.3	0.1	0.0	0.8
14	0.6	0.2	0.1	0.0	0.8
15	1.3	0.3	0.1	0.0	1.7
16	0.1	0.2	0.1	0.0	0.3
17	0.2	0.1	0.1	0.0	0.4
18	0.8	0.2	0.1	0.0	1.1
19	0.9	0.2	0.0	0.0	1.2
20	0.9	0.1	0.1	0.0	1.0
21	1.3	0.3	0.1	0.0	1.7
22	0.8	0.3	0.1	0.0	1.2

Anexo 9. Puntuación final del indicador cantidad de árboles visibles por hogar

<b>Zona</b>	<b>Puntuación Final</b>
1	1.54
2	0.70
3	1.42
4	1.44
5	0.90
6	0.96
7	0.53
8	1.79
9	1.21
10	0.72
11	1.09
12	0.83
13	0.80
14	0.81
15	1.66
16	0.34
17	0.37
18	1.11
19	1.15
20	1.02
21	1.67
22	1.21

Anexo 9. Indicador árboles por habitante

Zonas	Población			Cantidad de árboles	Indicador
	Mujeres	Hombres	Total		
<b>1</b>	853	797	1650	108	0.07
<b>2</b>	1285	1138	2423	133	0.05
<b>3</b>	545	494	1039	165	0.16
<b>4</b>	1272	1146	2418	67	0.03
<b>5</b>	1343	1204	2547	126	0.05
<b>6</b>	1180	1065	2245	133	0.06
<b>7</b>	833	742	1575	178	0.11
<b>8</b>	1046	920	1966	71	0.04
<b>9</b>	805	716	1521	162	0.11
<b>10</b>	989	857	1846	177	0.10
<b>11</b>	1270	1028	2298	181	0.08
<b>12</b>	879	783	1662	262	0.16
<b>13</b>	937	823	1760	112	0.06
<b>14</b>	453	435	888	165	0.19
<b>15</b>	338	284	622	57	0.09
<b>16</b>	1177	988	2165	655	0.30
<b>17</b>	507	402	909	281	0.31
<b>18</b>	889	662	1551	111	0.07
<b>19</b>	279	240	519	303	0.58
<b>20</b>	587	472	1059	136	0.13
<b>21</b>	450	371	821	18	0.02
<b>22</b>	442	322	764	153	0.20
<b>Distrito de Barranco</b>					0.17

Anexo 10. Densidad de árboles por tramo

Calles/Avenidas	Longitud	n° árbol	Árboles por tramo	Calles/Avenidas	Longitud	n° árbol	Árbol por tramo
Pasaje Ermita	94.9	4	0.0	Av. Tejada	445.4	13	0.0
Jr. Caraz	97.7	10	0.1	Jr. Teodosio Parreño	520.8	12	0.0
Pasaje Bresiani	163.2	18	0.1	Jr. Cora	279.2	20	0.1
Calle San Roque	168.5	9	0.1	Prolongación Av. San Martín	397.1	17	0.1
Av. Pedro De Osma	1372.5	94	0.1	Av. El Sol Este	608.0	43	0.1
Jr. Tumbes	358.7	48	0.2	Jr. Salaverry	120.7	7	0.1
Jr. Cajamarca	385.0	51	0.1	Jr. Progreso	509.1	37	0.1
Jr. Colón	206.1	18	0.1	Jr. Arica	482.6	31	0.1
Jr. San Antonio	171.8	20	0.1	Cl. Enrique del Campo	112.0	15	0.2
Jr. Las Magnolias	204.5	13	0.1	Jr. García y García	810.8	63	0.1
Jr. Domeyer	274.8	46	0.2	Jr. Lima	1258.5	85	0.1
Jr. Monitor Huáscar	169.8	16	0.1	Jr. Aurelio Souza	673.3	47	0.1
Jr. Mariano de los Santos	208.1	34	0.2	Jr. Luna Pizarro	903.2	47	0.1
Cl. Enrique del Horne	113.2	13	0.1	Jr. Carlos Arrieta	438.5	18	0.1
Jr. Tacna	472.2	66	0.1	Jr. Anaya	260.2	3	0.0
Jr. Martínez de Pinillos	128.4	15	0.1	Jr. Pedro Heraud	562.3	42	0.1
Pj. Pedro Salazar	85.0	11	0.2	Jr. Alfonso Ugarte	213.6	5	0.0
Jr. Pedro Salazar	256.3	23	0.1	Av. 28 de julio	419.6	12	0.0
Av. San Martín	1181.1	92	0.1	Jr. Catalino Miranda	763.4	17	0.0
Jr. Santa Rosa	377.7	38	0.1	Av. Miraflores	393.2	28	0.1
Jr. Pérez Roca	359.0	49	0.2	Jr. Davalos	218.3	6	0.0
Calle Felipe Sassone	201.7	20	0.1	Jr. Jaén	324.9	16	0.1
Jr. Fidelli	231.3	31	0.1	Jr. Ramón Ribeyro	310.5	15	0.1
Pj. Rospigliosi	102.8	12	0.1	Jr. Tumay	264.8	15	0.1
Av. Manuel de la Fuente	669.7	66	0.1	Jr. Soldado Cabada	501.6	37	0.1
Jr. Francisco del Castillo	103.0	8	0.1	Jr. San Ambrosio	692.3	17	0.0
Jr. Pedro Martinto	393.8	49	0.1	Jr. Rodríguez Soto	197.9	6	0.0
Jr. Centenario	338.8	45	0.1	Av. Prolongación El Sol	263.0	9	0.0
Av. 2 de mayo	303.1	38	0.2	Av. Almirante Miguel Grau	2430.5	84	0.1
Calle Ignacio Merino	68.8	3	0.0	Pj. Hernando La Valle	116.9	0	0.0
Jr. Batalla de Junín	331.5	14	0.0	Jr. Ignacio Mariátegui	394.7	13	0.0
Calle San Marcos	100.1	2	0.0	Jr. Colina	234.8	3	0.0
Jr. Montero Rosas	366.8	34	0.1	Cl. Caraz	190.5	4	0.0
Jr. Pazos	397.0	56	0.1	Jr. Manuel Segura	122.3	4	0.1
Cl. Las Mimosas	324.4	30	0.1	Jr. Batalla de Ayacucho	219.1	4	0.0
Jr. Parque Gonzales Prada	339.1	5	0.0	Av. Roosevelt	273.7	9	0.1
Av. El Sol Oeste	424.0	59	0.2	Jr. De Sucre	203.6	2	0.0
Jr. Gio Batta Isola	184.7	15	0.1	Jr. José Diez Canseco	105.4	1	0.0
Jr. Buenaventura Aguirre	405.8	36	0.1	Av. Francisco Bolognesi	2882.8	110	0.1
Jr. Teniente Enrique Delucchi	334.1	34	0.1	Av. Tarapacá	349.0	2	0.0

Calles/Avenidas	Longitud	n° árbol	Árbol por tramo	Calles/Avenidas	Longitud	n° árbol	Árbol por tramo
Cl. Juan Raffo	97.7	9	0.2	Av. Aviación	326.5	2	0.2
Jr. Tiravanti	468.1	36	0.1	Jr. Venegas	326.3	1	0.0
Jr. Vigil	448.6	39	0.1	Jr. Unión	318.2	1	0.0
Jr. Mariano Melgar	181.9	1	0.0	Av. República de Panamá	2370.2	6	0.0
Jr. Pedro Dulanto	129.4	8	0.1	Av. República de Panamá	620.3	6	0.0
Jr. Juan Fanning	357.5	27	0.1	Jr. Rosendo Vidaurre	492.5	1	0.0
Jr. Mainas	249.2	23	0.1	Av. Jose Balta	229.5	0	0.0
Jr. Atahualpa	151.3	15	0.1	Cl. Felipe Pardo	107.5	0	0.0
Jr. Tejada	419.3	34	0.1	Cl. Talana	260.9	0	0.0
Cl. Juan Rissi	114.6	8	0.1	Jr. Bregante	131.4	0	0.0
Jr. Manco Cápac	160.6	12	0.1	Jr. Piérola	76.0	0	0.0
Jr. de los deportes	161.8	28	0.2	Pasaje Génova	89.3	0	0.0
Cl. Mariscal Castilla	243.3	31	0.1	Pasaje Maria Luisa	98.7	0	0.0
Jr. Enrique Barrón	850.0	60	0.1	Pj. Anaya	149.7	0	0.0
Jr. Tejadita	434.1	41	0.1	Pj. De Sucre	30.5	0	0.0
Av. Carlos Zegarra	157.4	10	0.2	Pj. Fidelli	98.0	0	0.0
Av. Jorge Chávez	554.0	22	0.0	Pj. Jaén	78.6	0	0.0
Jr. Medrano Silva	321.4	29	0.1	Pj. La Viñita	43.8	0	0.0
Jr. Sánchez Carrión	218.2	9	0.0	Pj. Mainas	69.4	0	0.0
Av. La Libertad	352.7	33	0.1	Pj. Malambito	141.4	0	0.0
Jr. Alfonso Cobián	75.8	5	0.1	Pj. Pedro Solari	120.9	0	0.0
Av. Nicolas de Piérola	470.8	35	0.1	Pj. Tacna	133.8	0	0.0
Jr. Corpancho	105.6	6	0.1	Pj. Tumay	175.6	0	0.0

Anexo 11. Indicador de cobertura arbórea

Zonas	Área de Copa (m <sup>2</sup> )	Área por zona (m <sup>2</sup> )	Área por zona potencial (m <sup>2</sup> )	Indicador de cobertura arbórea relativa (%)
1	3472.4	99548.5	39434.1	8.8%
2	2591.6	106652.2	21709.2	11.9%
3	2621.1	145603.7	43244.2	6.1%
4	1450.7	66929.2	15320.5	9.5%
5	2482.1	97733.4	18327.0	13.5%
6	2342.4	99246.0	22020.5	10.6%
7	4593.8	73287.9	18767.1	24.5%
8	890.7	106571.7	17646.4	5.0%
9	5805.8	120741.6	46011.9	12.6%
10	5169.4	119374.1	40540.5	12.8%
11	4054.1	109427.2	31141.6	13.0%
12	8496.0	136572.1	51265.5	16.6%
13	1921.1	99328.4	17666.8	10.9%
14	4554.3	77987.1	16809.2	27.1%
15	1101.5	61921.1	17016.3	6.5%
16	18815.1	203727.5	98341.5	19.1%
17	8632.7	122053.1	49624.6	17.4%
18	3546.2	151921.2	36364.0	9.8%
19	10438.8	125899.3	52750.6	19.8%
20	2970.6	99967.8	25508.7	11.6%
21	934.4	63367.6	6985.3	13.4%
22	8624.7	99105.4	33290.9	25.9%



Anexo 12. Puntuación final del indicador cobertura arbórea relativa

<b>Zonas</b>	<b>Porcentaje de la cobertura diferente a la cobertura arbórea</b>
1	91.2%
2	88.1%
3	93.9%
4	90.5%
5	86.5%
6	89.4%
7	75.5%
8	95.0%
9	87.4%
10	87.2%
11	87.0%
12	83.4%
13	89.1%
14	72.9%
15	93.5%
16	80.9%
17	82.6%
18	90.2%
19	80.2%
20	88.4%
21	86.6%
22	74.1%

Anexo 13. Indicador abundancia relativa de las especies

Especie	Cantidad	Porcentaje	Especie	Cantidad	Porcentaje
Molle costeño	1238	22.06%	Mango	5	0.09%
Ficus benjamina	833	14.84%	Matasano	4	0.07%
Ponciana	459	8.18%	Lechero africano	4	0.07%
Huaranhuay	402	7.16%	Ficus elastica	4	0.07%
Meijo	305	5.43%	Ficus pandurata	4	0.07%
Jacarandá	252	4.49%	Caoba	4	0.07%
Papelillo	196	3.49%	Árbol de fuego	4	0.07%
Ficus nitida	171	3.05%	Olivo	3	0.05%
Melia	149	2.65%	Huaranguillo	3	0.05%
Escobillón de botella	128	2.28%	Faique	3	0.05%
Ceibo	127	2.26%	Guayaba	3	0.05%
Tipa	104	1.85%	Naranja	3	0.05%
Tuja	102	1.82%	Palo balsa	3	0.05%
Tulipán africano	95	1.69%	Durazno	2	0.04%
Molle serrano	89	1.59%	Sangre de libano	2	0.04%
Fresno	79	1.41%	Cardenal	2	0.04%
Araucaria	67	1.19%	Membrillo	2	0.04%
Mora	64	1.14%	Ficus retusa	2	0.04%
Pacae	54	0.96%	Caucho	2	0.04%
Cheflera arborea	48	0.86%	Trichillia	2	0.04%
Sauce	47	0.84%	Magnolia	2	0.04%
Grevillea	44	0.78%	Sakura	2	0.04%
Eucalipto camaldulensis	43	0.77%	Moringa	2	0.04%
Cedro	38	0.68%	Ciruelo mexicano	2	0.04%
Ficus variegata	32	0.57%	Mandarina	2	0.04%
Mimosa	31	0.55%	Ciprés columnar	2	0.04%
Palto	29	0.52%	Cedro longifolia	1	0.02%
Falso boliche	24	0.43%	Anona	1	0.02%
Álamo	22	0.39%	Algarrobo	1	0.02%
Lúcuma	22	0.39%	Ceibo rojo	1	0.02%
Casuarina	21	0.37%	Saman	1	0.02%
Palo verde	21	0.37%	Manzano	1	0.02%
Uva de playa	19	0.34%	Senegal	1	0.02%
Limón	16	0.29%	Cerezo	1	0.02%
Chirimoya	14	0.25%	Cassia	1	0.02%
Eucalipto sp.	13	0.23%	Mamoncillo	1	0.02%
Leucaena	12	0.21%	Neem	1	0.02%

Eucalipto mexicano	12	0.21%	Álamo negro	1	0.02%
Guanábana	11	0.20%	Ciprés	1	0.02%
Tara	11	0.20%	Pecano	1	0.02%
Higo	8	0.14%	Laurel de Alejandría	1	0.02%
Ficus obtusifolia	7	0.12%	Picutero	1	0.02%
Duranta	7	0.12%	Ficus microcarpa	1	0.02%
Níspero	7	0.12%	Pino	1	0.02%
Livistona	6	0.11%	Ficus oblicua	1	0.02%
Ciprés limón	6	0.11%	Piper	1	0.02%
Papayo	5	0.09%	Pomarosa	1	0.02%
Sauce lloron	5	0.09%	Ficus retusa variegata	1	0.02%
Huarango	5	0.09%	Ficus	1	0.02%
Árbol de dedos	5	0.09%	Jacarandá blanco	1	0.02%
Suche	5	0.09%	Inga sp	1	0.00017816
Eucalipto globulus	5	0.09%	<b>TOTAL</b>	5613	1

Anexo 14. Indicador especie más abundante y porcentaje por zona

<b>Zona</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Especie</b>	<b>N° total de individuos</b>	<b>Indicador</b>
1	24	Molle costeño	131	18.3%
2	48	Ficus benjamina	159	30.2%
3	225	Molle costeño	394	57.1%
4	38	Molle costeño	81	46.9%
5	63	Molle costeño	146	43.2%
6	43	Molle costeño	161	26.7%
7	84	Ficus benjamina	194	43.3%
8	78	Molle costeño	133	58.6%
9	51	Ficus benjamina	206	24.8%
10	44	Ponciana	259	17.0%
11	39	Ficus benjamina	226	17.3%
12	72	Ficus benjamina	304	23.7%
13	28	Huaranhuay	139	20.1%
14	25	Ficus benjamina	187	13.4%
15	44	Escobillón de botella	82	53.7%
16	209	Molle costeño	907	23.0%
17	51	Ponciana	350	14.6%
18	51	Jacarandá	189	27.0%
19	59	Ficus nitida	409	14.4%
20	38	Molle costeño	175	21.7%
21	13	Ponciana	19	68.4%
22	61	Ficus nitida	175	34.9%
Distrito de Barranco	1238	Molle costeño	5613	22.1%

Anexo 15. Indicador porcentaje de las 10 especies más abundantes por zona

<b>Zonas</b>	<b>Indicador</b>
1	80.9%
2	97.5%
3	95.7%
4	100.0%
5	97.3%
6	89.4%
7	97.9%
8	94.0%
9	81.6%
10	74.1%
11	75.7%
12	78.0%
13	92.8%
14	79.1%
15	100.0%
16	72.4%
17	75.4%
18	89.4%
19	75.1%
20	78.9%
21	100.0%
22	81.1%
<b>Distrito de Barranco</b>	73.6%

Anexo 16. Distribución diamétrica de Richards

<b>Clase diamétrica</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Distribución de Richards</b>
≤20	6430	73.9%	40%
20-40	1672	19.2%	30%
40-60	446	5.1%	20%
>60	153	1.8%	10%

Anexo 17. Panel fotográfico por zonas

**ZONA 8**



**ZONA 3**



**ZONA 1**



**ZONA 21**



**ZONA 15**



**ZONA 4**



**ZONA 20**





**ZONA 2**



**ZONA 9**



**ZONA 18**



**ZONA 19**



**ZONA 11**



**ZONA 22**



**ZONA 6**



**ZONA 5**



**ZONA 13**



**ZONA 7**



**ZONA 12**



**ZONA 10**



**ZONA 14**



**ZONA 17**



**ZONA 16**

