

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**“REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE ZONAS BALDÍAS CON LA
ELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE ÁRBOLES URBANOS”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR
EL TÍTULO DE INGENIERA FORESTAL**

ERIKA ESTELA ALVAREZ MONTES

LIMA – PERÚ

2021

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales del presente trabajo
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**“REHABILITACIÓN Y RECUPERACIÓN DE ZONAS BALDÍAS CON LA
ELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE ÁRBOLES URBANOS”**

Presentada por:

ERIKA ESTELA ALVAREZ MONTES

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título de:

INGENIERA FORESTAL

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ing. Carlos Augusto Reynel Rodriguez, Ph.D.

PRESIDENTE

Ing. Roxana Guillén Quispe, Mg.Sc

MIEMBRO

Ing. Akira Armando Wong Sato, Dr.

MIEMBRO

Ing. José Eloy Cuellar Bautista, Dr.

ASESOR

DEDICATORIA

*A mis padres, por su amor, esfuerzo, apoyo,
sacrificio y perseverancia.*

*A mis 4 abuelos, por su cariño, atención y apoyo
incondicional desde siempre.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiar mis pasos.

*A mis padres que son mi motor para crecer y superarme cada día, y por creer en mí,
dándome siempre ese impulso y motivación.*

A mis hermanos, por sus apoyos, cariños, risas y motivaciones de seguir avanzando.

*A Franco Flores, por su apoyo incondicional en todo momento, su serenidad y su
amor, por ser parte de este gran equipo y darme esa fuerza en los momentos
importantes.*

A mis tíos Miriam y Alejandro, por su apoyo y cariño durante mi crecimiento.

A mi sobrinito Alonsito, por ser luz y llenar de alegría mis días.

A mi abuelita Estela, que desde arriba guía cada uno de mis pasos.

*Al Dr. Eloy Cuellar, por su asesoramiento, paciencia, y apoyo durante el desarrollo
de este trabajo.*

A SERPAR Lima, por permitir desarrollarme profesionalmente en su empresa.

ÍNDICE GENERAL

<i>RESUMEN</i>	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
<i>PRESENTACIÓN</i>	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	4
1. Descripción de la empresa:.....	4
1.1. Ubicación:.....	4
1.2. Actividad:	6
1.3. Misión y visión:.....	7
2. Descripción general de la experiencia:.....	8
2.1. Actividad desempeñada:.....	8
2.2. Nombre original del proyecto de desarrollo:.....	9
2.3. Resultados obtenidos:.....	9
CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN.....	10
1. Situación actual	10
2. Problemática.....	14
2.1. Disponibilidad de agua:.....	14

2.2. Calidad del suelo:	16
2.3. Selección de plantas:	16
3. Alternativas de solución	17
3.1. Diseño:.....	18
3.2. Mejora del suelo:	18
3.3. Plantas de bajo requerimiento hídrico:	19
3.4. Uso de aguas residuales tratadas:	23
4. Metodología.....	24
4.1. Reconocimiento del área:	25
4.2. Operaciones:	26
CAPÍTULO III: APORTES	31
CONCLUSIONES	41
RECOMENDACIONES	42
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Población total por distrito de la Provincia de Lima, proyectada año 2018 - 2020	11
Tabla 2 Fuentes de agua para riego agrícola y áreas verdes	15
Tabla 3 Lista de especies arbóreas de bajo consumo de agua.....	20
Tabla 4 Requerimiento hídrico de las especies forestales en su estado juvenil y mediano	21
Tabla 5 Lista de especies disponibles en los viveros de SERPAR.	29
Tabla 6 Lista de especies propagadas en los viveros de SERPAR.	35
Tabla 7 Lista de especies instaladas en cada Bosque Educativo, en cantidad y porcentaje.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Lima Metropolitana	5
Figura 2 Ubicación del área en el distrito de Ancón	6
Figura 3 Ubicación del área en el distrito de Ancón	6
Figura 4 Organigrama de la Empresa.....	8
Figura 5 Distribución de plantas de aguas residuales (PTAR).....	24
Figura 6 Condición inicial del terreno en Ancón	25
Figura 7 Condición inicial del terreno en Villa El Salvador	26
Figura 8 Diseño de plantación tresbolillo	28
Figura 9 Boceto del Bosque Educativo Municipal del Norte, Ancón.....	31
Figura 10 Boceto del Bosque Educativo Municipal del Sur, VES.....	32
Figura 11 Terreno afirmado para plantaciones en VES	32
Figura 12 Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Parque Zonal Huáscar VES....	33
Figura 13 Lagunas de oxidación en Ancón.....	34
Figura 14 Plantaciones de mejjos en VES	36
Figura 15 Plantones de casuarina en VES.....	36
Figura 16 Plantaciones de mejjos en Ancón	37
Figura 17 Vista panorámica Bosque Educativo Municipal del Norte, Ancón	37
Figura 18 Vista panorámica de una parte del Bosque Educativo Municipal del Sur, VES	38

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional se desarrolla en la temática del arbolado urbano, los árboles urbanos han sido reconocidos desde hace tiempo por los importantes beneficios sociales, económicos y ambientales que brindan a las ciudades, tanto son los beneficios, que actualmente, el arbolado urbano está relacionado directamente con el paisaje de la ciudad, y se expanden a medida que crecen las poblaciones urbanas. En algunos casos, los árboles habitan en condiciones de crecimiento limitado, sea por la baja disponibilidad de agua para riego o por espacios dominados por las construcciones, calles, centros comerciales, etc., y terminan comprometiendo en muchos casos la supervivencia de esos árboles. Es por ello, que las municipalidades, responsables del manejo de las áreas verdes y arbolado urbano, deben estar siempre atentos a este tipo de casos. En este trabajo descriptivo se identifican algunos factores que pueden limitar a la adaptabilidad y adecuado desarrollo del arbolado urbano en zonas baldías en recuperación, y es de vital importancia plantear alternativas de solución. Dentro de las limitantes más importantes está la disponibilidad de agua, la calidad del suelo y la selección de especies. Para dichas limitantes se plantean alternativas de solución, como lo son: el diseño, la mejora de la calidad del suelo, plantas de bajo requerimiento hídrico y el uso de aguas residuales tratadas.

Palabras clave: arbolado urbano, diseño, calidad de suelo, especies, aguas tratadas, Lima.

ABSTRACT

The present work of professional sufficiency is developed on the theme of urban trees, urban trees have long been recognized for the social importance: economic and environmental benefits they provide to cities, both are the benefits that currently, urban trees it is directly related to the landscape of the city, and they expand as urban populations grow. In some cases, trees live in conditions of limited growth, either due to the low availability of water for irrigation or by spaces dominated by buildings, streets, shopping centers, etc., in some cases, that limited growth conditions end up compromising the survival of these trees lives. That is why the municipalities, responsible for the management of green areas and urban trees, must always be attentive to this type of cases. This descriptive work identifies some factors that may limit the adaptability and adequate development of urban trees in uncultivated recovery areas, where it is vitally important to propose alternative solutions. The most important limitations are the availability of water, the quality of the soil and the selection of species. For these limitations, alternative solutions are proposed, such as: design, improvement of soil quality, plants with low water requirements and the use of treated wastewater.

Keywords: urban trees, design, soil quality, species, treated water, Lima.

PRESENTACIÓN

El éxito de las arborizaciones en cualquier tipo de zona, está sujeto a las decisiones de selección de especie y a un adecuado manejo silvicultural acorde al objetivo de la arborización. Al iniciarse el ejercicio laboral en la empresa Servicio de Parques de Lima (SERPAR) se encontró que disponían de diversos terrenos libres, disponibles para implementación de áreas verdes incluyendo las arborizaciones. Estos terrenos eran vulnerables a posibles invasiones; asimismo, algunos de ellos eran utilizados como relleno sanitario, punto de acumulación de maleza y desmonte. Visualmente, evidenciaban un suelo pobre, desgastado y maltratado por la presencia de basura y por intentos de invasión, difícil de recuperar y rehabilitar. Además, los escasos recursos económicos con los que contaba la empresa para la implementación de áreas verdes y arbolado urbano, limitaban realizar un estudio de suelo adecuado y la implementación de un sistema de riego que favoreciera el éxito de una arborización. Las decisiones tomadas para llevar a cabo la recuperación y rehabilitación, fue mejorar el suelo, seleccionar especies adecuadas según el tipo de suelo y utilizar aguas tratadas.

Las metas asignadas durante el trabajo profesional fueron la rehabilitación y recuperación de 2 terrenos disponibles, el primero con una extensión de 112 has ubicado en el distrito de Ancón, y el otro terreno con una extensión de 10 has ubicado en Villa El Salvador. Para llevar a cabo estas metas, se puso en práctica los conocimientos vinculados al campo temático de Biodiversidad de Ecosistemas Forestales, los cuales fueron adquiridos durante los años de estudio de la carrera profesional de Ingeniería Forestal; para ello, se consideró los temas de arboricultura urbana y manejo silvicultural.

El presente trabajo expone la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la formación como ingeniero forestal en el ámbito laboral en SERPAR. Muestra las problemáticas, las alternativas de solución y la metodología para llevar a cabo la rehabilitación de los terrenos baldíos, convirtiéndolos en lugares verdes de arbolado urbano, con fines ambientales, recreativos y educativos, a través de diversas técnicas de la arboricultura urbana.

INTRODUCCIÓN

Lima, es la quinta ciudad más poblada de América Latina con cerca de un tercio de la población total del Perú y es la segunda ciudad desértica más grande del mundo, después de El Cairo. Para una ciudad tan grande con casi 10 millones de habitantes, se requiere de extensas áreas verdes con arbolado urbano que brinden diversos beneficios ambientales, sociales, económicos y de biodiversidad a las zonas urbanas y periurbanas.

Ante la escasez de extensas áreas dedicadas al arbolado urbano, existe la necesidad de aumentar y mejorar estas áreas. Servicio de Parques de Lima (SERPAR) cuenta con amplios terrenos libres dentro de Lima Metropolitana, uno de los grandes problemas que se encontró al integrarme al trabajo, es que algunos de los terrenos pertenecientes a la empresa, son zonas baldías, llenos de desmonte, otros simplemente vacíos y que son utilizados como centros de acopio de maleza y otros residuos orgánicos e inorgánicos. Para recuperar estas áreas, se tomó la decisión de arborizar, instalando árboles forestales con recursos propios de la empresa dentro de estos terrenos y convertirlos en zonas recreativas y educativas, para generar beneficios ambientales, sociales y económicos.

En el pasado, los árboles en zonas urbanas eran considerados principalmente por el beneficio estético u ornamental; pero hoy en día, los árboles se consideran como elementos que presentan múltiples beneficios, ya que cumplen un rol muy importante para mitigar los efectos del cambio climático y favorecen la sostenibilidad de las ciudades; así como también, para la reducción de ruido, barreras cortaviento, refugio

de fauna, reducción de radiación solar a través de sombra y evapotranspiración, entre otros (Alvarado, *et al.*, 2014).

Actualmente, el arbolado urbano está directamente relacionado con el paisaje de la ciudad, que se expande a medida que crecen las poblaciones urbanas. (Dearborn y Kark, 2010, citado por Montoya, M., 2019). Sin embargo, a pesar de los beneficios que brindan a la ciudad, los árboles encuentran muchas limitantes para su crecimiento y desarrollo, desde la baja disponibilidad de agua hasta los espacios reducidos por construcciones, calles, veredas, paso de cables eléctricos subterráneos y aéreos, tránsito vehicular y peatonal.

El desinterés de las autoridades, empresas privadas y público en general, al presentarse casos de podas severas o retiros de árboles sanos por campañas publicitarias, por mantenimiento o instalación de cableados y por proyectos de construcción de edificaciones y de pistas, también limitan el desarrollo adecuado del arbolado urbano. Por ello, el manejo, control y protección de estos árboles urbanos ubicados, sobre todo en áreas verdes públicas, están principalmente a cargo de las municipalidades, quienes son las responsables de llevarlo a cabo, ya sea directamente o designando a una empresa privada. (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2014).

Según el Instituto Metropolitano de Planificación (2010) cerca del 70% de la población peruana vive en ambientes urbanos que crecen en forma acelerada y poco planificada, y el metro cuadrado de área verde existente por habitante, en Lima Metropolitana, varía entre 1.04 a 6.66 m²/hab, y muchas de estas zonas cuentan con áreas cimentadas, como lozas deportivas. Romero (2017) menciona que, para tener una buena calidad de vida, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda tener un estándar mínimo de 9m² de área verde por habitante; sin embargo, este

estándar no es respetado por muchas ciudades y autoridades, debido al incremento de la población, a la necesidad de viviendas y al desconocimiento de la importancia que tienen en pro del desarrollo del ser humano.

Según el Ministerio del Ambiente (2018) de acuerdo a la cantidad de habitantes en la ciudad de Lima esta se encuentra por debajo del estándar recomendado por la Organización Mundial de la Salud. Y cada vez esta cifra va disminuyendo debido a factores como la mala selección de especies, el descuido en el mantenimiento por parte de las municipalidades y la baja disponibilidad de agua (Quispe, 2017).

Es muy importante las labores que se vienen realizando hoy en día, con la implementación y repotenciación del verde urbano en la ciudad a través de las arborizaciones, las cuales ayudan a la mitigación del cambio climático y al mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

En el presente trabajo se expone la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la formación como ingeniero forestal en el ámbito laboral; el objetivo general es: Demostrar que es posible la rehabilitación y recuperación de las zonas baldías a través de las arborizaciones en los terrenos baldíos de la empresa, instalando árboles urbanos de acuerdo con el diseño y especies forestales seleccionadas. Siendo los objetivos específicos: a. Definir el diseño para la implementación de las plantaciones en cada uno de los terrenos de SERPAR; b. Elegir las especies forestales arbóreas adecuadas según el tipo de suelo, clima y disponibilidad de agua y c. Ejecutar la implementación del arbolado urbano de acuerdo a las especies seleccionadas.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1. Descripción de la empresa:

El Servicio de Parques de Lima (SERPAR LIMA), es un organismo público descentralizado con autonomía económica, técnica y administrativa, que está sujeto al control directo de su gestión por la Municipalidad Metropolitana de Lima, sin perjuicio de la acción fiscalizadora de los organismos que conforman el Sistema Nacional de Control.

SERPAR LIMA tiene como función la promoción, organización, administración, desarrollo y mantenimiento de los parques metropolitanos, parques zonales, zoológicos y botánicos de la provincia de Lima, con fines recreacionales, culturales, deportivos y de preservación del medio ambiente. Así como, la regulación evaluación y control de las áreas verdes que impacten sobre el medio ambiente metropolitano.

1.1. Ubicación:

SERPAR LIMA se encuentra ubicado en la ciudad de Lima-Perú, con dirección fiscal en Jr. Lampa N°182, Urb. Lima, Cercado de Lima. A su vez, cuenta con diversas áreas, como parques zonales, parques metropolitanos, bosques, áreas libres, etc., en diferentes partes de Lima Metropolitana.

Sin embargo, la aplicación del trabajo se realizó en los distritos de Ancón y Villa El Salvador. El primero, con un área 112 has, se encuentra ubicado entre el km. 41 y 42 de la carretera Panamericana Norte, Ancón; y el segundo, con un área de 10 has, se encuentra ubicado dentro del Parque Zonal Huáscar, Villa El Salvador. Ver Figura 1, 2 y 3.



Figura 1 Mapa de Lima Metropolitana

Fuente: SINEACE, 2017



Figura 2 Ubicación del área en el distrito de Ancón

Fuente: Elaboración propia en base a imágenes de Google Earth



Figura 3 Ubicación del área en el distrito de Ancón

Fuente: Elaboración propia en base a imágenes de Google Earth

1.2.Actividad:

El SERPAR LIMA, a través de la Gerencia de Áreas Verdes (GAV) ejecuta acciones de mantenimiento de las áreas verdes de los espacios que administra, como los parques metropolitanos, parques zonales y otras áreas verdes ubicados en los terrenos de Ancón, o espacios que se le encarga bajo la suscripción de convenios.

La GAV al ser el órgano rector encargado de la dirección técnica de la gestión orientada a la conservación y mejoramiento de las áreas verdes, es la responsable de la planificación, diseño paisajístico, organización y supervisión

de todas las actividades programadas de mantenimiento de áreas verdes, a ejecutarse en los espacios que administra SERPAR LIMA, o que se le encarga por convenio.

1.3.Misión y visión:

SERPAR tiene como misión, gestionar el sistema de parques zonales y metropolitanos mediante acciones de carácter recreativo, cultural y ambiental, para mejorar la calidad de vida de la población. Y su visión, es que Lima sea una ciudad ecológica, con recreación, educación y cultura.

1.4. Organización:

El organigrama presenta las áreas donde se desarrolló la aplicación del trabajo profesional (Ver Figura 4). Ver Anexo 1, sobre organigrama general de la empresa.



Figura 4 Organigrama de la Empresa

Fuente: Elaboración propia en base al organigrama de SERPAR (2020)

2. Descripción general de la experiencia:

Dentro de la organización se realizó proyectos de arborizaciones en convenio con diversas municipalidades, capacitaciones al personal de áreas verdes y concientización a la población en general. Asimismo, se participó dentro del proyecto de las creaciones de los “Bosques Educativos Municipales” de SERPAR, desarrollo de escuelas ambientales a través de charlas educativas a estudiantes y visitantes dentro de estos bosques; así como también, la difusión de los proyectos y actividades del manejo de las áreas verdes dentro de la institución y en ferias educativas; además de la supervisión del manejo e implementación de las áreas verdes en los Parques Zonales de SERPAR.

2.1. Actividad desempeñada:

Los proyectos denominados “Bosque Educativo Municipal del Norte” y “Bosque Educativo Municipal del Sur”, se realizaron en dos terrenos de SERPAR ubicados en los distritos de Ancón y Villa El Salvador, respectivamente.

Se estuvo a cargo de la selección e instalación de especies forestales arbóreas para la recuperación de ambos terrenos, según el diseño establecido y los procedimientos correctos de una plantación.

2.2. Nombre original del proyecto de desarrollo:

En este caso, la realización del proyecto fue práctico y a modo de prueba, no se realizó ningún documento escrito previo a la ejecución del proyecto.

La finalidad del proyecto fue recuperar esas áreas, y así evitar pérdidas de terrenos destinados a áreas verdes a consecuencia de potenciales invasiones.

2.3. Resultados obtenidos:

Se logró convertir las zonas baldías y con peligro de invasiones en lugares recreativos, educativos y con fines ambientales. Además, este proyecto ha logrado generar beneficios ambientales y mejorar la calidad de vida de la población aledaña; así como, generar ingresos a la organización a través de visitas de diversas instituciones.

CAPÍTULO II: FUNDAMENTACIÓN

1. Situación actual

Lima, es la ciudad capital de la República del Perú. Se encuentra situada en la costa central del país a orillas del Océano Pacífico, conformando una extensa y populosa área urbana conocida como Lima Metropolitana, flanqueada por el desierto costero y extendida sobre los valles de los ríos Chillón, Rímac y Lurín (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2020).

Según Olembó, R. y De Rham, P. (s.f.) la calidad de vida en una zona urbana, depende en gran medida de la cantidad y calidad del espacio verde, que consiste del arbolado urbano, existente dentro de ello o en sus proximidades. Asimismo, mencionan que, según la rápida tasa de urbanización registrada en todo el mundo, se espera que la silvicultura urbana se convierta en una rama muy importante de las ciencias forestales.

El crecimiento de la población urbana, es mucho mayor en los países en desarrollo que en los desarrollados. La falta de árboles y de espacios verdes en los países en desarrollo, es solo un aspecto de la situación ambiental frecuentemente desastrosa de muchas de las nuevas zonas urbanas. (Olembó, R. & De Rham, P., s.f.).

Al 2018, la provincia de Lima, comprendida por sus 43 distritos, tiene una población de 9 millones 320 mil habitantes (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018), y según la proyección del INEI para el 2020, serán 9 millones 629 mil habitantes, donde los distritos de Ancón y Villa El Salvador tendrán una población de 83 mil y 424 mil habitantes respectivamente. (INEI, 2020). Ver Tabla 1.

Tabla 1 Población total por distrito de la Provincia de Lima, proyectada año 2018 - 2020

Ubigeo	Distrito	2018	2019	2020
150000	DEP. LIMA	10,180,641	10,416,139	10,628,470
150100	LIMA	9,256,429	9,476,975	9,674,755
150101	LIMA	271,324	269,769	267,379
150102	ANCÓN	70,294	76,357	82,677
150103	ATE	633,470	652,900	670,818
150104	BARRANCO	35,467	35,745	35,915
150105	BREÑA	90,920	92,153	93,111
150106	CARABAYLLO	361,168	380,890	400,414
150107	CHACLACAYO	43,503	43,897	44,157
150108	CHORRILLOS	342,762	349,855	355,978
150109	CIENEGUILLA	36,509	37,815	39,055
150110	COMAS	557,093	566,314	573,884
150111	EL AGUSTINO	213,968	218,277	221,974
150112	INDEPENDENCIA	219,569	221,551	222,850
150113	JESÚS MARÍA	78,791	80,377	81,743
150114	LA MOLINA	154,950	157,820	160,244
150115	LA VICTORIA	188,588	188,900	188,619
150116	LINCE	58,668	59,213	59,578
150117	LOS OLIVOS	345,159	349,100	351,983
150118	LURIGANCHO	260,050	271,822	283,231
150119	LURÍN	99,924	104,770	109,506

150120	MAGDALENA DEL MAR	62,406	63,856	65,139
150121	PUEBLO LIBRE	90,244	92,250	94,010
150122	MIRAFLORES	104,334	106,735	108,855
150123	PACHACAMAC	126,129	134,104	142,133
150124	PUCUSANA	15,421	16,032	16,615
150125	PUENTE PIEDRA	362,799	379,550	395,819
150126	PUNTA HERMOSA	17,876	19,966	22,230
150127	PUNTA NEGRA	7,652	7,955	8,243
150128	RÍMAC	178,962	179,892	180,260
150129	SAN BARTOLO	8,147	8,442	8,722
150130	SAN BORJA	122,913	125,183	127,102
150131	SAN ISIDRO	65,861	66,878	67,703
150132	SAN JUAN DE LURIGANCHO	1,123,889	1,152,258	1,177,629
150133	SAN JUAN DE MIRAFLORES	402,989	408,538	412,865
150134	SAN LUIS	55,410	55,688	55,793
150135	SAN MARTÍN DE PORRES	712,545	729,268	744,050
150136	SAN MIGUEL	164,836	169,282	173,309
150137	SANTA ANITA	214,625	218,514	221,776
150138	SANTA MARÍA DEL MAR	1,067	1,106	1,142
150139	SANTA ROSA	31,021	34,361	37,940
150140	SANTIAGO DE SURCO	385,178	397,082	408,086
150141	SURQUILLO	98,159	99,397	100,339
150142	VILLA EL SALVADOR	415,391	420,278	423,887
150143	VILLA MARÍA DEL TRIUNFO	426,398	432,835	437,992

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018.

En la Tabla 1, se muestra la cantidad de habitantes proyectadas al 2019 y 2020 por cada uno de los 43 distritos de Lima Metropolitana. Para el 2020, en Ancón se proyecta un aumento de más de 10,00 habitantes, dando un total de 82,677; sin embargo, para Villa El Salvador, el aumento es de casi 8 mil habitantes, resultando el total de 423,887.

El crecimiento descontrolado de las ciudades lleva a alteraciones drásticas del

paisaje, trayendo consigo problemas en el funcionamiento de la ciudad, en la preservación de la biodiversidad y en la calidad de vida de la población. Es por eso, que la arborización urbana adquiere un papel importante al mejorar la calidad de vida de la población en diferentes aspectos. Uno de los beneficios más importantes, es el relacionado con el enfriamiento o la regulación de la temperatura en las ciudades, ya que las plantas tienen la capacidad de absorber energía radiante a través de la transpiración (Agudelo, M., Becerra, W., Bohórquez, E., Garzón, J., 2019).

Otros beneficios del arbolado urbano, son: la disminución de contaminantes atmosféricos, por medio de la captación de gases a través de los estomas de las hojas absorben carbono; la emisión de compuestos orgánicos volátiles, que son compuestos químicos naturales para la obtención de aceites esenciales resinas y otros; y los efectos energéticos en las construcciones, ya que los árboles actúan como cortavientos y reducen los requerimientos de calefacción en invierno y aportan sombra en verano, reduciendo el uso de aire acondicionado (Gonzales C. , 2002).

Según De La Colina, R. & Secca, J. (2020), la OMS señala que la existencia de espacios libres con arbolado urbano, es una necesidad cada vez más urgente a nivel nacional e internacional. Y las estimaciones de las áreas verdes urbanas son de competencia municipal, quienes asumen su mantenimiento y planificación; por tal motivo no existe un método estandarizado que utilicen los municipios para el cálculo de la superficie de área verde urbana en su jurisdicción. Según los indicadores, para el 2018, el distrito de Ancón cuenta con 3.66 m² de área verde / habitante, y el distrito de Villa El Salvador con 1.47 m² de área verde / habitante (Ministerio del

Ambiente, 2018).

La necesidad de tener de áreas verdes, arbolado urbano y espacios libres con fines recreativos en ambos distritos, es alta, se requiere de espacios verdes que mitiguen la contaminación aledaña y generen beneficios ambientales a la población. Los distritos de Ancón y Villa El Salvador, aún cuentan con espacios disponibles que pueden ser convertidos en áreas verdes.

2. Problemática

Existen varios factores que pueden limitar al adecuado desarrollo de los árboles urbanos en ambos terrenos de los distritos de Ancón y Villa El Salvador.

2.1. Disponibilidad de agua:

La disponibilidad de agua, es un factor determinante para el establecimiento y desarrollo de áreas verdes y arbolado urbano. Distritos como Ancón y Villa El Salvador, cuentan con grandes extensiones de terrenos reservados para tal fin; sin embargo, no se han podido implementar por la falta de agua para riego.

Según Cornejo (2014) existen cinco diferentes fuentes de agua para el riego agrícola y de áreas verdes de la ciudad, como: ríos, canales de riego, red pública de agua potable, agua de pozo transportada por camiones cisterna y plantas de tratamiento de agua residual (PTAR). Ver Tabla 2.

Tabla 2 Fuentes de agua para riego agrícola y áreas verdes

Origen del agua	Entidad	Tarifa (S//m³)
Agua de río	Junta de usuarios de los ríos.	0.03
Canales de riego	Comisión de regantes del sub sector de riego surco.	0.29 - 0.57
Agua potable	SUNASS	4.49 - 4.81
Agua de pozos privados	Municipalidades	1.28 - 1.71
Aguas residuales tratadas	Planta de tratamiento de aguas residuales.	0.23 - 0.54

Fuente: Cornejo, 2014

Según el artículo N° 77, del reglamento para la Gestión de las plantaciones forestales y los sistemas agroforestales (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, 2015) señala que el mantenimiento de especies arbóreas y arbustivas, dentro y en la periferia urbana, con fines de ornamentación, recuperación de áreas degradadas, esparcimiento, etc., se realizará utilizando preferentemente agua de canal o residual tratada. En ese sentido, las necesidades de riego dependerán de: tipo de planta, especie, clima de la zona, temperatura, humedad y del tipo de suelo de la zona.

2.2. Calidad del suelo:

El suelo es el sustrato básico para las plantas, ya que capta, retiene y emite agua, también proporciona los nutrientes almacenados de forma natural para el crecimiento y desarrollo de las plantas, y les ayuda en el anclaje para sostener toda la parte aérea con la que realizan la fotosíntesis.

Las características físicas del suelo son parte necesaria en la evaluación de calidad, ya que no se pueden mejorar fácilmente. Estas características reflejan la manera en la que el suelo acepta, retiene y transmite agua a las plantas; así como, las limitaciones que se pueden encontrar en el crecimiento de las raíces, la emergencia de las plántulas, la infiltración o el movimiento del agua dentro del perfil (Bautista, A., Etchevers, J., Del Castillo, R., Gutierrez, C., 2004).

El problema de los suelos urbanos, es que producto de la influencia antrópica y sus prácticas de manejo, terminan afectando su calidad. Dichos suelos tienden a tener características de ser muy densos y poco porosos, lo que repercute en la capacidad de conducir y retener agua, aire y nutrientes, alta salinidad y bajo contenido de materia orgánica (Alvarado, A., Guajardo, F., Devia, S., 2014).

2.3. Selección de plantas:

El punto clave para el éxito de la plantación en condiciones de escasez de agua o adaptación en suelos arenosos, es la selección adecuada de plantas. Para ello, es esencial conocer las características del suelo y las necesidades hídricas de las especies a seleccionar.

A nivel económico, la selección de plantas es importante, ya que hace que se economice en elementos necesarios para su mantenimiento, desde mano de obra hasta en el uso de agua (Cornejo, 2014).

Según SENAMHI (2020), Lima al pertenecer a la zona costera, presenta un clima semi cálido, con una clasificación de desértico-árido-subtropical. Presenta una temperatura media anual de 18° a 19°C, con presencia de cielo nuboso y escasa o nula precipitación, tipificándola como zona árida. Las lluvias son muy escasas en la mayor parte del año, excepto en los años que hay presencia del Fenómeno El Niño, ocasionando lluvias de moderada a fuerte intensidad.

De acuerdo a las características señaladas, se debe considerar las especies correctas para el adecuado crecimiento y desarrollo de los árboles, y así conseguir el éxito de la adaptación y producción de la descendencia.

3. Alternativas de solución

El arbolado urbano de Lima, componente de las áreas verdes, brinda numerosos beneficios al ser humano, desde beneficios sociales y ambientales, hasta beneficios económicos. A pesar de que puedan existir dificultades o limitantes para implementar árboles en la ciudad, como se menciona en el punto anterior, todas cuentan con las alternativas de solución que se presentan a continuación:

3.1.Diseño:

El diseño de espacios verdes, es el proceso técnico-creativo que permite intervenir sobre áreas urbanas sin fin específico, para reinventarlas o simplemente para convertirlas en espacios útiles para los ciudadanos. En el diseño se debe incluir áreas de recreación, deportes, áreas de descanso, y senderos para peatones (BibLus, 2020).

Se debe tener en cuenta que el diseño es esencial para implementar árboles urbanos, se deben elegir especies arbóreas de acuerdo al clima, tipo de suelo y al requerimiento de agua de cada especie; así como, la disponibilidad de agua y distanciamiento entre plantas. Se pueden hacer diseños de planos a través de programas informáticos o croquis y/o bocetos de manera manual, los cuales ayudarán a distribuir las plantas según las especies o parámetros requeridos.

Además, se pueden incorporar otras plantas ornamentales, como las herbáceas, flores, suculentas, cubresuelos, entre otras, como parte decorativa de la parte baja de los árboles urbanos o zonas recreativas. Así como también, elementos decorativos complementarios, como caminos de piedras, pérgolas, etc.

3.2.Mejora del suelo:

Se puede determinar la textura del suelo de forma sencilla: un suelo arcilloso se adhiere bastante a los dedos, es fácilmente moldeable, las partículas no son

visibles y la superficie brilla levemente; un suelo limoso se adhiere a los dedos, se moldea con dificultad, las manos quedan con apariencia grasosa y las partículas son brillantes; y un suelo arenoso no se pega en los dedos y no se moldea como una masa y el suelo permanece suelto. (Alvarado, A., Guajardo, F., Devia, S., 2014).

Los suelos arenosos pueden mejorarse con el aporte de abono orgánico, el cual libera nutrientes de forma lenta y mejora las propiedades del suelo, se debe enterrar para aumentar la capacidad de almacenamiento de agua. Otra forma de mejora es la incorporación de mulching o acolchado, el cual ayuda al aumento de almacenamiento de agua mediante la disminución de pérdida por evaporación (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2020).

3.3.Plantas de bajo requerimiento hídrico:

Existe una gran variedad de plantas que son poco exigentes en agua, desde diversas suculentas hasta cubresuelos, herbáceas, arbustos y árboles; estos últimos, además de tolerar la escasez de agua, proporcionan sombra y frescura.

El uso de especies nativas o especies originarias de zonas áridas o semiáridas, asegura la resistencia de la planta a la falta de agua que comúnmente existe en la zona, ya que ellas han desarrollado estrategias de adaptación para enfrentar y superar la falta de agua y poseen características físicas que le permiten

sobrevivir (Brescia, 2010).

Por otra parte, Brescia (2010) menciona que las plantas que se desarrollan en zona costera, tienen vegetación diferente porque crecen en suelos arenosos, donde el agua se filtra con facilidad y se evapora rápidamente, debido a la intensidad solar y la brisa marina. En la Tabla 3 se muestran las especies arbóreas de bajo requerimiento hídrico que pueden desarrollarse en Lima.

Tabla 3 Lista de especies arbóreas de bajo consumo de agua

N°	Nombre común	Nombre científico
1	Mimosa	<i>Acacia cyanophylla</i>
2	Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>
3	Huarango	<i>Acacia macracantha</i>
4	Acacia de seda	<i>Acacia julibrissin</i>
5	Albizia	<i>Albizia lebeck</i>
6	Pata de vaca	<i>Bauhinia aculeata</i>
7	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i>
8	Calistemo	<i>Callistemo sp.</i>
9	Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i>
10	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
11	Algarrobo europeo	<i>Ceratonia siliqua</i>
12	Ceibo	<i>Chorisia speciosa</i>
13	Uva de mar	<i>Coccoloba urifera</i>
14	Ponciana real	<i>Delonix regia</i>
15	Eucalipto rojo	<i>Eucalyptus camadulensis</i>
16	Ficus	<i>Ficus benamina</i>
17	Grevilea	<i>Grevillea robusta</i>
18	Falso boliche	<i>Harpulia arborea</i>
19	Jacarandá	<i>Jacaranda acutifolia</i>
20	Papelillo	<i>Koelreuteria paniculata</i>
21	Árbol de Júpiter	<i>Lagerstroemia indica</i>
22	Magnolia	<i>Magnolia grandiflora</i>
23	Malaleuca	<i>Malaleuca sp.</i>
24	Melia	<i>Melia azederach</i>
25	Arrayán	<i>Myrsianthes ferreyrae</i>

26	Olivo	<i>Olea europeae</i>
27	Palo verde	<i>Parkinsonia aculeata</i>
28	Algarrobo	<i>Prosopis pallida</i>
29	Sauco	<i>Sambucus peruviana</i>
30	Boliche	<i>Sapindus saponaria</i>
31	Molle serrano	<i>Schinus molle</i>
32	Támarix	<i>Tamarix aphylla</i>
33	Huaranhuay	<i>Tecoma stans</i>
34	Tipa	<i>Tipuana tipu</i>

Fuente: Brescia (2010)

A pesar de ser plantas con bajo requerimiento hídrico, entre ellas existe diferencias en la cantidad de agua necesaria para cada planta y de la capacidad para tolerar las sequías. Bulnes, F.; Orrego, M.; Terán, A. (2017) nos muestran una lista de 40 especies forestales adaptables a la zona urbana de Lima con sus requerimientos hídricos en estado juvenil y mediano, en época de verano e invierno. Ver Tabla 4.

Tabla 4 Requerimiento hídrico de las especies forestales en su estado juvenil y mediano

N°	Nombre Común	Riego (litros quincenales)			
		Árbol joven		Árbol mediano	
		Verano	Invierno	Verano	Invierno
1	Álamo	66	38	176	103
2	Algarrobo	31	18	101	59
3	Calistemo	37	22	74	43
4	Caoba	58	34	235	137
5	Casuarina	72	42	143	84
6	Caucho	52	31	209	122
7	Cedro	64	38	256	150

8	Ceibo	59	34	236	138
9	Ciprés	60	36	242	141
10	Eucalipto de la costa	53	31	212	124
11	Eucalipto de la sierra	61	36	163	95
12	Falso boliche	78	45	156	91
13	Ficus	50	46	199	116
14	Fresno	72	42	149	87
15	Grevilea	70	41	193	113
16	Huaranguillo	21	13	35	20
17	Huaranguay	32	18	52	31
18	Jacaranda	41	24	163	95
19	Melia	68	39	179	105
20	Mimosa	33	19	62	36
21	Mioporo	37	22	74	43
22	Molle costeño	38	22	152	89
23	Molle peruano	27	16	108	63
24	Mora	66	39	132	77
25	Oreja de negro	44	26	175	102
26	Palmera abanico	42	25	85	50
27	Palmera fenix	60	34	158	93
28	Palmera hawaiana	30	18	48	28
29	Palmera robelina	23	13	39	23
30	Palmera roja	55	32	111	65
31	Palmera verde	45	25	85	50
32	Palo verde	44	26	175	102
33	Papelillo	28	16	94	55
34	Ponciana	37	22	147	86
35	Sauce	66	38	182	106
36	Sauce llorón	44	26	175	102
37	Támarix	41	24	83	48
38	Tara	36	21	72	42
39	Tipa	36	21	143	84
40	Tulipán africano	72	42	149	87

Fuente: Bulnes, Orrego y Terán (2017)

3.4. Uso de aguas residuales tratadas:

Cuando las aguas residuales de origen doméstico se tratan adecuadamente para su reutilización, pueden emplearse de forma segura para irrigar frutales, hortalizas y plantas ornamentales. Ya que, al contener nutrientes como carbono orgánico, nitrógeno, fósforo y potasio, permiten un uso más intensivo de la tierra y mejoran el vigor de las plantas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2015).

Las aguas tratadas pueden ser utilizados como agua de riego y fertilizante orgánico para los árboles urbanos, especialmente en áreas que no han sido cultivadas, áreas abandonadas o baldías. Lima cuenta con 19 plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), una en cada distrito diferente a cargo de SEDAPAL (Ver Figura 5). La PTAR, asegura que no dañe el ecosistema y que el agua tratada pueda ser llevada sin contaminantes al mar; o en algunos casos, permite que el agua sea reusada y destinada a la agricultura, industria, etc. (Servicio de agua potable y alcantarillado de Lima, SEDAPAL., 2017).



Figura 5 Distribución de plantas de aguas residuales (PTAR)

Fuente: SEDAPAL, 2017

Otra forma de tratar las aguas residuales, es a través de las lagunas de oxidación o de estabilización, que son depósitos construidos mediante la excavación y compactación de la tierra, donde almacenan agua de cualquier calidad por un periodo determinado. Funcionan básicamente por la actividad bacteriana y las relaciones simbióticas con las algas y otros organismos. Su característica principal es el manejo sencillo del agua residual (Gonzales M., 2016).

4. Metodología

Para poder generar el plan de trabajo de la recuperación y rehabilitación de ambos terrenos, se utilizaron los criterios de manejo y diseño de áreas verdes, y de la

arboricultura urbana, como la ubicación, la selección y el establecimiento de las especies. Para ello, se evaluó la situación actual y se ahondó en los detalles que generaban la problemática citada en el apartado anterior.

4.1. Reconocimiento del área:

El terreno de Ancón, denominado “Bosque Educativo Municipal del Norte”, se encuentra entre el km 41 y 42 de la carretera Panamericana Norte con coordenadas $11^{\circ}47'48''\text{S}$ y $77^{\circ}08'30''\text{W}$, y tiene una extensión de 112 ha.



Figura 6 Condición inicial del terreno en Ancón

Fuente: Autora

El terreno de Villa El Salvador, denominado “Bosque Educativo Municipal del Sur”, se encuentra dentro del Parque Zonal Huáscar con coordenadas $12^{\circ}14'07''\text{S}$ y $76^{\circ}55'35''\text{W}$, y tiene una extensión de 10 ha.



Figura 7 Condición inicial del terreno en Villa El Salvador

Fuente: Autora

Se realizó el recorrido y la inspección de ambos lugares, para definir sus características y las condiciones de trabajo. Estos terrenos no tienen un uso definido; por ello, su rehabilitación y recuperación es necesario para generar diversos beneficios. Ver Figura 6 y 7.

4.2. Operaciones:

- a) Se analizó la calidad del suelo de ambos lugares, realizando un análisis propio, in situ, de la textura y calidad del suelo. Se extrajo una cierta cantidad de sustrato y se le aplicó agua a capacidad de campo para determinar su textura; asimismo, se aplicó zumo de limón simulando al ácido clorhídrico para determinar la presencia

- de carbonato de calcio.
- b) Se procedió a realizar el diseño de la plantación a través de un boceto, y la selección de especies forestales arbóreas según las variables de tipo de suelo, disponibilidad de agua y clima, previamente identificados; así como también, según la disponibilidad de especies que se encontraban en los viveros forestales de SERPAR.

 - c) Al tratarse de un área verde también con fines recreativos y educativos, se consideró adicionar al diseño diversas áreas como pérgolas para charlas ambientales y capacitaciones, rutas de *trekking*, macizos, entre otros.

 - d) Se realizó la verificación de la existencia y disponibilidad de agua para el riego y mantenimiento de las plantas. Se designó una comisión especial para que realice los acuerdos y coordinaciones con las entidades correspondientes para que pongan a nuestra disposición el uso de sus aguas para riego, asegurando así, la viabilidad del proyecto.

 - e) Se designó cuadrillas de operarios para que realicen las labores de limpieza, retiro de desmonte y afirmado del terreno, de aproximadamente 20 has en Ancón y 5 has en Villa El Salvador. Una vez culminado se inició con la preparación del suelo para la instalación de las plantas. El personal a cargo contó con apoyo de maquinaria para el traslado y retiro de la acumulación de residuos. Estas actividades fueron realizadas durante los primeros meses, bajo la supervisión y

monitoreo frecuentemente dichas labores.

- f) Una vez concluido las labores anteriores, se aprovechó la maquinaria para incorporar abonos orgánicos en las zonas donde serían instalados los árboles, para mejorar la calidad del suelo. Estos abonos ayudarán a aumentar la retención de agua y aportarán los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas.
- g) Luego de culminado la preparación de terreno y el aseguramiento de la disponibilidad de agua para riego, se procedió a la marcación y hoyado. Al ser terrenos planos, se utilizaron los diseños triangulares (tres bolillos), teniendo siempre presente el distanciamiento mínimo de 3m según las especies seleccionadas. Como ambos lugares tienen condiciones similares, se utilizaron en su mayoría las mismas especies. Para ello, se capacitó al personal de las cuadrillas para que realicen las labores de marcado, hoyado y plantación propiamente dicha de los individuos forestales.

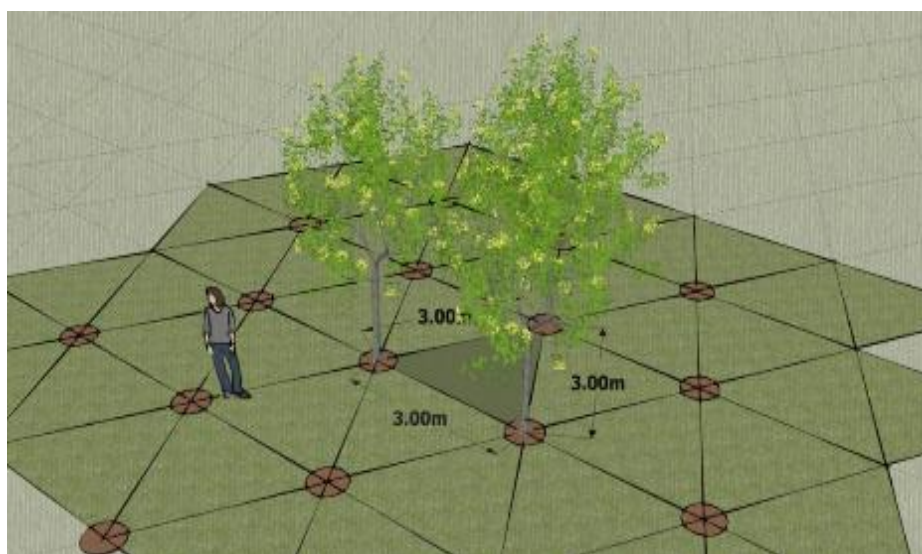


Figura 8 Diseño de plantación tresbolillo

Fuente: Permacultura México, 2008

- h) En las áreas trabajadas de los terrenos designados, se instalaron las primeras arborizaciones con la selección de 10 de las 11 especies que se tenían disponibles en ese momento en los viveros (Ver Tabla 5), y durante su crecimiento y desarrollo, cuando los árboles juveniles empezaban a engrosar el tallo, densificar su copa y en algunas ocasiones producir flores y frutos, se empezaron a realizar arborizaciones progresivas cada mes con otras especies diferentes.

Tabla 5 Lista de especies disponibles en los viveros de SERPAR.

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Riego (litros semanales)	
			Verano	Invierno
1	Calistemo	<i>Callistemon citrinus</i>	18.5	11.0
2	Casuarina	<i>Casuarina sp.</i>	36.0	21.0
3	Ceibo	<i>Ceiba speciosa</i>	29.5	17.0
4	Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	26.5	15.5
5	Huaranguay	<i>Tecoma stans</i>	16.0	9.0
6	Meijo	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	26.0	15.0
7	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	19.0	11.0
8	Molle serrano	<i>Schinus molle</i>	13.5	8.0
9	Palmera abanico	<i>Washingtonia robusta</i>	21.0	12.5
10	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i>	18.0	10.5
11	Tipa	<i>Tipuana tipu</i>	18.0	10.5

Fuente: Elaboración propia

- i) Para asegurar el éxito de la plantación y que para que provea los beneficios propuestos, el riego debía ser siempre frecuente, y con los acuerdos ya generados

se pudo disponer de agua todo el tiempo. Las cuadrillas realizaron canales de riego y se implementaron algunos puntos de agua para que llegasen a las diferentes zonas de instalación de los árboles, incluyendo nuevos canales de riego según las plantaciones progresivas que se realizaban cada cierto tiempo.

CAPÍTULO III: APORTES

Los aportes brindados y/o resultados obtenidos durante el ejercicio de la rehabilitación y recuperación fueron los siguientes:

- Se encontraron que ambos terrenos eran eriazos y baldíos, destinados a acumulación de residuos, Y los tipos de suelo de Ancón y Villa El Salvador, resultaron ser suelos arenosos, de textura ligera, de excelente aireación y de fácil drenaje, pero propenso a secarse muy fácil y no es tan fértil como la tierra. Es mucho más fácil de trabajar, pero no retiene bien el agua, ni los nutrientes. Por ello, en épocas de calor, las plantas requerirán de mayor atención de riegos frecuentes.
- Se realizaron los bocetos de ambos Bosques Educativos, según el tamaño y espacio disponible, para Ancón con una extensión de 112 ha (Ver Figura 9) y para Villa El Salvador con 5ha (Ver figura 10).

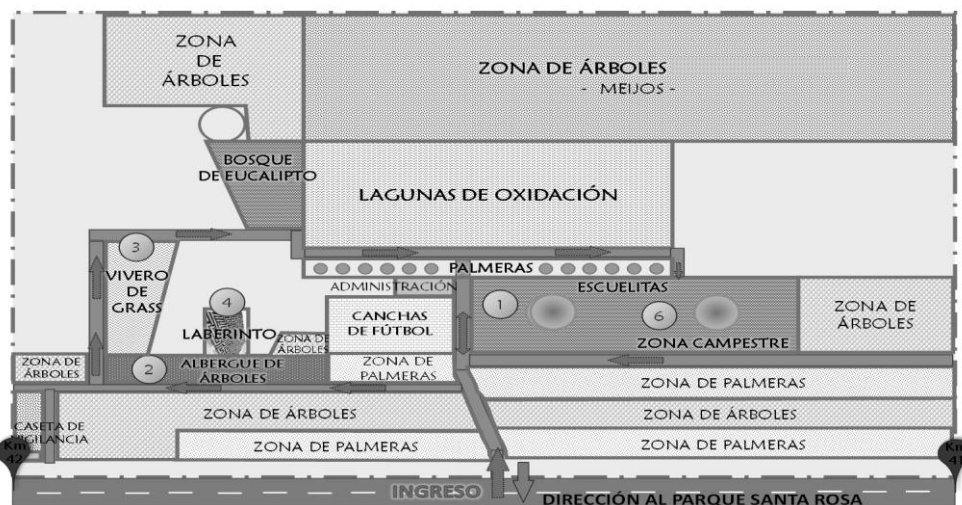


Figura 9 Boceto del Bosque Educativo Municipal del Norte, Ancón

Fuente: Elaboración propia

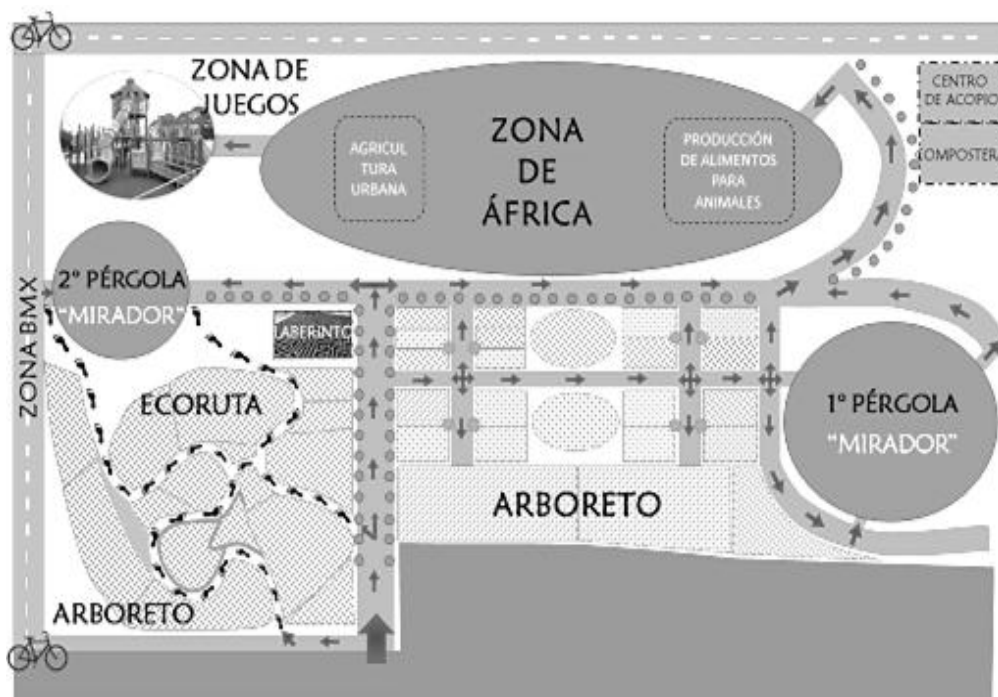


Figura 10 Boceto del Bosque Educativo Municipal del Sur, VES

Fuente: Elaboración propia

- Después del afirmado, los terrenos quedaron listos para su preparación y para la instalación de especies forestales arbóreas. Ver Figura 11.



Figura 11 Terreno afirmado para plantaciones en VES

Fuente: SERPAR, 2018

- Se dispuso de agua para riego a través de aguas residuales tratadas. La planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), ubicado dentro del Parque Zonal Huáscar que se encuentra a cargo de la empresa SEDAPAL, que por acuerdos provee de agua para la zona del Bosque Educativo Municipal del Sur (Ver Figura 12). En el norte, se cuenta con lagunas de oxidación que de manera natural van purificando el agua que sirve de riego para las plantas y para el mantenimiento del Bosque Educativo Municipal del Norte (Ver Figura 13).



*Figura 12 Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Parque Zonal Huáscar
VES.*

Fuente: SERPAR, 2019



Figura 13 Lagunas de oxidación en Ancón.

Fuente: SERPAR, 2018

- Se instalaron las primeras 10 especies forestales (Ver Figura 14, 15 y 16), y al cabo de 3 a 4 meses se instalaron más especies, ya que durante el crecimiento de las primeras arborizaciones se fueron propagando algunas especies más con las que aún no se contaban, se produjo más de 25 especies forestales arbóreas en sus dos viveros (Ver Tabla 6).

Tabla 6 Lista de especies propagadas en los viveros de SERPAR.

N°	Nombre Común	Nombre Científico
1	Álamo	<i>Populus nigra</i>
2	Algarrobo	<i>Prosopis sp.</i>
3	Calistemo	<i>Callistemun citrinus</i>
4	Casuarina	<i>Casuarina sp.</i>
5	Cedro Blanco	<i>Cedrela odorata</i>
6	Ceibo	<i>Ceiba speciosa</i>
7	Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>
8	Ficus	<i>Ficus nítida</i>
9	Fresno	<i>Fraxinus sp.</i>
10	Grevilea	<i>Grevillea sp.</i>
11	Huaranguay	<i>Tecoma stans</i>
12	Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
13	Meijo	<i>Hibiscus tiliaceus</i>
14	Melia	<i>Melia azederach</i>
15	Mioporo	<i>Mioporum sp.</i>
16	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>
17	Molle serrano	<i>Schinus molle</i>
18	Mora	<i>Morus nigra</i>
19	Palmera abanico	<i>Washingtonia robusta</i>
20	Palmera fenix	<i>Phoenix dactilefera</i>
21	Palmera hawaiana	<i>Dypsis lutescens</i>
22	Palo verde	<i>Parkinsonia aculeata</i>
23	Papelillo	<i>Koelreuteria bipinnata</i>
24	Ponciana	<i>Delonix regia</i>
25	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i>
26	Tipa	<i>Tipuana tipu</i>
27	Tulipán africano	<i>Spathodea campanulata</i>

Fuente: Elaboración propia



Figura 14 Plantaciones de mejios en VES

Fuente: SERPAR



Figura 15 Plantones de casuarina en VES

Fuente: SERPAR



Figura 16 Plantaciones de mejijos en Ancón

Fuente: SERPAR

- Hasta el año pasado, se logró implementar 25640 individuos forestales (Ver Tabla 7), entre árboles y palmeras, en el Bosque Educativo Municipal del Norte, Ancón, recuperándose el 29% (32 has) del área total.



Figura 17 Vista panorámica Bosque Educativo Municipal del Norte, Ancón

Fuente: SERPAR

- En el Bosque Educativo Municipal del Sur, Villa El Salvador, hasta el año pasado, se logró implementar 4490 individuos forestales (Ver Tabla 7), entre árboles y palmeras, recuperándose el 50% del área total.



Figura 18 Vista panorámica de una parte del Bosque Educativo Municipal del Sur, VES

Fuente: SERPAR

Tabla 7 Lista de especies instaladas en cada Bosque Educativo, en cantidad y porcentaje

N°	Nombre Común	Nombre Científico	N° Individuos		Equivalencia (%)	
			Ancón	VES	Ancón	VES
1	Álamo	<i>Populus nigra</i>	0	35	0%	1%
2	Algarrobo	<i>Prosopis sp.</i>	5	0	0%	0%
3	Calistemo	<i>Callistemon citrinus</i>	52	0	0%	0%
4	Casuarina	<i>Casuarina sp.</i>	3932	231	15%	5%
5	Cedro Blanco	<i>Cedrela odorata</i>	50	0	0%	0%
6	Ceibo	<i>Ceiba speciosa</i>	100	565	0%	13%
7	Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	2191	295	9%	7%
8	Ficus	<i>Ficus nítida</i>	420	0	2%	0%
9	Fresno	<i>Fraxinus sp.</i>	86	160	0%	4%
10	Grevilea	<i>Grevillea sp.</i>	182	50	1%	1%
11	Huaranguay	<i>Tecoma stans</i>	493	387	2%	9%
12	Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	0	50	0%	1%
13	Meijo	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	3895	160	15%	4%
14	Melia	<i>Melia azederach</i>	1710	355	7%	8%
15	Mioporo	<i>Mioporum sp.</i>	16	50	0%	1%
16	Molle costeño	<i>Schinus terebinthifolius</i>	2340	736	9%	16%
17	Molle serrano	<i>Schinus molle</i>	2	90	0%	2%
18	Mora	<i>Morus nigra</i>	1164	0	5%	0%
19	Palmera abanico	<i>Washingtonia robusta</i>	2245	314	9%	7%
20	Palmera fenix	<i>Phoenix dactilefera</i>	5358	35	21%	1%
21	Palmera hawaiana	<i>Dyopsis lutescens</i>	0	244	0%	5%
22	Palo verde	<i>Parkinsonia aculeata</i>	8	0	0%	0%
23	Papelillo	<i>Koelreuteria bipinnata</i>	630	0	2%	0%

24	Ponciana	<i>Delonix regia</i>	13	0	0%	0%
25	Tara	<i>Caesalpinia spinosa</i>	0	432	0%	10%
26	Tipa	<i>Tipuana tipu</i>	648	50	3%	1%
27	Tulipán africano	<i>Spathodea campanulata</i>	100	251	0%	6%
TOTAL			25640	4490	100%	100%

Fuente: Elaboración propia

- Se incluyeron en los diseños e implementaron elementos de ornato a ambos Bosques Educativos, como pérgolas para charlas, campos de grass, macizos de suculentas, entre otros.

- Actualmente se siguen rehabilitando las zonas restantes a través de arborizaciones por parte de SERPAR, y también en campañas con la participación de estudiantes y colaboradores de instituciones públicas y privadas. Han resultado ser espacios no solo con beneficio ambiental, sino también con beneficios sociales, educativos y generando beneficios económicos.

CONCLUSIONES

- Se logró demostrar que es posible la recuperación y rehabilitación de ambos terrenos, mediante el establecimiento y desarrollo de las más de 20 especies forestales implementadas en cada área, mostrando cada especie el engrosamiento de fuste, crecimiento en altura y densificación de la copa, sin indicios de estrés o aparición de alguna enfermedad.
- Se logró realizar los diseños mediante bocetos, de acuerdo a los conocimientos de arboricultura urbana, en concordancia con las condiciones del terreno y adicionando algunos detalles requeridos por la empresa.
- Con la aplicación de los conocimientos de silvicultura, se realizó la selección de especies, siendo muy importante el análisis de los requerimientos hídricos de cada una. Las especies seleccionadas e instaladas han logrado adaptarse a las características de cada área.
- Se logró rehabilitar el 29% del área total del terreno de Ancón y el 50% del área total del terreno de Villa El Salvador, con la implementación del arbolado urbano y el mantenimiento y riego con aguas tratadas, lo cual permitió una mejor adaptabilidad.
- El diseño y la implementación del arbolado urbano y demás elementos en los terrenos de SERPAR, han hecho posible que generen ingresos económicos a la

empresa a través de visitas con fines recreativos y educativos.

RECOMENDACIONES

- Se podría utilizar programas informáticos de diseño para un mejor nivel de detalle y proyección del área a implementar.
- Para una mejor elección y adaptación de la especie, se debe realizar una prueba de suelo en laboratorio para determinar su calidad y sus componentes, como también la capacidad de retención y drenaje.
- Se recomienda hacer evaluaciones anuales y/o realizar inventarios con un mayor nivel de detalle para cuantificar los beneficios ambientales y ver el estado fisiológico y fitosanitario de los árboles.
- Actualmente, algunos árboles instalados tienen potencial para semillero, teniendo en cuenta su fenología, características morfológicas y su calendario de producción de semillas, los viveros podrían realizar la recolección de semillas, y abastecerse con recursos propios para la producción de más plántones forestales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo, M., Becerra, W., Bohórquez, E., Garzón, J. (2019). *Impacto de la arborización urbana en la calidad de vida de los habitantes de una población: Caso Villavicencio*. Recuperado de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/13592/1/Impacto_arborizacion_urbana.pdf
- Alvarado, A., Guajardo, F., Devia, S. (2014). *Manual de plantación de árboles en áreas urbanas*. Santiago de Chile.
- Bautista, A., Etchevers, J., Del Castillo, R., Gutierrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *ecosistemas. Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente.*, 8.
- BibLus. (2020). *Diseño de espacios verdes: las 3 fases a seguir*. Recuperado de <https://biblus.accasoftware.com/es/guia-para-el-diseno-de-espacios-verdes-las-3-fases-a-seguir/>
- Brescia, R. (2010). *Paisajes verdes con poca agua. Jardines para Lima y ciudades de regiones secas*. Lima: Wust ediciones.
- Bulnes, F.; Orrego, M.; Terán, A. (2017). *Árboles y palmeras del vivero forestal. Características, requerimientos y recomendaciones de 40 especies para la arboricultura urbana*. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Cornejo, J. (2014). *Uso de aguas residuales tratadas en el mantenimiento de áreas verdes del campus de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú*.

Trabajo monográfico para optar el título de ingeniero zootecnista. Lima.

De La Colina & R; Secca, J. (setiembre de 2020). *Composición de la flora arbórea y arbustiva en cinco áreas verdes del Centro Histórico del Cusco.* Recuperado de Revista científica Guacamaya.: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/212/2121146012/html/index.html>

Gonzales, C. (2002). *Beneficios del arbolado urbano.*

Gonzales, M. (2016). *Tratamiento del agua. Lagunas de oxidación.* Recuperado de <https://www.tratamientodelagua.com.mx/lagunas-de-oxidacion-que-son/>

Instituto Metropolitano de Planificación, IMP. (2010). *Inventario de áreas verdes a nivel metropolitano.*

Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI. (enero de 2020). *PERÚ: Estimaciones y proyecciones de población por departamento, provincia y distrito, 2018 - 2020.* Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaes/Est/Lib1715/

Instituto Nacional de Estadística e Informática, INEI. (18 de enero de 2018). *Lima alberga 9 millones 320 mil habitantes al 2018.* Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/lima-alberga-9-millones-320-mil-habitantes-al-2018-10521/#:~:text=De%20los%2043%20distritos%20que,422%20mil\)%2C%20Los%20Olivos%20\(](https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/lima-alberga-9-millones-320-mil-habitantes-al-2018-10521/#:~:text=De%20los%2043%20distritos%20que,422%20mil)%2C%20Los%20Olivos%20()

Malqui, C. & Wong, J. (2014). *Identificación de peligros y evaluación de riesgos en el mantenimiento y producción de áreas verdes bajo jurisdicción de la Municipalidad de Los Olivos. Trabajo de titulación para optar el título de Ingeniero Agrónomo.* Universidad Agraria La Molina.

- Ministerio del Ambiente, M. (2018). *Indicador: Superficie de área verde por habitante en Lima Metropolitana*. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/indicador/998>
- Ministerio del Ambiente, MINAM. (2018). *Indicador: Superficie de área verde urbana por habitante en Lima Metropolitana*. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/indicador/998>
- Montoya, M. (2019). Conocimientos y actitudes en estudiantes de secundaria hacia la conservación del arbolado urbano para mitigar el cambio climático. En M. Á. Toribio, *Tesis para optar el título de ingeniero forestal*. Lima, Perú.
- Municipalidad Metropolitana de Lima, MML. (2020). *Municipalidad de Lima*. Recuperado de <http://www.munlima.gob.pe/lima>
- Municipalidad Metropolitana de Lima, MML. (diciembre de 2014). *Ordenanza N° 1852. Ordenanza para la conservación y gestión de áreas verdes en la Provincia de Lima*.
- Olembo, R. & De Rham, P. (s.f.). Silvicultura urbana: ciudades, árboles y población. *Silvicultura urbana en dos mundos diversos*. Unasyuva N° 155. Recuperado de <http://www.fao.org/3/s1930s/s1930s04.htm>
- Ordenanza N°1852. (2014). *Ordenanza para la conservación y gestión de áreas verdes en la provincia de Lima*. El Peruano.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, F. (2015). *Agricultura urbana y periurbana en América Latina y El Caribe*. Recuperado de <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/es/CMVALC/lima.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, F. (2020). *Portal de suelos de la FAO*. Recuperado de <http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-arenosos/es/>

- Permacultura México. (s.f.). *Permacultura México. Diseño holístico y agricultura regenerativa*. Recuperado de <https://www.permacultura.org.mx/es/herramientas/formulario/tresbolillo/>
- Quispe, E. (2017). *Situación de las áreas verdes urbanas en Lima Metropolitana. Trabajo monográfico para optar el título de Ingeniero Agrónomo*. Universidad Agraria La Molina. Lima.
- Sánchez, P. (2007). *Tratamiento paisajista y gestión de espacios urbanos en Lima y Callao. Moografía para optar el título de Ingeniero Agrónomo*. Universidad Agraria La Molina.
- Servicio de agua potable y alcantarillado de Lima, SEDAPAL. (2017). *Plantas de tratamiento de agua en Lima*. Recuperado de <https://www.oz-peru.com/wp-content/uploads/2020/05/PLANTAS-DE-TRATAMIENTO-DE-AGUAS.pdf>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, SENAMHI. (2020). *Mapa climático del Perú*. Recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, SERFOR. (2015). *Ley Forestal y de Fauna Silvestre N°29763 y sus reglamentos: reglamento para la gestión de las plantaciones forestales y los sistemas agroforestales*. Lima, Perú.
- Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa. SINEACE. (2017). *Caracterización de Lima Metropolitana*. Recuperado de <https://www.sineace.gob.pe/wp-content/uploads/2017/08/PERFIL-LIMA-METROPOLITANA.pdf>
- Valladolid J., León A., Paredes, D. (2017). Selección de árboles semilleros en plantaciones forestales de la provincia de Santa Elena, Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE, Vol. IV, N°2*, 105-110.

ANEXOS

ANEXO 1

Organigrama general de SERPAR Lima

