



FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

TECHOS VERDES Y LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES DEL CENTRO

POBLADO SANTA MARIA DE HUACHIPA, LURIGANCHO-CHOSICA, LIMA

2024

**Línea de investigación:
Ciudades sostenibles**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero en Ecoturismo

Autor

Camargo Napaico, Andrés Enrique

Asesora

Legua Terry, Alberto Israel

ORCID: 0000-0003-0588-4530

Jurado

Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio

Gordon Meza, Ruth Escarlen

Bedoya Gómez, Ilse

Lima - Perú

2025

TECHOS VERDES Y LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES DEL CENTRO POBLADO SANTA MARIA DE HUACHIPA, LURIGANCHO-CHOSICA, LIMA 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	14%	5%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
2	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.ucv.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	1%
	Trabajo del estudiante	
5	www.coursehero.com	<1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.uan.edu.co	<1%
	Fuente de Internet	
7	www.repositorio.usac.edu.gt	<1%
	Fuente de Internet	
8	documentop.com	<1%
	Fuente de Internet	
9	red.uao.edu.co	<1%
	Fuente de Internet	
10	repositorio.urp.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
11	repositorio.lamolina.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO

TECHOS VERDES Y LA CALIDAD DE VIDA DE LOS POBLADORES
DEL CENTRO POBLADO SANTA MARIA DE HUACHIPA,
LURIGANCHO-CHOSICA, LIMA 2024

Línea de Investigación

Ciudades Sostenibles

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero en Ecoturismo

Autor

Camargo Napaico, Andrés Enrique

Asesor

Legua Terry, Alberto Israel

ORCID: 0000-0003-0588-4530

Jurado

Sernaque Auccahuasi, Fernando Antonio

Gordon Meza, Ruth Escarlen

Bedoya Gómez, Ilse

Lima – Perú

2025

Dedicatoria

A Dios, por su inmenso amor, por el regalo de la vida y su guiado diario en mi camino profesional. A mi abuelita Clementina, cuyo recuerdo vive siempre en mi corazón. A mis padres, Alfredo y Doris, por su amor incondicional, su apoyo constante y su incansable esfuerzo, ejemplo de lucha y perseverancia. A mis hermanos, Daniel y Alberto, por su fortaleza, sus consejos y por estar siempre presentes en los momentos importantes. A mis tíos y primos, por su cariño y por el apoyo y su ejemplo profesional brindado a lo largo de todos estos años.

Agradecimiento

A Dios, por bendecir mi camino y guiarme con sabiduría en cada etapa profesional. A mi abuelita Clementina, cuyo recuerdo permanece vivo en mi corazón y ha sido fuente constante de inspiración. Agradezco profundamente a mis padres, Alfredo y Doris, por su esfuerzo incansable, amor y apoyo incondicional. A mis hermanos, Daniel y Alberto, por sus valiosos consejos y su constante compañía en este proceso. A mis primos, Orlando y Miguel, por ser un ejemplo profesional y motivarme a seguir adelante con determinación. Finalmente, extendo mi sincero agradecimiento al paisajista Luis De la Cruz y a su empresa Jardín Urbano S.A.C., por brindarme la oportunidad de crecer profesionalmente y facilitarme sus instalaciones para el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE

RESUMEN	9
ABSTRACT.....	10
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción y formulación del problema.....	2
1.2 Antecedentes.....	11
1.3 Objetivos.....	20
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	20
1.3.2 <i>Objetivos Especificos</i>	20
1.4 Justificación	21
1.5 Hipótesis	23
1.5.1 <i>Hipótesis General</i>	23
1.5.2 <i>Hipótesis Especifico</i>	24
II. MARCO TEÓRICO.....	25
2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación	25
III. MÉTODO.....	49
3.1 Tipo de investigación.....	49
3.2 Ámbito Temporal y espacial.....	49
3.3 Variables.....	55
3.4 Población y muestra.....	57
3.5 Instrumentos	58
3.6 Procedimientos	58
3.7 Análisis de datos	65
IV. RESULTADOS.....	66
4.1 Diseño e instalación de los techos verdes.....	66

4.2	Confort térmico de la cubierta vegetal	73
4.3	Beneficio Económico de las hortalizas	81
4.4	Beneficio corporal de los frutales	87
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	92
5.1	Estado actual de las áreas verdes	92
5.2	La cubierta vegetal y Confort térmico urbano	93
5.3	Las hortalizas como beneficio económico en Santa María de Huachipa y en Lima	94
5.4	La captación del CO ₂ y producción de aire limpio como beneficio corporal	94
VI.	CONCLUSIONES	96
VII.	RECOMENDACIONES	98
VIII.	REFERENCIAS	100
IX.	ANEXOS	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapamundi que refleja el aumento de los suelos urbanizados y el retroceso de bosques y selvas	3
Figura 2 Pérdidas de vegetación en Perú.....	5
Figura 3 Áreas verdes por distrito	7
Figura 4 Áreas verdes en el Centro poblado de Santa María de Huachipa	9
Figura 5 Cubierta Vegetal un techo verde y una azotea verde	26
Figura 6 Componentes de una azotea verde.....	28
Figura 7 Corte transversal de una azotea verde extensiva.....	28
Figura 8 Sistemas constructivo con y sin techo verde.....	30
Figura 9 Perfil de isla de calor.....	31
Figura 10 Producción de Frutales.....	39
Figura 11 Orientación solar de una azotea verde	41
Figura 12 Pirámide de Maslow en la calidad de vida.....	42
Figura 13 La Agenda 2030 y la importancia de los Techos verdes	42
Figura 14 Mapa hidrológico del río Huaycoloro.....	53
Figura 15 Mapa del centro poblado Santa María de Huachipa.....	54
Figura 16 Mapa de Ubicación del área a instalar techos verdes.....	60
Figura 17 Croquis de la distribución de área en los techos verdes.....	61
Figura 18 Distribución de la superficie de Techo verde.....	66
Figura 19 Diseño 3d de la cubierta vegetal del techo verde.....	67
Figura 20 Distribución de especies destinadas para el Beneficio Económico del techo verde	68
Figura 21 Porcentaje de superficie destinado al beneficio económico del techo verde	69

Figura 22 Simulación de confort térmico en el periodo de enero a diciembre del 2024 para el techo verde	70
Figura 23 Simulación de confort térmico en el periodo de Enero a Diciembre del 2024 para un techo de concreto.....	71
Figura 24 Perfil de sistema de techo verde semi intensivo	74
Figura 25 Conforte térmico en la estación de verano.....	75
Figura 26 Conforte térmico en la estación de Otoño.....	75
Figura 27 Conforte térmico en la estación de invierno	76
Figura 28 Conforte térmico en la estación de primavera	77
Figura 29 Temperatura promedio en el mes de junio y diciembre 2024	78
Figura 30 Capas de techo verde para prototipo de techo verde para hortalizas	81
Figura 31 Distribución de Hortalizas en mesa de cultivo.....	82
Figura 32 Distribución de Hortalizas en la mesa de cultivo.....	83
Figura 33 Obtención de hortalizas en techo verde	83
Figura 34 Capas de techo verde semi intensivo	87
Figura 35 Perfil de barrera verde y distribución de Frutales y ornamentales	89
Figura 36 Proceso de instalación de Frutales en Techo Verde	89
Figura 37 Plantas Frutales en Techo Verde.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Diferencias entre un techo extensivo e intensivo.....	29
Tabla 2	Los techos verdes como instrumento de sostenibilidad	34
Tabla 3	Temperatura Operativa	44
Tabla 4	Temperatura operativa y Humedad Relativa en invierno y verano.....	45
Tabla 5	Coordenadas del espacio a instalar techo verde. UTM Datum: WGS-84. Zona: 18 Sur	50
Tabla 6	Parámetros climáticos en el centro poblado Santa María de Huachipa	51
Tabla 7	Variable Independiente.....	56
Tabla 8	Variable dependiente.....	57
Tabla 9	Población de Huachipa y cantidad de viviendas censadas en el 2017	58
Tabla 10	Impermeabilización para techo verde	62
Tabla 11	Capa drenante y geotextil anti raíz.....	62
Tabla 12	Sustrato Preparado	63
Tabla 13	Semillas e instrumento de medición Termohigrómetro	64
Tabla 14	Superficie destinada al beneficio económico del techo verde	68
Tabla 15	Costo y beneficio general del techo verde	69
Tabla 16	Absorción de CO ₂ y producción de aire fresco del techo verde	73
Tabla 17	Confort térmico con cubierta y sin cubierta vegetal en el mes de junio 2024	79
Tabla 18	Confort térmico con cubierta y sin cubierta vegetal en el mes de diciembre 2024	80
Tabla 19	Presupuesto de Venta de hortalizas.....	84
Tabla 20	Costo por año de la instalación de hortalizas en el techo verde.....	85
Tabla 21	Venta total por año en hortalizas.....	85
Tabla 22	Flujo de caja de las hortalizas	86
Tabla 23	Absorción y producción de aire fresco	91

RESUMEN

Objetivo: Determinar la influencia de los techos verdes en la calidad de vida de los habitantes de Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima, en 2024. Se analizó la cubierta verde y su impacto en el confort térmico, el beneficio económico de las hortalizas y el bienestar corporal mediante los frutales. El centro poblado carece de suficiente área verde por poblador, afectando la calidad de vida. **Método:** El diseño es experimental de tipo aplicada, por conveniencia, ya que se usó una vivienda para la instalación del techo verde. Se incluyó la instalación de un techo verde en una vivienda, utilizando modelado 3D para simular el confort térmico con el software Design Builder. Se analizó la temperatura en la cubierta vegetal, el flujo de caja de hortalizas y la captura de CO₂ por los frutales. **Resultados:** El techo verde tiene un área de 58.33 m², el 87.20% destinado a grass americano, 11.60% a frutales y 1.20% a hortalizas. Se obtuvo una temperatura operativa de 25.64°C en verano y 23.4°C en invierno. Además, las hortalizas generaron un TIR del 4% y un VAN mensual de S/ 24. La captación total de CO₂ fue de 141.10 kg/año y una producción de aire fresco de 103.70 kg/año. Los frutales contribuyen con el 16.73% de la captura total de CO₂ y aportan el 16.26% de la producción de aire fresco del techo verde. **Conclusiones:** Los techos verdes mejoran la calidad de vida al proporcionar confort térmico, beneficios económicos y ambientales.

Palabras clave: Techo verde, confort térmico, beneficio económico, captación de CO₂, aire fresco.

ABSTRACT

Objective: To determine the influence of green roofs on the quality of life of the inhabitants of Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima, in 2024. The green roof and its impact on thermal comfort, the economic benefit of vegetables, and physical well-being through fruit trees were analyzed. The town lacks sufficient green area per inhabitant, affecting quality of life. **Method:** The design is applied experimental, for convenience, since a house was used for the installation of the green roof. The installation of a green roof on a house was included, using 3D modeling to simulate thermal comfort with Design Builder software. The temperature in the green roof, the cash flow of vegetables, and CO₂ capture by fruit trees were analyzed. **Results:** The green roof has an area of 58,332 m², 87.2% dedicated to American grass, 11.6% to fruit trees, and 1.2% to vegetables. An operating temperature of 25.64°C was obtained in summer and 23.4°C in winter. Furthermore, the vegetables generated an IRR of 4% and a monthly NPV of S/ 24. Total CO₂ capture was 141.1044 kg/year and fresh air production was 103.70 kg/year. Fruit trees contribute 16.73% of the total CO₂ capture and 16.26% of the fresh air production of the green roof. **Conclusions:** Green roofs improve quality of life by providing thermal comfort, economic benefits, and environmental benefits.

Keywords: green roof, thermal comfort, economic benefit, CO₂ capture, fresh air.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo acelerado en las ciudades ha generado una transformación significativa en el uso del suelo, promoviendo el crecimiento de áreas urbanizadas a costa de la reducción de espacios verdes. Esta tendencia ha provocado el aumento del impacto negativo en la calidad de vida de la población, exacerbando problemas ambientales como el aumento de la contaminación del aire, la formación de islas de calor urbano y la disminución de la biodiversidad. Varios estudios han demostrado que la reducción de la vegetación en las áreas urbanas afecta de manera adversa tanto la salud física como mental de las personas, perjudicando el bienestar en general.

En el contexto peruano, la pérdida de áreas verdes ha sido notable en las últimas décadas debido a la creciente urbanización e industrialización. el país ha experimentado la desaparición de más de cuatro millones de hectáreas de vegetación nativa, lo que ha generado un incremento en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y ha reducido la habilidad de los entornos naturales urbanos para mitigar los efectos del calentamiento global (cambio climático). En Lima, la situación es aún más preocupante, pues la cobertura vegetal apenas alcanza el 3.7 m²/hab, debajo del mínimo solicitado por la OMS que es de 9 m²/hab, superficie recomendada.

El distrito de Lurigancho-Chosica, específicamente el Centro Poblado de Santa María de Huachipa, refleja esta problemática al presentar un déficit significativo de áreas verdes a consecuencia de la expansión desorganizada de la urbe y la invasión no planificada del terreno. Frente a esta situación, surge la necesidad de aplicar soluciones innovadoras que favorezcan la restauración del equilibrio ambiental y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Una de las estrategias emergentes es el uso de techos verdes, una solución que optimiza el uso del espacio en entornos densamente urbanizados. Estos sistemas no solo apoyan la

sostenibilidad al mejorar la eficiencia energética de los edificios y disminuir el efecto de las islas de calor, sino que también fomentan el cultivo local de productos, favoreciendo la autosuficiencia alimentaria y el bienestar económico de las familias. La implementación de estos espacios en viviendas del Centro Poblado de Santa María de Huachipa podría representar una alternativa viable para mitigar los efectos negativos de la urbanización y crear un efecto beneficioso tanto en el ambiente como en la comunidad.

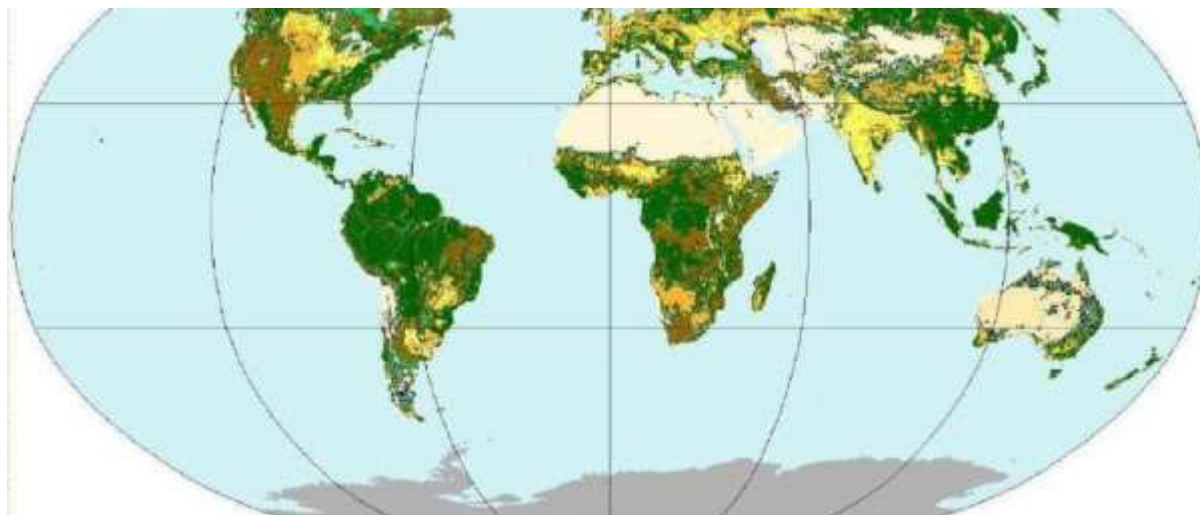
Este estudio busca analizar la influencia de los techos verdes en la calidad de vida de los pobladores de Santa María de Huachipa, explorando su impacto en el confort térmico de las viviendas, el bienestar económico de los residentes y la sostenibilidad urbana en general. A partir de este análisis, se espera contribuir a la elaboración de estrategias que promuevan la incorporación de infraestructura verde en las ciudades y promuevan un modelo de urbanismo más equilibrado y resiliente.

1.1 Descripción y formulación del problema

La pérdida de áreas verdes en las ciudades con alta concentración de habitantes en diversos países es consecuencia del crecimiento de la urbanización (Meza et al., 2017). Produciendo un impacto con respecto a la calidad de vida de la población. Ya que, aumenta los conflictos de contaminación bajo diferentes aspectos como; isla de calor urbana (UHI), salud física y emocional; patrón que se observa en muchas ciudades del mundo (Morakinyo et al., 2017). En los últimos años, se puede notar un crecimiento dentro de la expansión de áreas artificiales (edificios), en la deforestación y la desertificación. Desde un punto de vista técnico, la urbanización ha provocado una transformación significativa en el uso del suelo, con un aumento de las áreas urbanas a expensas de los ecosistemas naturales.

Figura 1

Mapamundi que refleja el aumento de los suelos urbanizados y el retroceso de bosques y selvas.



Nota. En la imagen se muestra un mapa mundial de las Naciones Unidas donde se muestra la distribución global de las distintas coberturas terrestres, reflejando estas tendencias.

Según la imagen de la “FAO”, existen “once tipos” diferentes de coberturas terrestres a nivel mundial, cada una con su respectivo porcentaje de distribución. Las áreas cubiertas por árboles ocupan el 27,7%, mientras que los suelos desnudos representan el 15,2%. Las tierras de cultivo alcanzan el 12,6%, seguidas por los pastizales con un 13,0%. La nieve y los glaciares cubren el 9,7% del planeta, mientras que las áreas con arbustos tienen un 9,5%. La vegetación escasa ocupa el 7,7%, y las masas de agua continental representan un 2,6%. La vegetación herbácea cubre un 1,3%, mientras que las superficies artificiales corresponden al 0,6%, y los manglares, aunque importantes, solo abarcan el 0,1% de la superficie terrestre. Estos porcentajes reflejan la diversidad y distribución de los ecosistemas en la Tierra, con una gran parte dedicada a la vegetación y los recursos naturales.

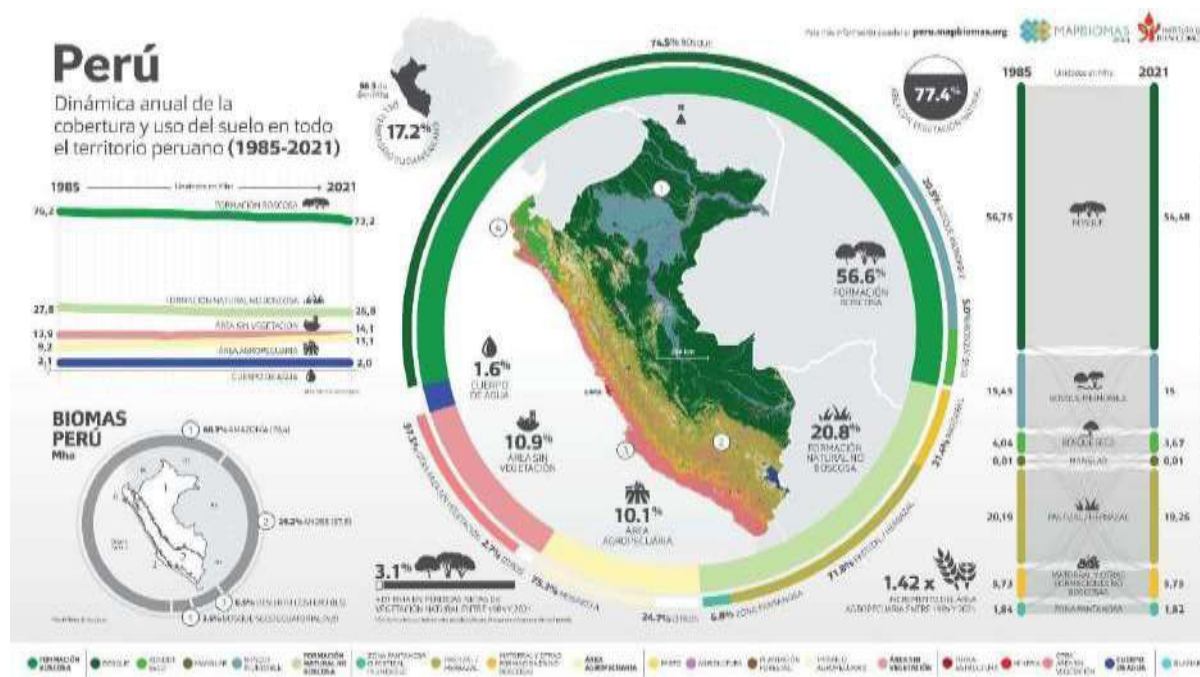
Debido a que los espacios verdes en las ciudades no solo desempeñan un rol estético (ornamental), sino que también favorecen “la mejora de la calidad del aire”, por la producción

de oxígeno, tomando un papel importante en el intercambio de CO₂ a un aire fresco, calor y humedad en el paisaje urbano (Rendon, 2010). Además de ello, al reducirse la cantidad de áreas verdes, se disminuye la capacidad de la vegetación para absorber los rayos solares, provocando un incremento en la temperatura (Condori y Limas, 2017). Los espacios verdes, además de ser fundamentales para el equilibrio ambiental, tienen un papel fundamental en el bienestar corporal que se mide tanto en lo físico como en lo mental de las personas. Investigaciones científicas han comprobado que estar en contacto con la naturaleza reduce los niveles de la hormona cortisol, la cual está relacionada con el estrés de la persona, permitiendo reducir la ansiedad y favorecer una mejora en el ánimo. Técnicamente, se ha comprobado que la interacción con entornos naturales puede mejorar la función cognitiva, favoreciendo la concentración, la creatividad y la habilidad para tomar decisiones. Además, se ha observado que el acceso a las áreas verdes puede promover la actividad física, reduciendo los riesgos de enfermedades cardiovasculares, obesidad y trastornos metabólicos. Por lo tanto, incorporar y preservar estos espacios, además de favorecer al medio ambiente, también produce un efecto positivo en la salud pública, promoviendo el bienestar general de la población y económico (Pérez y Cortes, 2016).

1.1.1 Descripción del problema

En Perú, el crecimiento en las últimas décadas referente a la pérdida de áreas verdes ha incrementado debido a la influencia de zonas urbanas e industriales (Vargas, s.f.). Técnicamente, la transformación de espacios verdes en áreas urbanas e industriales incrementa la emisión de los “gases de efecto invernadero” (GEI), ya que son los causantes de que exista cambio climático y la contaminación atmosférica. Además, se ha registrado una disminución en la capacidad de los ecosistemas urbanos para regular la temperatura, lo que aumenta el efecto de isla de calor, elevando las temperaturas en las ciudades y afectando la salud de los habitantes.

Figura 2

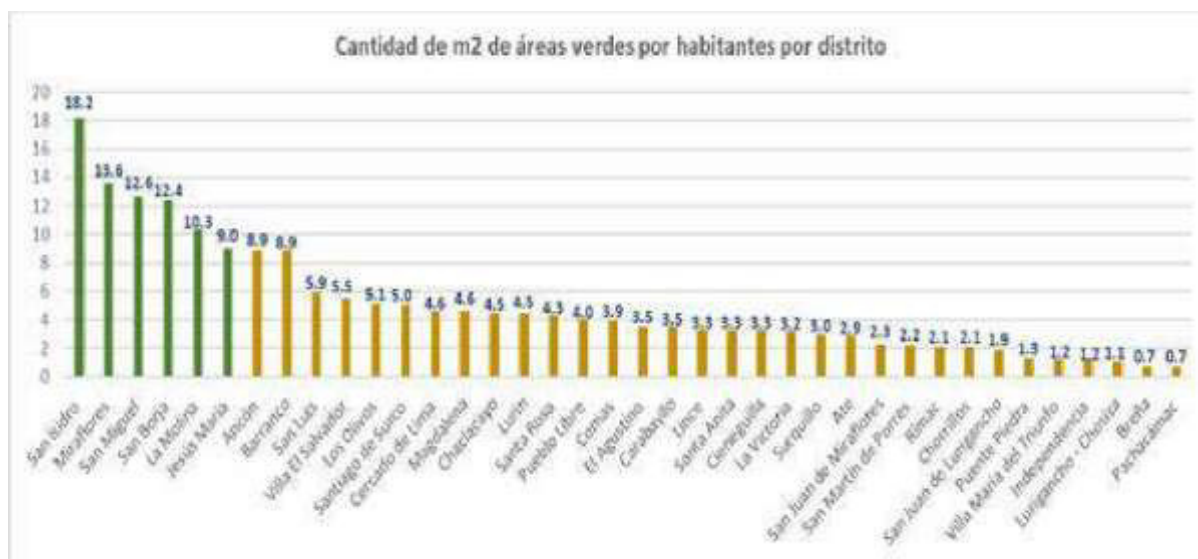
Pérdidas de vegetación en Perú

Nota. Map Biomas Perú ha registrado información sobre pérdidas de vegetación natural en la Amazonia, los Andes, el bosque seco tropical y el desierto costero. Tomada de " Dinámica anual de la cobertura y uso de suelo de todo el territorio peruano 1985-2022", por Map Biomas Perú, 2024.

En los últimos 37 años, Perú ha perdido 4,01 millones de hectáreas de vegetación natural, según la primera recopilación de datos de MapBiomas Perú, un proyecto dedicado a monitorear el uso del suelo y la cobertura forestal. La investigación, que abarca el período entre 1985 y 2021, reveló que los ecosistemas peruanos han experimentado una notable disminución de vegetación, mientras que, al mismo tiempo, las actividades agropecuarias, mineras e infraestructurales han crecido en más de un 40%. En la región amazónica, las áreas destinadas a actividades humanas aumentaron un 75,6% en comparación con 1985, destacando un aumento del 8.800% en la minería y del 73,3% en la agricultura.

El proceso de industrialización también reduce los espacios destinados a la flora y fauna nativa, lo que amenaza la estabilidad ecológica. A nivel de salud pública, la pérdida de estos espacios verdes limita el acceso a lugares para la recreación y el esparcimiento, afectando negativamente “el bienestar físico y mental de la población”. Para mitigar estos efectos, diversos estudios sugieren la necesidad urgente de implementar políticas de conservación y restauración de áreas verdes urbanas, así como fomentar el diseño de ciudades más sostenibles que integren espacios naturales dentro de su estructura.

La rápida urbanización de Lima, ciudad que está transformada en una jungla de hormigón y sobrepoblación, ha producido que carezca de espacios verdes, teniendo un 20% de cobertura vegetal del área total en la ciudad. Con respecto a este hecho, el 57% es de ámbito privado y el 44% de uso público. Cuantificando un 3.7m² por habitante de área verde (Municipalidad Metropolitana de Lima [MML], 2023). Esto produce un problema en la salud corporal, ya que produce el incremento de CO₂, además de otros GEI, aumentando la emisión de partículas (Oyarzún et al., 2021), esto afecta a la población y más a las personas con problemas respiratorios, a las cuales deben proveerse de un aire con bajas concentraciones de CO₂ (Instituto para la salud geoambiental, 2024). El CO₂ es un gas que causa asfixia en un ambiente a través del desplazamiento del oxígeno, llegando a causar dolor de cabeza, mareos, somnolencia y problemas respiratorios en altas concentraciones y produce mayor riesgo de transmisión de COVID-19 (MML, 2021). “La Organización Mundial de la Salud” (OMS) orienta que las ciudades cuenten con al menos 9m²/hab con respecto al área verde, teniendo en cuenta la densidad de población y construcción; este estándar es reconocido a nivel global. (Irarica, 2020).

Figura 3*Áreas verdes por distrito*

Nota. Se aprecia en la imagen la cantidad de m² de área verde por habitante. Tomado de Urbanistas, 2024.

En la figura se observa que solo 6 distritos cuentan con los metros cuadrados indicados; entre ellos están: “San Isidro, Miraflores, San Miguel, San Borja, La Molina y Jesús María”. Mientras que Lurigancho-Chosica solo tiene 1.1 m² por habitante.

Es por ello que la “Municipalidad de Lima”, con la ordenanza municipal “N°1852” sobre la gestión de espacios verdes, se compromete a crear, conservar, proteger y mantener estos espacios, debido a su relevancia para el bienestar de la población (MML, 2014).

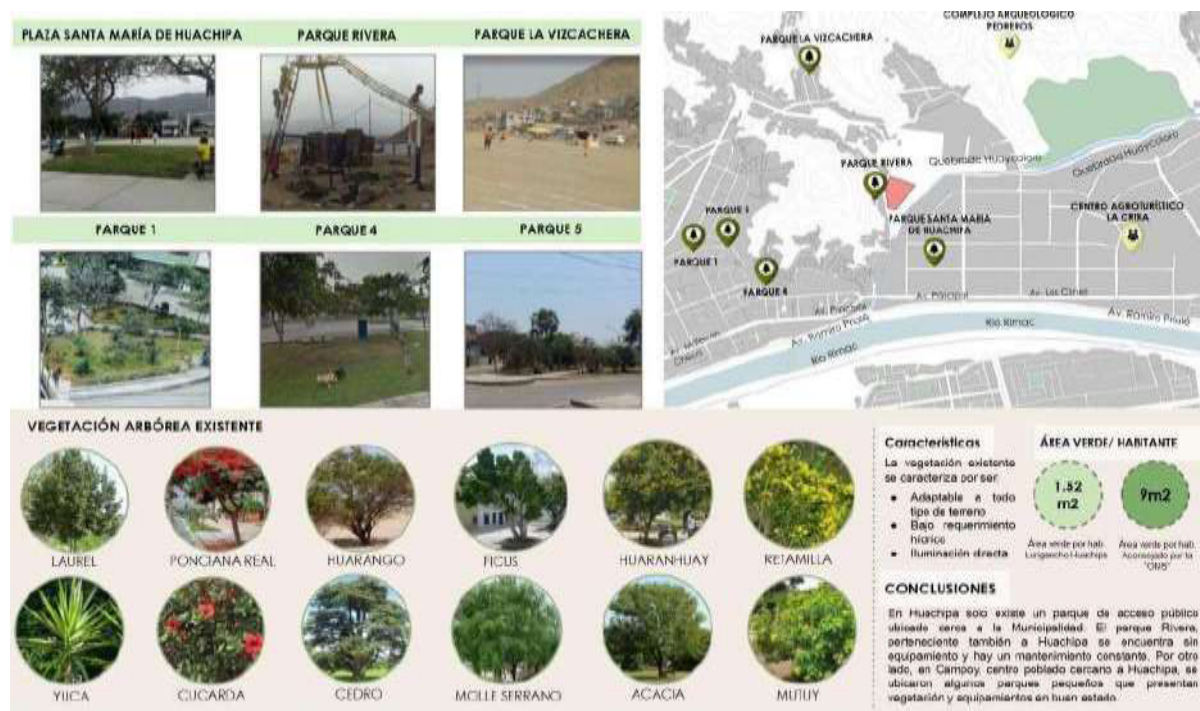
El poblador de Lima necesita lugares de recreación y conexión con la naturaleza a fin de mejorar la salud física y emocional, ya que las áreas verdes públicas en las urbes son de gran importancia en la mejora de la calidad de vida de la población, aportando de manera significativa a la mejora de las condiciones de vida (Flores y Taype, 2021). Ante el crecimiento de la población de Lima, la economía enfrenta desafíos como el lento crecimiento, la incertidumbre y la necesidad de mayores inversiones (Banco Mundial, s.f.). El incremento de

radiación solar o carencia de calor incrementa el discomfort, por lo que aumentan también los requisitos de enfriamiento o calentar las viviendas (Kurban y Grasso, 2017). En Lima, los elementos arquitectónicos que incorporan aislamiento térmico no solo mejoran la eficiencia energética al reducir tanto las pérdidas de calor como el consumo de energía, sino que también embellecen las ciudades y aumentan el valor de las viviendas. Además, el diseño de fachadas modernas y la inclusión de áreas verdes elevan la estética de los edificios, lo que se traduce en un valor agregado para los propietarios al mejorar la demanda y la percepción del inmueble en el mercado. De esta forma, no solo se logra un beneficio funcional, sino también un efecto favorable en la sostenibilidad y el desarrollo urbano (Peña, 2020). Cada vez existen más evidencias de que la presencia local de espacios verdes está vinculada a la mejora de la salud (Bello et al., 2022). Los beneficios de instalar techos verdes son concretos y medibles, abarcando aspectos ambientales, sociales y económicos, y son similares a los que brinda la vegetación que crece a nivel del suelo (Gavilanes, 2015).

A nivel local, el “Centro Poblado de Santa María de Huachipa”, ubicado en el distrito Lurigancho – Chosica, actualmente no cumple con los m² de espacios verdes por habitante, evidenciado en el aumento de construcciones informales y la invasión de terrenos (García y Guerra, 2019). Además, solo se cuenta con un parque municipal que se limita a actividades recreativas y deportivas; esto evidencia la pérdida de áreas verdes en dicho distrito. Así mismo, existen familias que no pueden conseguir una seguridad alimentaria, debido a que las cosechas de alimentos están relegadas a tierras de baja calidad y de difícil acceso (Torres, 2020). Son muy pocos los huertos urbanos existentes que pueden mejorar el abastecimiento de alimentos y la seguridad alimentaria, por lo cual se necesita incrementar la implementación de la agricultura urbana (Soto, 2022).

Figura 4

Áreas verdes en el Centro poblado de Santa María de Huachipa



Nota. Se aprecia en la imagen la vegetación que predomina en Santa María de Huachipa. Tomado de Huamanchumo, 2021.

Dentro de los principales retos en Huachipa está implementar políticas que favorezcan una mejor forma de vida, calidad de vida, para la población (Leva, 2005). Además, se ha percibido la necesidad de poner en marcha opciones que puedan fomentar el desarrollo sostenible (Mollna et al., 2019).

Ante dicha problemática, nace el reto para los planificadores y diseñadores de encontrar soluciones innovadoras en espacios urbanos cada vez más limitados, donde el aislamiento térmico y la eficiencia energética juegan un papel crucial. En entornos como Lima, donde la densidad poblacional y la escasez de terrenos disponibles son desafíos constantes, los diseñadores deben integrar tecnologías avanzadas y materiales eficientes que optimicen el uso del espacio sin comprometer la funcionalidad ni la estética (Knausa y Haase, 2020).

Una alternativa es la implementación de techos verdes, una solución innovadora que no solo optimiza el aprovechamiento del espacio, sino que también favorece la sostenibilidad y mejora la eficiencia energética de los edificios. Los techos verdes funcionan como un aislante natural, ayudando a regular la temperatura interior de las viviendas al reducir la transferencia de calor en verano y proporcionar aislamiento en invierno. Además, estos espacios verdes ofrecen beneficios ambientales al reducir la isla de calor urbana, mejorar la calidad del aire, promover la alimentación y ser de beneficio económico. Los techos verdes también permiten cultivar alimentos de manera local, reduciendo la huella de carbono asociada con el transporte de productos y ofreciendo a los residentes acceso a alimentos frescos y sostenibles. Esta estrategia no solo optimiza el espacio limitado, sino que también transforma la infraestructura urbana en un recurso multifuncional, mejorando la calidad de vida de los habitantes y la estética de la ciudad.

Ya que es de interés del poblador de Lima mejorar su calidad de vida a través de técnicas sostenibles que cuiden el medio ambiente, además de buscar conexión con la naturaleza, por lo tanto, se elige implementar sistemas de vegetación en muros y azoteas verdes (Ordóñez y Pérez 2015). Así mismo, la búsqueda de un espacio en el cual la persona pueda sembrar y cosechar sus propias especies vegetales es más frecuente.

Para la implementación de los techos verdes se pretende tomar una vivienda dentro del centro poblado Santa María de Huachipa, el cual está ubicado en Calle Los Canarios Mz D2 Lt 9. Con el fin de obtener alimentación (Loracnis, 2006), beneficio económico, confort térmico y calidad de aire para mejorar la salud.

1.1.2 Formulación de problema

1.1.2.1 Problema principal

- ¿Cuál es la influencia de los techos verdes en la calidad de vida de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024?

1.1.2.2 Problema Secundario

- ¿Cuál es la incidencia de la cubierta vegetal de un techo verde en el confort térmico de una vivienda del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024?
- ¿Cuál es la incidencia de las hortalizas en el bienestar económico de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024?
- ¿Cuál es la incidencia de las plantas frutales en el bienestar corporal de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024?

1.2 Antecedentes

1.2.1 Antecedentes Internacionales

Zamora y Hurtado (2019) en su investigación “Diseño y análisis económico, ambiental y social de una huerta urbana vertical en Cali-Valle del Cauca” tuvo como objetivo analizar la viabilidad económica, ambiental y social de la implementación de huertos urbanos, mediante un sistema de muros verdes. Para la metodología, se eligió un espacio para la instalación; este espacio fue reducido, ya que el trabajo abarcó los espacios verticales y en espacios más

pequeños. Por esta razón, se optó por la instalación de huertos urbanos verticales dentro del balcón de una unidad de vivienda (residencia) llamada “Conjunto Tairona” en la Ciudad de Cali. Dentro del diseño del huerto, se usaron como material botellas de plástico como recipientes, lo que permitió aprovechar al máximo el espacio mejorando el consumo de agua (ahorro). Además, se seleccionaron plantas de rápido crecimiento y producción continua, como la hierbabuena y el perejil. A continuación, se diseñó y evaluó los beneficios ambientales que permite tener el huerto vertical (regulación T° en la habitación). Para ello, se registraron datos 3 veces dentro del día, mediante un termómetro, estas divididas en la mañana, al mediodía y por la tarde, durante 10 días, tanto antes de la instalación como después de la plantación, utilizando plantas pequeñas y grandes. El estudio de estos datos reveló que, con este tipo de huerta, no se puede conseguir una reducción significativa de la temperatura. En cuanto a la factibilidad económica que se pretendió tener de la investigación, se crearon 4 flujos de caja que mostraron los ingresos y egresos de dinero. El primero de ellos fue con las plantas de hierbabuena y perejil, obteniendo resultados por indicadores del beneficio económico. El proyecto fue factible, permitiendo que la inversión inicial se recupere y se obtengan ganancias. Dentro de los resultados se encontró que el TIR fue de 31 % por los 5 años (60 meses).

López et al. (2020), en su investigación “Techos verdes: una estrategia sustentable”, tuvo como objetivo informar sobre origen y beneficios de los techos verdes a través de una recopilación de información de diferentes institutos que estudian la tecnología verde. Así mismo investigar sobre los casos más exitosos en México. Reportando, como resultados una serie de beneficios ambientales, tanto en la reducción de la contaminación y temperatura; en los beneficios sociales se encuentra el mejoramiento de salud y la tasa de mortalidad, además de beneficios económicos en el ahorro por la reducción del consumo de energía.

Mosquera, J. y Solano L. (2018), en su investigación “Diseño de modelo para techos verdes en dirección a la compensación de dióxido de carbono (CO_2), generado por los

vehículos particulares que visitan la Zona Rosa de Bogotá D.C.” El objetivo fue diseñar un modelo de techo verde como alternativa para compensar el dióxido de carbono (CO₂) emitido por los vehículos particulares que circulan entre las calles 82 y 85 con las carreras 11 y 13 de Bogotá D.C. Para ello, se comenzó con un diagnóstico de la zona, estimando la emisión de CO₂, y se diseñó un prototipo de techos verdes para simular la acción de las plantas frente al dióxido de carbono. Los resultados mostraron que las instalaciones de espacios verdes en los techos dentro de la zona de estudio lograron reducir un 40% de las emisiones generadas por los vehículos particulares durante un fin de semana. Aunque no se alcanzó el 100%, este resultado está alineado con la meta nacional de reducción en Colombia, que es del 20% acordada en la COP 21.

Méndez (2020), en su investigación “Propuesta de diseño de un modelo de techos verdes para la Universidad Antonio Nariño, sede sur – Bogotá”, tuvo como objetivo realizar una propuesta de diseño de techos verdes para la UAN sede sur, con el fin de mitigar el CO₂. La metodología aplicada consistió en recolectar datos para elaborar un diagnóstico del área; además, se evaluó técnica para la construcción del techo verde. Posteriormente, se realizó un análisis costo-beneficio para desarrollar un procedimiento para la implementación de la propuesta. Para esto se elaboró el plano convencional en 2D y 3D de la propuesta de diseño escogida, siguiendo los lineamientos establecidos. Por lo cual se pudo determinar que los techos verdes de tipo extensivo son más beneficiosos que los techos verdes intensivos, con una menor inversión. Determinándose a partir del análisis costo-beneficio, el cual involucró el grupo de beneficios para cada propuesta de techo verde.

Martínez (2022), en su investigación “Agri-tectura: “Agricultura urbana y arquitectura como estrategia de sustentabilidad alimentaria para las comunidades de Río Piedras y Hato Rey” tuvo como objetivo plantear la agricultura urbana y la arquitectura como una estrategia para la sostenibilidad alimentaria en las comunidades de Río Piedras y Hato Rey. Para ello se

realizó un análisis de distintas metodologías con el fin de combinar herramientas de agricultura y arquitectura para el diseño de huertos urbanos comunitarios locales. Se comenzó con el análisis de referencias teóricas e históricas, observaciones, para luego plantear el caso de estudio, con el fin de comparar y contrastar la funcionalidad de los espacios, el sentido de lugar y las características, estableciendo una estrategia con una mayor seguridad económica, social y agrícola en la zona urbana de Río Piedras y Hato Rey. Obteniendo como resultado un diseño a partir de la combinación de herramientas de agricultura y arquitectura llamada “Agri-tectura”, con el fin de rediseñar espacios urbanos en desuso y desarrollar un nuevo programa para la ciudad. Así mismo, además se logró el rediseño del predio urbano del caso específico.

Crespo (2022), en su investigación “Inserción de huertos urbanos en la vivienda de San Juan”, tuvo como objetivo diseñar un modelo arquitectónico replicable de vivienda que cuente con huerto que albergue cultivos para el autoconsumo o comercio y encaje adecuadamente en el contexto inmediato, con el fin de fomentar una cultura de soberanía alimentaria y mitigar los altos niveles de temperatura generados por la masa edificada. Para ello, primero se utilizó el análisis deductivo, a partir del razonamiento lógico; posteriormente se realizó la propuesta combinando el trabajo convencional del dibujo y modelado a mano de módulos espaciales con la fotografía y modelado 2D y 3D con recursos virtuales, organizándose en dos etapas la metodología. Así se obtuvo una propuesta de diseño basada en cinco objetivos principales orientados en el aporte de la arquitectura, orientado a la mejora de la calidad de vida y la independencia alimentaria, que es una necesidad global, actualmente agravada por la dificultad actual de encontrar alimentos orgánicos cerca del entorno urbano, problema que se agravó con la pandemia Covid-19.

Chipantiza et al. (2021), en el artículo “Huertos urbanos y periurbanos horizontales-verticales para el fomento de la educación ambiental sostenible”. Como objetivo se encuentra el evaluar la efectividad de un programa formativo de huertos urbanos horizontales y verticales,

con el propósito de promover la formación ambiental sostenible entre los estudiantes de agronomía de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Para ello, se utilizó el método deductivo, en un tipo de investigación explicativa con un diseño cuasi experimental, que incluyó grupos experimentales y de control. En la investigación participaron 154 universitarios (estudiantes) de agronomía. La muestra se dividió en dos grupos: 78 estudiantes conformaron el grupo experimental (G1) y 76 fueron parte del grupo control (G2). Al grupo experimental (G1) se le aplicó el tratamiento basado en un programa formativo de huertos urbanos, tanto horizontales como verticales, enfocado en fomentar la educación ambiental sostenible. Como resultado, se observó un cambio cognitivo y conductual en los estudiantes del G1, quienes mostraron un mejor enfoque hacia su ejercicio profesional en comparación con el grupo G2, que no recibió el programa formativo.

Larrubia et al. (2020), en su investigación, “Los huertos urbanos como estrategia de transición urbana hacia la sostenibilidad en la ciudad de Málaga”, tuvo como objetivo analizar la agricultura urbana como una estrategia de sostenibilidad, ya que se ha consolidado como uno de los componentes clave de la nueva realidad alimentaria. Para lograr dicho objetivo, la metodología seguida fue de tipo cualitativo, dividiéndose en fases de trabajo. La primera fase se centró en la recopilación de información de diversas fuentes, incluyendo investigaciones, documentos oficiales, trabajos institucionales publicados y contenido audiovisual. La segunda fase consistió en la identificación y localización de los huertos que se encuentran en la ciudad de Málaga. Con lo cual se procedió a realizar el inventariado de huerto; finalmente, se realizaron entrevistas a los horticultores y personas con formación del rubro agrario. Obteniéndose como resultado un inventario de 19 huertos, con la participación de más de 1000 horticultores. Así mismo, viéndolo desde lo ambiental, se tiene como resultado las evidencias de campos de cultivo con abono, áreas verdes, además de mejores técnicas agrícolas de los horticultores al momento de sembrar, realizar el abono y cosechar.

Peña (2020), en su investigación “Áreas verdes como medio para mejorar la calidad de vida del ser humano”, tuvo como objetivo plantear las zonas verdes en espacios públicos para mejorar las condiciones humanas, además de plantear un proyecto arquitectónico que ofrezca diversas opciones de recreación para la población de Engativá, en la zona urbana. Para poder lograr dicho objetivo, se realizó una visita en campo al lugar de estudio, estableciendo las necesidades de mejorar de dicho lugar; así mismo, se extrajeron fotos del área a través de la herramienta Google Maps, evidenciando la carencia de espacio público y áreas verdes en las ocho manzanas que circundan la plaza fundacional de Engativá. Así mismo se realizaron fichas del estado actual de dicha zona, encontrándose superficies en abandono y en deterioro. Como resultado se desarrolló una propuesta con infraestructura verde, que incluya un sistema de microclima urbano y herramientas paisajísticas, que mejoren aspectos psicológicos y ambientales, a fin de mejorar el confort del poblador.

1.2.2 Antecedentes Nacionales

Condori (2019), en su investigación titulada “Naturación de azotea aplicando Aptenia cordifolia y su efecto sobre la temperatura y humedad relativa, en un sistema piloto”, tuvo como objetivo aplicar Aptenia cordifolia sobre las variables T° y humedad relativa dentro de una azotea verde prototipo realizada en el distrito de Breña - Lima. La metodología fue de tipo aplicada, se realizó en la Universidad Nacional Federico Villareal, realizando mediciones mediante una estación climática; el área total del piloto fue de 4 m². Tuvo como resultado el reducir la temperatura en un 4.46 °C en promedio. Para el mes de diciembre obtuvo una reducción de 5.83 °C de temperatura. Así mismo, incrementa la humedad relativa en un 17.41 % en el mes de diciembre. Tuvo como conclusión. Que la variación entre temperatura y humedad con respecto a la azotea verde muestra un comportamiento termorregulador, que permite reducir la temperatura e incrementar la humedad relativa.

Gómez et al. (2023) en su investigación titulada “Cálculo térmico para la implementación de muros verdes como aislantes térmicos en las fachadas este y oeste de las zonas adyacentes de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Ricardo Palma (URP) de Lima, Perú 2023”, teniendo como objetivo implementar muros verdes como aislantes térmicos en las fachadas este y oeste de las áreas adyacentes de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Ricardo Palma. La metodología aplicada implica evaluar el comportamiento térmico, analizar el clima local y evaluar las especies vegetales para su implementación piloto. Como resultado, se logró la implementación exitosa de muros verdes en las fachadas este y oeste, lo que ha demostrado reducir efectivamente el calentamiento de las paredes y disminuir el aumento de temperatura en los espacios cercanos. Así mismo, la propuesta de cubiertas vegetales obtuvo una reducción de temperatura de 0.61°C, 0.07 °C, 0°C y 0.31 °C en el 1er, 2do, 3er y 4to piso respectivamente en la Facultad de Ciencias Biológicas, obteniendo un promedio de 0.25°C en el mes de junio. Así mismo, en el mes de diciembre, la cubierta verde redujo en 3.53 °C, 3.19 °C, 3.52°C y 3.50°C respectivamente por piso, obteniendo un promedio de reducción de 3.44°C. Además, se absorbió un total de 488,75 kg/año y produjo 361,25 kg/año. Usando plantas xerófitas, con una captación de 2.3 kg/m²/año.

Antiporta (2020), en su trabajo “Diseño e implementación de un sistema de riego para techos verdes y riego por goteo subterráneo del edificio multifamiliar, Lima”, tuvo como objetivo el diseño e instalación del sistema de riego en la cubierta verde (tanto en techos verdes como en jardines verticales), mediante el uso de un sistema de goteo subterráneo y aspersión dentro del edificio multifamiliar “Gran Central”, ubicado en Breña, Lima. Para dicha vivienda se realizó un diseño agronómico para las especies a instalar en dicho techo verde. Este sistema consistió en la instalación de un sistema de bombas, accesorios de riego, accesorio de PVC, emisores con goteros autocompensados y mangueras para riego tanto superficial como

subterráneo en el césped. Como resultado, se instaló un total de 300,18 m² de áreas verdes distribuidas en el 1er piso, el piso N° 20 y la azotea. Además, se diseñó e instaló una variedad de plantas, incluyendo especies de cubresuelos, arbustos y palmeras.

Ortiz (2019), en su investigación “Áreas verdes en la calidad de vida urbana de los habitantes de la Residencial Salas Huancayo Tambo”. El objetivo de dicha investigación es conocer la incidencia de las áreas verdes dentro de la calidad de vida urbana de los propietarios en la residencia Salas Huancayo El Tambo, a través de una investigación aplicada. Para dicho trabajo se realizaron encuestas, con el fin de recolectar datos a través de cuestionario para desarrollar fichas de observación. La población estudiada estuvo compuesta por los propietarios de la Residencial Salas, y la muestra consistió en 208 personas. Así mismo, para el análisis de datos se usó el software “SPSS” Statistics 24. Comprobando la incidencia de las áreas verdes en la calidad de vida urbana de los usuarios de la Residencial Salas Huancayo El Tambo. Donde el 48.6% considera que las áreas verdes generan una calidad de vida urbana regular, mientras que el 51.4% considera que es una buena calidad de vida.

Leyva (2022), en su investigación “El impacto del uso de huertos urbanos domésticos en la sostenibilidad de viviendas unifamiliares del anexo de Saños Grande, El Tambo, 2021”, tuvo como objetivo determinar el impacto producido por el uso de los huertos urbanos domésticos y cómo impacta en las viviendas unifamiliares de Saños Grande el desarrollo sostenible. Para lograr dicho objetivo, se delimitó el área de estudio, estudiando el crecimiento urbano a través de Google Earth. Se realizó el análisis arquitectónico a través de ortofotos por sectores del distrito y, finalmente, se aplicó un cuestionario sobre el uso de huertos en una muestra de 30 viviendas unifamiliares del distrito de Saños Grande. Los resultados obtenidos permiten estimar el impacto que tienen los huertos urbanos domésticos en la sostenibilidad de

los hogares, siendo este impacto positivo y muy alto, con un valor de $r = 0.89$, correspondiente al “coeficiente de correlación de Pearson”.

Toledo (2022), en su trabajo “Techos verdes en Lima: “Implementación y mantenimiento para su sostenibilidad y sus beneficios en la ciudad” tuvo como objetivo la construcción de techos verdes con los conocimientos agronómicos, entre ellos el uso de especies y tierra preparada, así mismo realizar el manual de mantenimiento, para contribuir con la sostenibilidad. Para ello se delimitó el área de trabajo, ubicado en los distritos de Miraflores, Barranco y San Isidro, identificando las condiciones climáticas. Además de ello, se establecieron puntos críticos para mejorar los techos verdes, los cuales son: la deficiente construcción de techos verdes, inadecuada selección de sustrato y plantas. Como resultado se desarrolló un procedimiento de selección y ejecución en las capas de techo verde. Se consiguió, además, optimizar la selección de especies de forma eficiente en las condiciones de Lima, de forma que se reduzca el consumo de agua en un porcentaje de 84%. Además, el adecuado uso de plantas generó la reducción del costo de aplicación de agroquímicos en un 55%.

Gonzales (2019), en su trabajo “Implementación de huertos urbanos ecológicos en las áreas verdes disponibles del distrito de San Borja”, tuvo como objetivo la implementación de ecohuertos urbanos en San Borja. Para lo cual se hizo un recorrido por las áreas verdes de San Borja, en búsqueda de espacio adecuado para la instalación del huerto, para luego proceder a elegir lugares potenciales, evaluando los suelos existentes para realizar los huertos urbanos. Así mismo se realizaron visitas y reuniones con los vecinos. Con lo cual se pudieron instalar 5 huertos que fueron sectorizados en los numerales 4, 5, 10 y 12 del distrito. También se promocionó la educación ambiental para que participen los pobladores.

Saavedra (2021), en su investigación “Gestión de áreas verdes y calidad de vida urbana en la ciudad de Tarapoto, 2021”, tuvo como objetivo relacionar la gestión de áreas verdes y el

beneficio en la calidad de vida urbana en Tarapoto. Para lo cual se realizaron encuestas a una muestra de 138 vecinos de la ciudad, mayores de 18 años, con el propósito de que se obtengan las percepciones de los participantes. Posteriormente, los datos fueron analizados, organizados y sistematizados electrónicamente utilizando el programa SPSS V24. Como resultado, se obtuvo que la administración real de los espacios verdes dentro de Tarapoto en el año 2021 fue regular, con un 52.9%, esto según las encuestas vecinales, abarcando aspectos tanto recreativos como ecológicos. Asimismo, el grado de calidad de vida urbana dentro de Tarapoto fue considerado regular, con un 58.7%, de acuerdo a las encuestas, reflejando beneficios corporales, social e individual, lo cual no reflejó la satisfacción para los encuestados.

Flores et al. (2021), en su investigación “Los espacios verdes públicos y su influencia en la calidad de vida urbana en el distrito de Lurín, 2020”. La investigación tuvo como objetivo identificar la influencia de los espacios verdes existentes del distrito de Lurín con respecto a la calidad de vida que presentan sus habitantes. Para lo cual se delimitó el área, se realizaron fichas de observación, además de medir la temperatura del área a través del aplicativo “Temperature measurement”, la cual se descargó desde la plataforma Google Play Store; así mismo, se desarrollaron encuestas. El resultado obtenido muestra una contribución o aporte de las áreas verdes en la mejora del estado de ánimo de los habitantes. El 70% de los encuestados afirmando un bienestar psicológico en los espacios verdes. Además, contribuye a tratamientos relacionados con trastornos mentales y fomenta la actividad física.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la influencia de los techos verdes en la calidad de vida de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la incidencia de la cubierta vegetal de un techo verde en el confort térmico de una vivienda del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024.
- Determinar la incidencia de las hortalizas en el bienestar económico de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024.
- Determinar la incidencia de las plantas frutales en el bienestar corporal de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación teórica

El trabajo de investigación desempeña un papel importante al ofrecer conocimientos a través del empleo de teorías y definiciones para entender las variables en estudio.

1.4.2 Justificación Práctica

A nivel práctico, la presente tesis es aplicable en la elaboración de un techo verde en una vivienda del centro poblado Santa María de Huachipa, sirviendo como herramienta para crear un huerto urbano a fin de mejorar la calidad de vida de los pobladores, a través de las hortalizas, plantas aromáticas y frutales, teniendo como fin proponer dichos huertos en las viviendas de Huachipa.

1.4.3 Justificación Metodológica

A nivel metodológico, la tesis desarrolla métodos y procedimientos ajustados a las necesidades del centro poblado. Dicho trabajo de investigación pretende diseñar huertos

urbanos en los techos de una vivienda del centro poblado de Santa María de Huachipa, con el fin de mejorar el confort térmico y mejorar la calidad de vida de los pobladores de Huachipa. Además, a lo largo de la investigación, se utilizarán enfoques metodológicos en los cuales se encuentran: revisión de documentos, delimitación espacial del área a través de herramientas como Google Earth y ArcGIS, diseño de un techo verde con los softwares AutoCAD, Revit, Lumion, además de realizar un modelado de confort térmico con el software “Design Builder”.

1.4.4 Justificación Social

El presente trabajo de investigación se justifica en la necesidad de mejorar la calidad de vida de la población del centro poblado de Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima, debido a la pérdida actual de áreas verdes, a fin de contribuir al bienestar de los pobladores como se viene implementando en otros países como España. Mejías (2014) realizó la investigación “Contribución de los huertos urbanos a la salud”, donde se obtuvo resultados en el estilo de vida, actividad física y alimentación de las personas (p. 9).

1.4.5 Importancia

La presente investigación tiene como objetivo proponer un diseño de techos verdes que mejore la calidad de vida de los pobladores del centro poblado de Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima. Mediante el uso de especies vegetales que se adapten a las condiciones climatológicas y espaciales del lugar. Con el fin de proponer la instalación de los huertos en los techos para poder mejorar la calidad de vida de los pobladores, permitiendo que más familias puedan obtener más fácil la fuente de alimento y mejorar la seguridad alimentaria. Además de esto, la presente investigación permitirá desarrollarse nuevos estudios del microclima en interiores de las edificaciones de viviendas y edificios, variación de huella de carbono, mejoramiento térmico, entre otros. Los pobladores del centro poblado Santa María de

Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima, son los beneficiarios de esta investigación para mejorar su calidad de vida.

1.4.6 Limitaciones de la investigación

- Acceso limitado a la información: Puede ser difícil obtener datos actualizados y precisos sobre la implementación de techos verdes en el área específica de Santa María de Huachipa, ya que esta es una práctica relativamente reciente en muchos lugares, y no siempre existe un registro formal o accesible sobre los proyectos en curso.
- Desafíos técnicos y climáticos: Las condiciones climáticas de la zona, que incluyen variaciones de temperatura, precipitaciones y la calidad del aire, pueden afectar el rendimiento de los techos verdes, lo que podría influir en la percepción de los residentes sobre su efectividad y beneficios.
- Resistencia cultural o falta de conocimiento: Puede existir una resistencia cultural o falta de información sobre los beneficios de los techos verdes, con lo cual podría influir en la aceptación o implementación de la tecnología. Esto podría dificultar la evaluación de su impacto si los pobladores no están completamente comprometidos o informados sobre las ventajas de esta práctica.
- Limitaciones geográficas y de muestra: Dado que la investigación se centra en una zona específica de Lima, Centro Poblado Santa María de Huachipa, los resultados obtenidos pueden no ser generalizables a otras áreas o comunidades, especialmente si las condiciones urbanísticas o socioeconómicas son significativamente diferentes.

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis General

Los techos verdes influyen positivamente en la calidad de vida de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024.

1.5.2 Hipótesis Especifico

- La cubierta vegetal de un techo verde incide positivamente en el confort térmico de una vivienda del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024.
- Las hortalizas inciden positivamente en el bienestar económico de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024.
- Las plantas frutales inciden positivamente en el bienestar corporal de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1 *Importación de las Áreas verdes en la ciudad*

Se entiende por área verde a los espacios vegetales que tienen la capacidad de sustentar o albergar todo tipo de especies vegetales, entre ellas cubresuelos, arbustos, macizos de plantas, palmeras, árboles, etc. Además, las “áreas verdes” aportan sostenibilidad en la ciudad de Lima, mejorando la calidad de vida de sus habitantes (MML, 2014).

Asimismo, las áreas verdes se consideran un reflejo de la calidad de vida de los residentes urbanos, ya que pueden abordar diversos desafíos, como la inseguridad, la contaminación atmosférica, el cambio climático, el deterioro social, la obesidad en la población y, en general, cuestiones relacionadas con la salud pública, estas debido a que las plantas son organismos que realizan fotosíntesis (Martínez et al., 2021).

2.1.2 *Techo verde*

El término "techo verde" se refiere a sistemas sostenibles instalados sobre superficies de losas o techos, también conocidos como eco-techos, debido a los múltiples beneficios que ofrecen para mitigar los efectos de la urbanización, como la gestión del agua. Estos techos están compuestos por un sustrato ligero, respaldado por un sistema de drenaje y una membrana impermeabilizante, que ayuda a proteger el edificio contra filtraciones (Ramesh, 2011). Así mismo, para lograr la instalación de techos verdes en un edificio, se debe verificar la pendiente, realizar el cálculo estructural, considerar los sistemas de electricidad y agua, evaluar el mantenimiento necesario y asegurar la impermeabilización adecuada (Green Roofs for Healthy Cities, 2013).

2.1.2.1 Azotea verde. Para desarrollar azoteas verdes se debe realizar un tratamiento especial al techo, además de un parapeto; esta técnica debe adaptarse a las condiciones constructivas de cada construcción, considerando un parapeto. Este sistema mejora la calidad de vida generando beneficios directos al dueño de la vivienda o propietario. Una azotea verde cuenta con diversas capas y componentes que permiten su funcionamiento adecuado y seguro sobre el inmueble en el que se instala (Sánchez, 2012).

2.1.2.2 Teja verde. A diferencia de las cubiertas planas o azoteas, donde se suelen instalar cubiertas ajardinadas, en las cubiertas inclinadas o tejas verdes se tienden a instalar cubiertas ecológicas de bajo mantenimiento, siendo extensivo el tipo de techo usado (Zinco, 2021). Además de ello, un tejado verde se puede crear de dos maneras: la primera, a través del uso de semillas o plantas directamente en una capa de tierra, y la segunda, colocando tejados de alfombras de vegetación ya listas (Tarrida, 2010). Así mismo, en Holanda se innovó a través de las tejas vegetales generadas en pendientes, siendo un sistema no tan caro y ligero (Mojica et al., 2020).

Figura 5

Cubierta Vegetal un techo verde y una azotea verde



Nota. En la figura izquierda se muestra un techo verde en forma de tejas, mientras que en la derecha una azotea verde extensiva. Adaptado de Techos verdes vivos: definición, beneficios y cómo hacerlos en tu hogar, por Bioguía, 2020. Elaboración propia.

2.1.2.3 Descripción de los materiales del sistema de techo verde.

- Soporte: Es la estructura que sostiene la totalidad de los elementos.
- Capa impermeabilizante: Regula y soporta la formación de raíces primarias y secundarias de las plantas. Esta capa impide que la humedad (filtración) y el agua proveniente de la lluvia afecten la estructura del inmueble, protegiendo así el techo de posibles daños.
- Capa drenante: Se encarga de recoger las “lluvias” (precipitaciones) y dirigirlas hacia los desagües de la azotea. Siendo la función principal captar las lluvias llamadas precipitaciones y canalizarlas hacia los sumideros del techo.
- Capa filtrante: Su propósito es filtrar el agua del material de sustrato con tamaño diminuto.
- Capa de sustrato: Brinda estabilidad a la cobertura vegetal y aporta los nutrientes fundamentales para su crecimiento.
- Vegetación para techo: Son cubresuelos, frutales, hortalizas, arbustos, árboles.

Figura 6

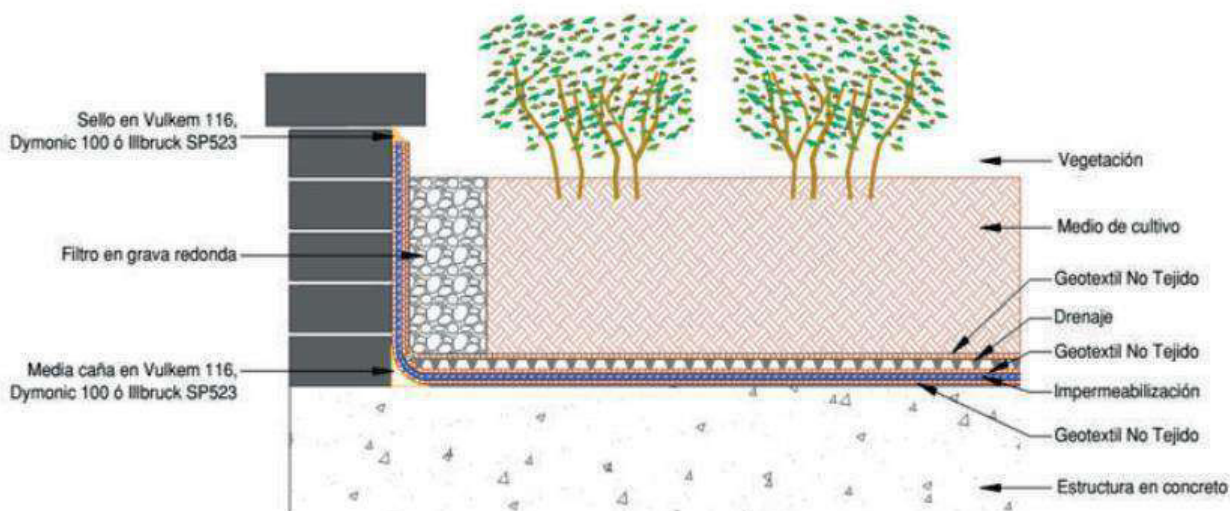
Componentes de una azotea verde



Nota. En la imagen se muestra las capas de una azotea verde. Adaptado de *Techos verdes: una estrategia sustentable*, por López et al, 2020, Tecnológico de Costa Rica, vol.33.

Figura 7

Corte transversal de una azotea verde extensiva



Nota. En la imagen se muestra las capas de una azotea verde. Adaptado de guía básica para la especificación de techo vegetal por Euclid Group, 2020.

2.1.3 Tipos De Techo Verde

Los techos verdes se clasifican normalmente en sistemas intensivos y extensivos, pero se incluye el semi-intensivo. Los sistemas semi-intensivos se clasifican como intermedios, ya que el grosor del sustrato varía entre 12 y 30 cm, limitando la selección de especies vegetales

en comparación con los sistemas intensivos, aunque ofrecen más opciones que los sistemas extensivos. El peso estimado de este tipo de sistema es de entre 120 y 250 kg/m² (García, 2010). La categorización se realiza considerando principalmente el grosor y la altura del sustrato, el tipo de vegetación y su finalidad. Los techos verdes extensivos son los más solicitados por la población, representando un porcentaje de 91% del total de casos, debido a la sencillez, mínimo mantenimiento y poca irrigación debido a su menor espesor de sustrato y vegetación liviana. Esto reduce los costos de instalación y disminuye la carga estructural en comparación con los techos verdes intensivos (López et al., 2020).

Tabla 1

Diferencias entre un techo extensivo e intensivo

Características	Extensivos	Intensivos
Espesor del sustrato	2 cm a 20 cm	> 20 cm
Peso adicional	30 a 220 kg/m ²	300 a 1500 kg/m ²
Tipo de vegetación	Musgo, hierba y pasto	Arbustos y árboles pequeños
Uso	Decorativo o cultivo	Recreación
Mantenimiento	Simple	Complejo
Riego	Poco frecuente	Constante
Demanda	Alta	Baja

Nota. En la tabla 1 se verifican las diferencias entre un techo o azotea extensiva o intensiva.

Adaptado de Techos verdes: una estrategia sustentable, por López et al., 2020, Tecnológico de Costa Rica, vol. 33.

2.1.4 Beneficios de un techo verde en una vivienda

Las cubiertas vegetales en los techos verdes aportan innumerables beneficios para los habitantes de las grandes ciudades urbanas. “El empleo de los techos verdes tiene origen en la antigüedad, ya que permite regular las fluctuaciones de T° en los espacios habitacionales”

(Gómez y Rodríguez, 2016). “En viviendas unifamiliares, la densidad es de 5 habitantes por cada vivienda” (MVCS, 2019).

2.1.4.1 Techos verdes como productor de O₂ Las cubiertas verdes se pueden comportar como un sumidero y captadores de carbono dentro de la ciudad. (Mosqueta, 2018).

La cubierta vegetal captura el polvillo, el CO₂, partículas menores y mayores, como agentes contaminantes, ya que están presentes dentro del aire; estos se adhieren en el follaje de las hojas y posteriormente son arrastrados al suelo por el rocío o la lluvia. A través de la fotosíntesis, las plantas convierten el CO₂, favoreciendo así la purificación del aire.

La cobertura vegetal es capaz de capturar el polvo y agentes contaminantes (partículas) presentes en el aire, ya que estos se adhieren al follaje y posteriormente son arrastrados al suelo por la lluvia. Durante la fotosíntesis, las especies vegetales (plantas) transforman el CO₂ y producen aire fresco y oxigenado, contribuyendo a la calidad del aire. Una cubierta vegetal puede generar una cantidad de oxígeno similar a la de un área equivalente del dosel de una especie arbórea. Además, un m² de césped puede eliminar anualmente 0.2 kg de partículas en suspensión y absorber 2.3 kg de CO₂ (Ramos et al., 2015, p.5).

Figura 8

Sistemas constructivo con y sin techo verde



Nota. En la figura se verifica la incidencia de una vivienda sin cubierta vegetal contra una que contiene techo verde adaptado de *Cool Roofs* por Eco roofing and more, s.f.

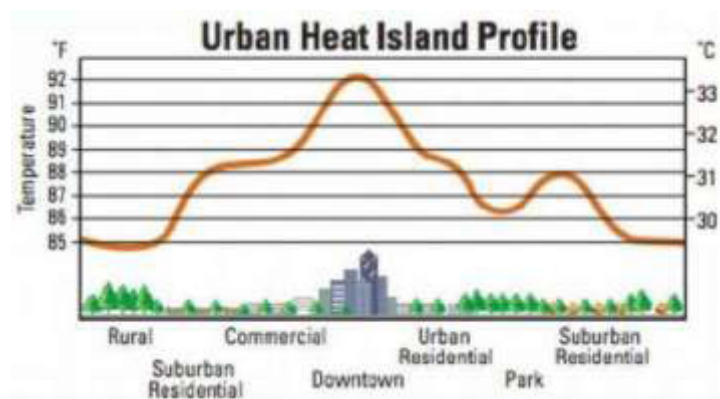
2.1.4.2 Techos verdes como aislante térmico. Ante el cambio climático, los efectos reguladores de los techos verdes sobre las condiciones térmicas exteriores se convierten en un beneficio muy importante, especialmente para las áreas urbanas. Los techos verdes pueden mejorar el microclima urbano, ya que regulan la temperatura a través de la reducción del calor local. Los techos convencionales de hormigón, a menudo cubiertos por material de color gris o negro como el betún, suelen tener un albedo muy bajo. Debido a su alta tasa de absorción de la radiación solar entrante, dicha superficie puede alcanzar temperaturas de hasta 90°C en un día de verano (Knausy, 2020).

A. Islas de calor. Las islas de calor, también conocidas como “islas térmicas urbanas”, se entienden como la diferencia de T° (gradiente) dentro de las secciones de zonas urbanas densamente pobladas y edificadas y las áreas rurales o periurbanas circundantes. El patrón espacial típico de la isla térmica urbana es concéntrico (Córdova, 2010).

La variación de temperatura entre las zonas de la urbe y las rurales tiene como factor principal la generación directa de calor por combustión y la liberación progresiva del calor acumulado durante el día en las edificaciones de ladrillo, concreto y otros materiales similares (Palacio, 2019).

Figura 9

Perfil de isla de calor



Nota. Se verifica que en “la ciudad la isla de calor” adaptado de EPA, Cooling summertime Temperatures por, Larretguy, 2014.

2.1.4.3 Aumento de confort térmico. Los árboles son muy efectivos en la estrategia de mitigación cuando se siembran en lugares clave alrededor de los edificios, y la orientación es crucial dependiendo del tipo de clima. Por ejemplo, en áreas con alta exposición a la luz, es mejor plantarlos hacia el este de las construcciones. Así mismo, es importante considerar el comportamiento de cada especie de árbol, ya que son diferentes, además de las distintas condiciones climáticas, siendo necesario un estudio previo. La copa producida por la cubierta vegetal no solo protege a las personas, sino que también protege al pavimento, siendo imprescindible el empleo de acabados claros para minimizar el calentamiento del área (Guillen y Orellana, 2016).

2.1.4.4 Beneficio de Techos verdes en la salud. Las personas que tienen una vivienda rodeada de áreas verdes o azoteas verdes tienen menos probabilidades de sufrir enfermedades, ya que estos proporcionan oxígeno extra, mejoran la calidad del aire, reducen olores desagradables y ruidos, además de ofrecer un entorno terapéutico para sus habitantes (Benavides, 2021).

A. ***Horticultura terapéutica.*** La terapia hortícola consiste en una serie de prácticas relacionadas con la jardinería, con el fin de lograr objetivos específicos; esta es dirigida por un especialista, teniendo como finalidad mejorar la salud mental a través de actividades con plantas (Coraquilla, 2022).

Así mismo, la terapia hortícola es útil, ya que promueve la salud, como los tratamientos de patologías tipo psicosocial (Herrero, 2018).

2.1.4.5 Techo verde promotor la biodiversidad. Ante la fragmentación de la diversidad biológica en las urbes a lo largo del tiempo, es esencial encontrar soluciones, entre las cuales se encuentran los corredores ecológicos, que consisten en una red de vegetación que enlaza diversas zonas. Estas áreas urbanas son gestionadas para fomentar su desarrollo. Como resultado, las especies pueden desplazarse fácilmente hacia sus hábitats naturales y mantener la integridad de estos ecosistemas, especialmente en el caso de las aves. Incrementar la cantidad de vegetación en las ciudades favorece el crecimiento de las poblaciones de diversas especies y facilita la migración de las aves (Redondo, 2014).

2.1.4.6 Techos verdes como alternativa de sostenibilidad. Las cubiertas verdes representan una solución que impulsa el desarrollo sostenible, con un gran potencial para ofrecer ventajas medioambientales, como la reducción de la polución y la regulación térmica del espacio. Además, proporcionan beneficios sociales, tales como la prevención de enfermedades y la disminución de la tasa de mortalidad en la población, así como ventajas económicas, como el ahorro energético. No obstante, pese a sus múltiples ventajas, esta tecnología solo se ha implementado en ciertos países industrializados (López et al., 2020).

Tabla 2*Los techos verdes como instrumento de sostenibilidad*

Económico	Ambiental	Social
Promoción de agricultura urbana	Mejora la calidad del agua	Embelllecimiento del espacio público
Ahorro de gastos operacionales	Mejoramiento de la calidad del agua	Generación de nuevos espacios de recreación
Alargamiento de la vida útil de los techos	Reducción de la contaminación atmosférica	Accesibilidad de agua
Ahorro de energía	Reducción efectos de isla de calor	Disminuye la posibilidad de inundaciones
Reduce el tratamiento de aguas residuales	Reducción de la contaminación auditiva	Estado emocional de la población
Reduce el uso de redes de agua lluvia	Aumento de la biodiversidad	
	Reducción del cambio climático	

Nota. En la tabla 2 se muestran los beneficios de los techos verdes en los aspectos económicos, ambientales y sociales, pilares de la sostenibilidad. Adaptado de Propuesta del uso de techos verdes en el sector hotelero como estrategia de eco innovación en la ciudad de Bogotá, por Benavides, 2021.

2.1.5 Especies de plantas para techos verdes

Según Torretti (2010), indica: “De acuerdo con la FAO, las especies son un conjunto de organismos que comparten similitudes, mientras que la variedad se refiere a un grupo de plantas que presentan ciertas características morfológicas comunes” (p. 326).

Un huerto urbano se define como un área de tamaño reducido o mediano destinada al cultivo de plantas aromáticas, hortalizas y frutas, las cuales se pueden producir en una mesa de cultivo de madera para mejorar el manejo de la producción vegetal, contribuyendo a la práctica de la agricultura en entornos urbanos y con el fin de satisfacer el consumo personal, familiar o de una comunidad (Leyva, 2020).

2.1.5.1 Plantas usadas para huertos. La gran parte de la población urbana no dispone de un espacio de tierra en su vivienda, pero esto no representa un obstáculo para contar con un pequeño huerto adaptado al espacio disponible; estos se pueden realizar en mesas de cultivos como soporte del huerto (Diputación de Alicante, s.f.).

a. *Plantas aromáticas.* Las plantas aromáticas son especies vegetales que se caracterizan por contener sustancias con propiedades aromáticas, sabrosas, colorantes o estimulantes en su totalidad o en diversas partes, como frutos, semillas, raíces, hojas, flores o inflorescencias. Sus usos son variados, abarcando desde la cocina hasta la extracción de compuestos aromáticos que se emplean en la fabricación de repelentes de insectos o productos de limpieza (Parra y Cameróni, s.f.).

b. *Hortalizas.* Las hortalizas son un grupo de plantas cultivadas en huertos o mediante riego, que se consumen como alimento, ya sea crudas o cocidas. El término "hortaliza" abarca tanto a las verduras como a las legumbres de color verde (Ladrón de Guevara et al., 2004). Las hortalizas vienen a ser el conjunto de vegetales cultivados generalmente en huertos que se consumen de forma directa en la alimentación; esta puede ser de forma cruda o cocida.

c. *Grass americano:* Esta especie es ornamental y generalmente crece de manera óptima en áreas que reciben aproximadamente el 50% de la luz solar total (Universidad de Sevilla, 2001). Deben recibir al menos 10-20 litros de agua por metro cuadrado. El riego puede hacerse con una mínima cantidad de agua; puede usarse goteros. El grass americano, utilizado en los techos verdes para áreas de tránsito, es una variedad de césped resistente que ofrece tanto valor estético como funcionalidad. Este césped está diseñado para soportar el tránsito constante sin comprometer la salud del espacio verde (Getter y Rowe, 2008).

d. *Frutales:* Son árboles que producen frutas cuando sus flores se maduran, ayudan a mantener el aire limpio y en su mayoría nos brindan sombra; la frecuencia de riego

puede ir de 10 a 15 litros por semana (Instituto de desarrollo y medio ambiente, 2023).

2.1.5.2 Tipo de siembra

Las hortalizas pueden sembrarse de manera directa o indirecta, y algunas tienen la opción de ser sembradas de ambas formas. En las guías de cultivo, generalmente se menciona primero la forma de siembra más habitual en la costa central (Programa de hortalizas UNALM, 2000).

a. *Siembra Directa:* Consiste en el sembrado de las semillas directamente en el terreno donde se pretende tener el huerto, lo que generalmente requiere una preparación más exhaustiva del suelo. La siembra se puede realizar con una lampa (manual o larga) o con sembradoras (manuales o arrastradas por un tractor). El proceso de trasplante de plantas en bolsa a tierra es un tipo de siembra directa.

b. *Siembra Indirecta:* En este caso, las semillas se colocan en un entorno controlado llamado almácigo, donde germinan, y posteriormente, las plántulas se trasplantan al terreno definitivo.

2.1.5.3 Orientación de Hortalizas para realizar un huerto

La orientación es clave para asegurar una adecuada exposición al sol y una buena recepción de luz, ya que, junto con los nutrientes, la luz es un recurso natural fundamental para las plantas, ya que facilita el proceso de fotosíntesis. Por lo tanto, se debe procurar que las camas o hileras de contenedores estén orientadas hacia el norte (INIFAP, 2017).

2.1.5.4 Especies de corto periodo vegetativo para hortalizas

Las hortalizas son cultivos de periodo vegetativo corto (2 meses); por dicha razón, se cosechan en los primeros meses de sembrado y es posible cultivarlas durante todo el año en pequeñas parcelas e incluso en maceteros (Cultivos de hortalizas, 2024). La siembra directa es aquella donde la semilla es enterrada en el terreno donde germinará, se desarrollará y culminará su ciclo productivo. Este método es ideal para cultivar especies de ciclo corto y semillas

grandes, ya que requieren condiciones menos exigentes para la germinación.

a. *Acelga:* La acelga es una hortaliza de rápido crecimiento y fácil cultivo, que se está volviendo cada vez más popular debido a su alto valor nutricional. Su ciclo de crecimiento es relativamente corto, durando entre 2 y 3 meses desde la siembra hasta la cosecha (Biblioteca Digital Agropecuaria de Colombia, 1986).

b. *Beterraga:* La beterraga es una hortaliza de cultivo común. Su período vegetativo es la etapa en la que la planta se enfoca en el crecimiento de sus raíces y hojas, antes de iniciar la floración. Este ciclo suele durar entre 8 y 12 semanas después de la siembra. Un adecuado desarrollo de su sistema radicular le permite a la remolacha resistir breves períodos de sequía y recuperarse sin afectar significativamente su rendimiento (Bonino, 2020).

c. *Tomate:* El tomate es una de las hortalizas más importantes desde una perspectiva económica a nivel mundial, con una producción superior a los 180 millones de toneladas anuales, destinadas tanto al consumo fresco como a la industria. Esta planta se desarrolla mejor en climas cálidos y soleados. El período vegetativo del tomate es la fase en la que la planta se concentra en el crecimiento de sus raíces, tallos y hojas, antes de iniciar la floración y fructificación. Este ciclo suele durar entre 4 y 6 semanas tras la siembra (Mejía, 2022).

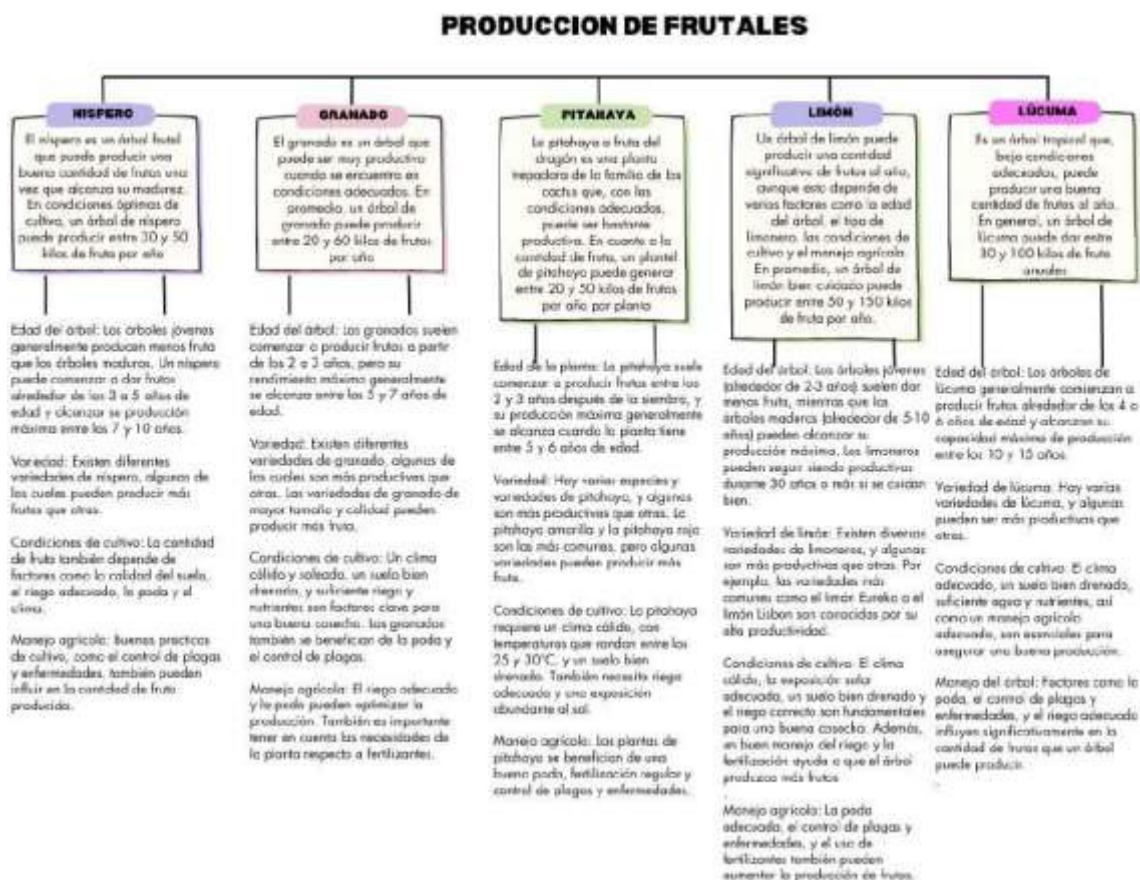
d. *Cebolla china:* La cebolla china es una de las hortalizas más antiguas y ampliamente cultivadas, gracias a su alto valor nutricional y a las diversas formas y variedades que ofrece para la alimentación humana. Su corto ciclo vegetativo, que varía entre 8 y 12 semanas, y su bajo costo económico hacen de ella una opción muy atractiva para los productores (Huaca y Vega, 2018).

2.1.6 *Frutales para techo verde*

El cultivo de frutales ha sido, desde sus comienzos, una actividad económica con una importancia tanto en lo económico, dentro del sector agrícola, como también en lo social, ya

que posee gran demanda por las personas. El injerto de los frutos es una técnica de propagación en la fruticultura, la cual tiene gran valor económico en diferentes sistemas agroforestales, tanto en Perú como a nivel global, y existen diversas metodologías de injerto en la fruticultura (Álvarez, 2019).

La cantidad total de CO₂ capturado por un cultivo agrícola en el transcurso de un año va a requerir de varios factores; estas se destacan como las características genéticas, las condiciones de crecimiento y el manejo del cultivo, por lo que los datos deben ser específicos para cada región o área. La fruticultura del futuro debe tener como objetivo principal la mitigación del cambio climático. Para esto es fundamental mejorar continuamente todo el sector, de manera que el balance de carbono sea cada vez más favorable, es decir, que los cultivos capturen más CO₂ y se requiera emitir menos para su producción y traslado para los destinos de consumo. La fruticultura tiene un gran potencial para actuar como un sumidero de CO₂, contribuyendo significativamente a la mitigación del cambio climático. Además de ofrecer productos alimenticios, los huertos de árboles frutales pueden almacenar inmensas cantidades de “carbono” en su biomasa y en los suelos. Si se implementan prácticas agrícolas sostenibles y se eligen especies adecuadas, los huertos frutales pueden ser una parte importante de una estrategia para reducir las concentraciones de CO₂ en la atmósfera (Dirección General de Alimentación y Fomento Agroalimentario, 2013, p.9).

Figura 10**Producción de Frutales**

Nota. Se verifica la producción de frutales. Adaptado de Manual del protagonista cultivos de frutales, 2018. Elaboración propia.

2.1.7 Barrera verde o cerco vivo

Según Economía y viveros (2018), “los frutales funcionan como barrera contra el ruido y la contaminación si son lo suficientemente gruesos y densos”. Además, los cercos vivos son plantas instaladas linealmente; estas varían dentro de las especies de árboles que se usan, además también depende de su copa. Son establecidas en 1 línea, se pueden instalar cada 30 cm, con la finalidad de captar mayor CO₂ (Pastos y Forrajes, 2020).

2.1.8 Los techos verdes como conexión entre el campo y la ciudad

Es necesario crear unos espacios de transición, que comuniquen el ambiente urbano con el rural, a fin de lograr una conexión entre el campo y la ciudad. Los huertos urbanos son una

alternativa de solución a este problema a fin de regenerar las áreas urbanas, llenándolas de actividad rural en zonas en desuso, ayudando además a la economía local y al desarrollo social (Escobar, 2017). Mediante la producción de aire fresco, los techos verdes pueden brindar un espacio confortable a las personas; este aire fresco tiene menor cantidad de CO₂.

2.1.9 Agricultura urbana

La agricultura urbana ha ido cobrando relevancia con el tiempo. Más allá de su función productiva, esta actividad aporta nuevos significados a la práctica agrícola, desempeñando un papel social para distintos sectores de la población. Asimismo, ofrece una oportunidad para revitalizar áreas en desuso, agregando valor al entorno urbano (Larrubi et al., 2020).

2.1.10 Seguridad alimentaria

La seguridad alimentaria relaciona la producción y disposición de alimentos en los hogares; estos tienen seguridad alimentaria cuando en todos los meses tienen un balance de cantidad y diversidad de alimentos seguros para llevar una vida sana y activa” (FAO, 2006). Para que exista seguridad alimentaria dentro de los hogares, tienen que cumplir condiciones básicas de higiene e inocuidad alimentaria para asegurar su salubridad, una alimentación sin pesticidas (Chagua, 2017).

2.1.11 Arquitectura Bioclimática y el confort térmico

La arquitectura bioclimática es bastante reciente e involucra la gestión de la luz, el espacio y el color en el proceso de diseño (Piñero, 2015); así mismo, tiene la capacidad de ajustar el microclima para lograr condiciones que se acerquen a los niveles ideales de bienestar termo fisiológico para los seres humanos (Barronco, 2015).

Los techos verdes se pueden usar en climas fríos y cálidos. Es así que, en climas fríos, mantiene cálido el interior de la edificación retardando el flujo del calor generado, mientras que en climas cálidos permite la frescura, ya que mantiene un aislamiento térmico. Esto permite que mejore el confort térmico, que es el bienestar térmico de las personas (Sahagun et al.,

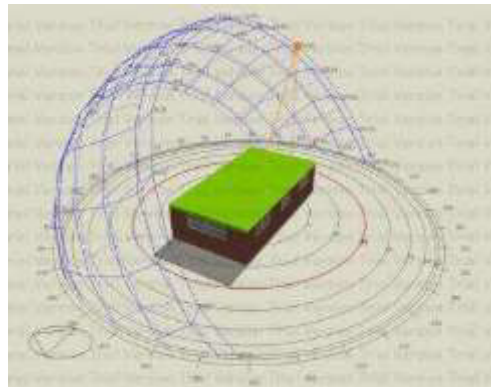
2018).

2.1.12 Orientación Solar

En el diseño de la orientación solar en las edificaciones, se debe considerar la climatología local. Es importante dirigirla de manera eficaz para que reciba la máxima radiación solar anual, previniendo las sombras durante el invierno y protegiéndola del exceso de radiación en verano (De León, 2011). Una metodología a usar son los principios de Geometría Solar, con los cuales se cuenta desde tiempos antiguos; se ha utilizado para adaptar las construcciones a diferentes lugares del mundo, con el objetivo de crear un hábitat adecuado a las condiciones del entorno. De esta manera, facilita el desarrollo de soluciones arquitectónicas que también promueven la eficiencia y el ahorro energético (Gómez, 2017).

Figura 11

Orientación solar de una azotea verde



Nota. Se visualiza el diseño de orientación para un techo verde Adaptado de Efectos del uso de techos y fachadas vegetales en el comportamiento térmico de edificios, por Canales, 2014.

2.1.13 Calidad de vida urbana

La calidad de vida urbana puede entenderse como el conjunto de factores internos de la persona en relación con el entorno urbano, con el fin de lograr el bienestar biológico y funcional para el desarrollo tanto personal como familiar con el fin de vivir con dignidad dentro de una urbe (González, 2018).

2.1.13.1 Condiciones de vida. Las condiciones de vida pueden determinarse de manera objetiva mediante indicadores biológicos, sociales, materiales, de comportamiento y psicológicos, y a través de la combinación de percepciones personales sobre cada área, se puede reflejar el bienestar general (Urzúa, 2012).

2.1.13.2 Características de la Calidad De Vida. Se componen por elementos objetivos y subjetivos (Monardes, 2011).

Figura 12

Pirámide de Maslow en la calidad de vida



Nota. En la figura se verifica las necesidades de las personas para lograr una calidad de vida. Adaptado de Pirámide de Maslow: La jerarquía de las necesidades humanas por Roashunter, s.f.

2.1.14 Los techos verdes y su aporte a siete de los ODS.

Los techos verdes son cubiertas vegetales que ofrecen varios beneficios, como la disminución de la isla de calor, captación del agua pluvial, calidad del aire y el aislamiento tanto acústico como térmico (EIEI ACOFI, 2023).

Figura 13

La Agenda 2030 y la importancia de los Techos verdes



Nota. En la figura se indica los Techos verdes en las áreas urbanas y su relación con la agenda 2030. Adaptado de Rivera y Neri, 2022. Elaboración propia.

2.1.15 Salud y seguridad ambiental

La salud ambiental está compuesta por la salud y la seguridad del entorno, refiriéndose a factores externos al ser humano que pueden afectar su salud, con el propósito de prevenir enfermedades a través de una gestión adecuada del ambiente. Quedan excluidos de este concepto los factores económicos, sociales y genéticos que no están relacionados con el medio ambiente. Además, se puede entender como la manifestación de condiciones equilibradas que resultan del uso responsable de la naturaleza para lograr el bienestar tanto del ser humano como del entorno (Salazar, 2017). La salud ambiental llega a comprender aspectos de la salud humana, incluida la calidad de vida; está determinada por factores ambientales, físicos, químicos, biológicos, sociales, etc (Ordóñez, 2000).

2.1.16 La sostenibilidad y la calidad de vida

La calidad de vida está vinculada a la sostenibilidad, ya que no se puede abordar el bienestar sin considerar los ODS. De manera que el desarrollo sustentable se presenta como un oxímoron, ya que implica un desarrollo que es a la vez duradero y en constante evolución, beneficiando tanto al ser humano como al entorno que lo rodea (Cantú, 2015).

2.1.17 Marco legal internacional

2.1.17.1 Norma UNE-EN ISO 7730:2006. Dicha norma determina, analiza e interpreta el bienestar térmico con el método de determinación de los índices PMV y PPD, además de “los factores de bienestar térmico local”. La norma muestra métodos que predicen la “sensación térmica general” para predecir la “insatisfacción térmica” de los usuarios en ambientes con T° moderada. Este método permite analizar e interpretar el bienestar térmico con la medición de los índices “PMV (voto medio estimado) y PMD (porcentaje estimado de insatisfechos)”, así como los criterios del confort térmico local (AENOR, 2006).

Tabla 3

Temperatura Operativa

TEMPERATURA OPERACIONAL				
PMV		CONDICIONES DE TEMPERATURA PPD %		
			Verano	Invierno
INSATISFECHO	"+3 CALUROSO" "+2 CALIDO" "+1 LIGERAMENTE CALIDO"	A	24.5 (+- 1.0)	22.0 (+- 1.0)
SATISFECHO		Optimas Tolerables		
		B	24.5 (+- 1.5)	22.0 (+- 2.0)
INSATISFECHO	"-1 LIGERAMENTE FRESCO" "-2 FRESCO" "-3 FRIO"	Limitadas	24.5 (+- 2.5)	22.0 (+- 3.0)
		C		

Nota. En la tabla se visualiza la temperatura operativa mínima y máxima para el confort, donde las categorías A es condiciones óptimas de confort térmico, B son condiciones tolerables de confort térmico y C, Condiciones limitadas de confort Tomado de *Norma UNE-EN ISO 7730, 2006*. Elaboración propia.

2.1.17.2 Reglamento de instalaciones térmicas de edificios. El Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE), en su "Instrucción Técnica 1.1.4", establece los requisitos de calidad térmica para ambientes en función de la actividad y vestimenta de las personas. Para individuos con actividad metabólica baja y vestimenta ligera (0,5 clo para

verano y 1 clo en invierno), la temperatura operativa y la humedad relativa deben estar dentro de ciertos valores, con un porcentaje de insatisfacción (PPD) entre el 10% y el 15%.

Tabla 4

Temperatura operativa y Humedad Relativa en invierno y verano

Estación	Temperatura Operativa °C	Humedad Relativa %
Invierno	23-25	45-60
Verano	21-23	40-50

Nota. En la tabla se visualiza la temperatura operativa para obtener el confort térmico y la humedad relativa. Tomado de RITE, 2007. Elaboración propia.

2.1.18 Maco legal Nacional

2.1.18.1 Ordenanza N°1852 MML. La presente Ordenanza “establece el marco normativo y las directrices comunes que regulan la gestión de espacios verdes en Lima”.

a. **Áreas Verdes Complementarias:** Las “áreas verdes” menores son lugares que combinan construcciones con zonas libres que incluyen árboles y vegetación. Entre estas áreas se encuentran equipamientos recreativos y deportivos, cementerios-parque, huertos urbanos, techos verdes y jardines verticales. También se incluyen otros elementos de jardinería en áreas públicas o privadas de acceso público.

2.1.18.2 Ordenanza N°427- Barranco. El objetivo principal de esta ordenanza es mejorar el aire, teniendo como objetivo adicional recuperar y embellecer el espacio del techo, de manera que se armonice con la costa del distrito. Esto forma parte de la visión de desarrollo balneario del área, promoviendo un ambiente limpio y saludable que brinde oportunidades y capacidades a los habitantes. A través del programa "Techo y Muro Verde" realizado dentro de Barranco, se busca concientizar e incentivar a la vecindad y propietarios para que instalen cubiertas vegetales en techos y terrazas, permitiendo cultivar plantas.

2.1.18.3 Ordenanza N°618/MM Miraflores. Esta normativa establece los diversos parámetros técnicos para la planificación y ejecución de construcciones sostenibles, definiendo los incentivos accesibles para estos proyectos, con el propósito de estimular la edificación de inmuebles sustentables en Miraflores. Pretende favorecer el uso eficiente de los recursos naturales, potenciar el uso responsable de la energía y el agua, y generar entornos tanto confortables como saludables que aporten el desarrollo de una ciudad verde. Esto busca armonizar el crecimiento urbano con la preservación del medioambiente, promoviendo una mejor calidad de vida para los usuarios.

La cubierta ajardinada en las terrazas se compone de un conjunto de estratos diseñados para favorecer el desarrollo de la vegetación. Este sistema integra una membrana impermeabilizante, una capa de drenaje, un sustrato de cultivo y la vegetación correspondiente.

Los componentes que mínimamente necesitan los techos verdes son: Capa impermeabilizante. anti raíz, luego la capa drenante, posterior el sustrato, finalizada la cubierta verde.

2.1.18.4 Ordenanza N°523-MSI-San Isidro. El sistema de techos verdes y sus componentes deben cumplir al menos con los siguientes requisitos:

a. Estabilidad y resistencia mecánica: El sistema y sus elementos deben ser resistentes a las cargas especificadas en el diseño estructural del edificio, conforme a lo establecido en el RNE, garantizando un comportamiento estructural adecuado de toda la construcción.

b. Impermeabilidad: El sistema debe evitar que el agua penetre al interior del edificio, protegiéndolo de los factores climáticos esperados, y asegurando una correcta evacuación del agua excedente una vez que el sistema alcance su punto de saturación.

c. Resistencia a las raíces: El diseño y la construcción del sistema deben realizarse con materiales apropiados para impedir que las raíces primarias de las plantas comprometan la impermeabilización, evitando así posibles deterioros en la estructura del inmueble.

2.1.18.5 Ordenanza N°610-MSB-San Borja. Para poder instalar los techos verdes se necesitan los materiales y criterios técnicos:

a. **Manto impermeable:** Esta capa impermeable es fundamental para evitar filtraciones y humedad, siendo uno de los componentes más fundamentales de una azotea verde. Por ello, una vez instalada la membrana, se debe llevar a cabo una prueba de detección de filtraciones antes de proceder con la instalación de los demás elementos.

b. **Barrera anti raíz:** Este material permite proteger la membrana impermeable contra las fisuras que pueden realizar las plantas.

c. **Capa drenante:** Por medio de la capa drenante se corrige el desarrollo de las especies en el jardín. En cubiertas inclinadas (con una pendiente mayor a 5°), el agua se desliza naturalmente, lo que reduce la necesidad de una capa de drenaje, salvo para optimizar la retención hídrica. Por otro lado, en techos planos, esta capa resulta imprescindible para canalizar el agua y prevenir su acumulación.

d. **Tela filtrante anti raíz:** Esta lámina de geotextil no tejido 20 g/m², instalada entre el drenaje y el sustrato preparado.

e. **Sustrato de crecimiento:** Actúa como suministro de nutrientes, reservorio hídrico y debe poseer una capacidad volumétrica óptima de aire en su textura para garantizar una adecuada fijación de las raíces. Su estructura es mayormente mineral, con una proporción reducida de abono.

f. ***Sistema de riego tecnificado:*** Optimiza el uso de agua y NPK de cultivos de forma precisa, ya sea mediante riego por goteo constante, asegurando las dosis exactas.

g. ***Resistencia estructural:*** El área de los jardines debe resistir un mínimo de 180 kg/m², considerando la pendiente para el drenaje y la geomembrana como impermeabilizante.

h. ***Vegetación xerófita.*** Los espacios verdes de las viviendas, incluidas las terrazas, se utilizarán para el desarrollo de jardines sustentables con especies autóctonas de bajo o nulo requerimiento hídrico. Se debe priorizar la plantación de árboles y arbustos de follaje verde.

2.1.18.6. Ordenanza N° 595-Surco. El objetivo de esta normativa es promover la edificación de construcciones sostenibles en los edificios y tiendas comerciales de Santiago de Surco. Además, busca ampliar los jardines, mejorar los lugares públicos y optimizar el aprovechamiento de los RRNN, como el agua y la energía. Su finalidad es disminuir la contaminación ambiental y potenciar los espacios libres de propiedad privada, convirtiéndolos en áreas de uso comunitario. Todo ello con el fin de maximizar la calidad de vida de los residentes bajo criterios de sostenibilidad, respaldados por certificaciones ecológicas.

Una cubierta vegetal o azotea ecológica hace referencia al tejado de una casa con un total o parcialmente revestido de vegetación, tanto en el suelo natural o en un sustrato especializado para el crecimiento de plantas.

III. MÉTODO

3.1 Tipo de investigación

3.1.1 Enfoque de la Investigación

La presente investigación es de tipo cuantitativa, ya que se realizó mediciones como la temperatura, captación de CO₂ y estimación del beneficio económico. Según Hurtado y Toro (2005), desde el enfoque metodológico, la investigación cuantitativa se refiere a aquella que, principalmente, utiliza herramientas de medición y comparación para obtener datos que requieren el uso de métodos matemáticos en su análisis.

3.1.2 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación fue experimental, tipo aplicada, ya que según (Condori, 2016) “se lleva a cabo la acción en la variable independiente (azotea, elemento autónomo – implementación, cubiertas verdes) por conveniencia, ya que se usó una vivienda para la instalación de los techos verdes”.

3.2 Ámbito Temporal y espacial

3.2.1 Ámbito Espacial

El Centro Poblado Santa María de Huachipa está situado en el departamento de Lima, dentro de la provincia de Lima y el distrito de Lurigancho-Chosica, al este de la capital peruana. Su extensión territorial abarca un área de 1,062.40 hectáreas, lo que lo convierte en un centro poblado de tamaño considerable en la zona. Este asentamiento se encuentra en una llanura que forma parte del abanico fluvial generado por los ríos Rímac y Huaycoloro, lo que le confiere características geográficas específicas, como su topografía plana y la influencia de los cursos fluviales cercanos. Estos ríos no solo definen la geografía local, sino que también influyen en el clima y en las actividades productivas de la zona, como la agricultura, dado que el suelo es fértil debido a los sedimentos depositados por las aguas fluviales.

El sector de Centro Poblado Santa María de Huachipa se encuentra en el distrito de Lurigancho, en la provincia de Lima, dentro del departamento de Lima. Este centro poblado es parte de una zona urbana en expansión, que se caracteriza por su proximidad a la capital, lo que facilita el acceso a diversos servicios y actividades económicas. Santa María de Huachipa mantiene una identidad propia, con una población que vive en su mayoría de actividades relacionadas con la agricultura y el comercio local (Municipalidad Distrital de Lurigancho, 2016).

Tabla 5

Coordenadas del lugar con techo verde. UTM Datum: WGS-84. Zona: 18 Sur

Punto	ESTE	NORTE
1	289315.98	8670772.84
2	289286.51	8670772.22
3	289286.56	8670862.71
4	289315.68	8670862.31

Nota. En la tabla se verifica las coordenadas UTM Datum: WGS-84. Zona: 18 S de la vivienda donde se instaló techo verde. Elaboración propia

3.2.1.1 Climatología: El distrito de Lurigancho-Chosica goza de un clima favorable, con 2 estaciones bien diferenciadas: verano e invierno. Desde abril hasta octubre predomina la influencia lumínica del sol, con una temperatura promedio de 22°C, en tanto que de noviembre a marzo el clima es ligeramente frío y con niebla, aunque con sol radiante durante el día. Se considera que el clima es uno de los elementos ecológicos más determinantes para el terreno, la vegetación y la fauna, lo que permite que el valle permanezca perpetuamente verde y lleno de color, debido tanto a las condiciones climáticas como a las aguas del río Rímac que lo abastecen de manera constante (Municipalidad Distrital de Lurigancho, 2016).

Santa María de Huachipa tiene un clima cálido la mayor parte del año, lo que constituye un atractivo natural para los visitantes. La humedad relativa es del 60 %, y el centro poblado

presenta un clima subtropical seco, con temperaturas que varían entre los 15°C y los 28°C a lo largo del año, lo que favorece ciertos cultivos y la biodiversidad local. Además, su ubicación estratégica la conecta con importantes vías de acceso, lo que facilita la comunicación con la ciudad de Lima y otras áreas cercanas, impulsando su crecimiento y expansión como centro poblado. Sin embargo, su proximidad a zonas urbanas más densamente pobladas trae consigo desafíos relacionados con la planificación urbana, infraestructura y administración de recursos naturales, como el agua, que proviene principalmente del río Rímac. Esta particularidad geográfica y ecológica otorga a Santa María de Huachipa un gran potencial para iniciativas sostenibles, como la implementación de techos verdes, que podrían mejorar la calidad de vida de sus habitantes y permitir la mitigación de los efectos del cambio climático en la región (MCPSMH, 2018).

Tabla 6

Parámetros climáticos en el centro poblado Santa María de Huachipa

Valores	Presión Barométrica (mm Hg)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)	Velocidad del viento(m/s)
Mínimo	738	0	15	50	0
Máximo	740	0	28	75	3.6
Promedio	739	0	21.5	63.2	1.4

Nota. Análisis para el mes de diciembre del 2021. Tomado de OEFA, 2021. Elaboración propia.

3.2.1.2 Actividades económicas: Huachipa es una localidad en crecimiento, que comenzó como una zona agrícola y residencial, pero que actualmente ha incorporado sectores industriales, comerciales y de servicios, además de contar con cementerios, parques, entre otros, viéndose acompañado un proceso de expansión urbana acelerado. Posee un potencial turístico, por los centros de distracción y el buen clima que posee durante el año.

La actividad económica destacable que se desarrolla en el cono este de Lima es el cultivo extensivo de las hortalizas con el fin de consumo y venta en los mercados centrales de Lima (Centro Internacional de la Papa, 2014).

3.2.1.3 Hidrología: El “río Huaycoloro” se encuentra en el “Centro Poblado Menor de Huachipa”, en el distrito de Lurigancho-Chosica, Lima. La Ley General de Aguas otorga a la Autoridad Sanitaria, DIGESA, la responsabilidad de supervisar los ríos. En este contexto, se han instalado 5 estaciones en la extensión del río Huaycoloro, comenzando en el puente Santa Rosa hasta su confluencia con el río Rímac. La entidad encargada de realizar la toma de muestras es la “Dirección Ejecutora de Salud Ambiental”, además de medir parámetros in situ y análisis bacteriológicos, mientras que DIGESA se ocupa de los análisis físico-químicos en sus laboratorios.

Clasificación:

Por ser afluente del río Rímac (clase II), ya que descarga las aguas dentro de la planta de La Atarjea, el río Huaycoloro se define:

Clase II: Aguas para el abastecimiento doméstico que han sido tratadas mediante la combinación de procesos en la mezcla de coagulación, decantación, filtrado y clarificación, los cuales son aceptados por el Ministerio de Salud.

Figura 14*Mapa hidrológico del río Huaycoloro*

Nota. En la imagen se visualiza la cuenca del río Huaycoloro, en el centro poblado de Santa María de Huachipa. Tomada de DIGESA, 2005.

3.2.1.4 Calidad de aire: Los valores actuales de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para el aire en cuanto al PM10 son de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como promedio en 24 horas. Por su parte, el valor guía de la OMS es de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que coincide con el promedio de año del ECA nacional. En cuanto al material particulado PM2.5, el valor establecido es de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anuales, que también corresponde al valor guía de la OMS.

De acuerdo a la Estadística Ambiental de la Municipalidad de Lima, indica que en el año 2022, los PM 2,5 fueron de $23.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y PM10 fueron de $33.56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en Lima Este. (incluyendo Lurigancho), (Sistema metropolitano de información ambiental, 2022).

Así mismo, un estudio de OEFA 2021 indica que las concentraciones de material particulado con un diámetro inferior a 10 micras (PM10) en un período de 24 horas, registradas en la estación de monitoreo de la calidad del aire CA-HU-09 en diciembre de 2021, no

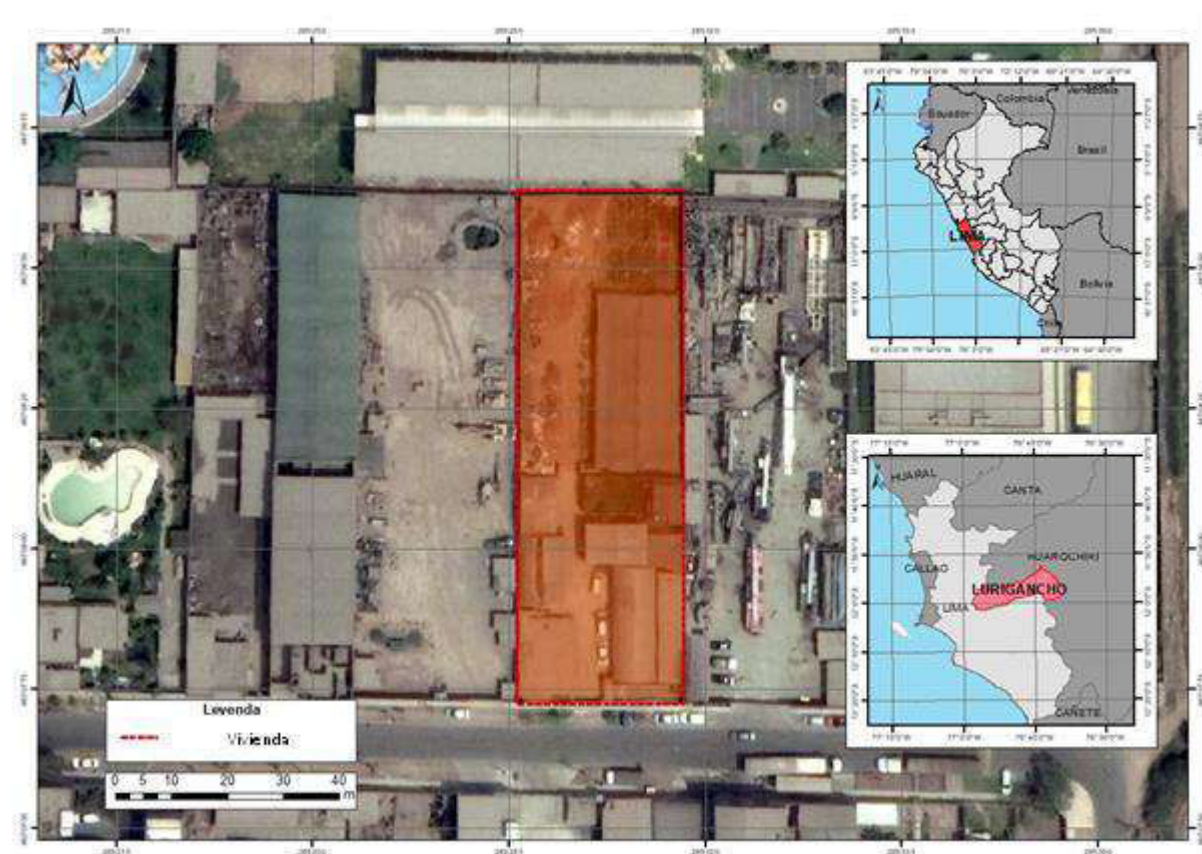
superaron el límite establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para el aire en ese periodo. (OEFA, 2021).

3.2.2 *Ámbito temporal*

La presente investigación se realizó en el periodo de 2023 al 2024, en el cual se desarrolló el prototipo de techo verde en una vivienda ubicada en Santa María de Huachipa.

Figura 15

Mapa del centro poblado Santa María de Huachipa



Nota. Elaboración propia

3.2.3 *Orientación solar*

Las temperaturas en la mañana pueden ser un buen indicador del inicio del ciclo térmico, antes de que el sol tenga un impacto completo en las superficies y la atmósfera.

En el diseño solar de edificaciones, se debe tener registro de la climatología local. Es fundamental orientar el sol para aprovechar al máximo la radiación solar durante todo el año, previniendo las sombras en la temporada fría y resguardándola del exceso de calor en el verano (De León, 2011). A las 12 pm los rayos son más intensos, ya que el sol está en su punto más elevado del cielo, mientras que al amanecer o al atardecer está más bajo (Cantabria, 2024). Los solsticios marcan los momentos del año en los que la Tierra está en su inclinación máxima hacia o más lejos del Sol (Univisión, 2024).

3.2.4 Rentabilidad de proyecto

Según Ibáñez (2010), “los indicadores para la evaluación de los proyectos son el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Período de recuperación del capital e Índice de Rentabilidad (IR), la cual el VAN es el indicador de rentabilidad por excelencia”. Este es un buen indicador de costo-beneficio.

Si el WACC tiene un valor menor que la TIR, se estará generando valor y si es mayor, el proyecto no se considerará viable (Loscertales, 2019). El WACC es un promedio de costos (CIP, 2019).

Se debe cumplir $VAN > 0$, $TIR > WACC$ e $IR > 1$.

3.3 Variables

3.3.1 Variable independiente

Techos verdes

Son sistemas sostenibles usados sobre una superficie de losa o techo; además, se conocen a dichas superficies como eco-techos, ya que tienen diversos beneficios que permiten mitigar las consecuencias en la urbanización, entre los cuales la gestión del agua. Estos están

construidos de un suelo ligero sustentado por un drenaje y una membrana impermeabilizante que llegan a proteger el edificio de las filtraciones (Ramesh, 2011).

Tabla 7

Variable Independiente

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escalas De Medición
Variable Independiente	Son sistemas sostenibles usadas sobre una superficie de losa o techo, además se conocen a dichas superficies como eco-techos, ya que tienen diversos beneficios que permiten mitigar las consecuencias en la urbanización, entre los cuales la gestión del agua. Estos están contruidos de un suelo ligero sustentadas por un drenaje y una membrana impermeabilizante que llegan a proteger el edificio de las filtraciones. En dichas áreas se instalan plantas de distintas especies (Ramesh, 2011).	Los techos verdes son medidas por propiedad es físicas y cantidad de área verde	Cubierta vegetal	m2	m2
Techos verdes			Hortalizas	Nº de hortalizas	Unidades
			Plantas frutales	Nº de frutales	Unidades

Nota. Elaboración propia

3.3.2 *Variable dependiente*

Calidad de vida de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa.

La calidad de vida en entornos urbanos se puede entender como el conjunto de factores que vinculan a las personas con el medio urbano, buscando garantizar el bienestar biológico y la estabilidad funcional para el crecimiento personal y familiar, permitiendo así una vida digna dentro de la ciudad (Luengo, 2018).

Tabla 8*Variable dependiente*

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensi ones	Indicador es	Escal as De Medi ción
Variable Dependiente	La calidad de vida urbana se puede definir como el cúmulo de condiciones intrínsecas de la persona al medio urbano con el fin de lograr el confort biológico y el sostén funcional para el desarrollo personal y familiar con el fin de vivir con dignidad dentro de una urbe (Luengo, 2018)	La calidad de vida es medida por el bienestar económico, bienestar corporal y confort térmico	Bienestar económico	Ingreso Económico	Soles x año
Calidad de vida de los pobladores del Centro poblado Santa María de Huachipa			Confort térmico	T° Horas de disconfort	°C % PPD
			Bienestar Corporal	Calidad de aire	C02 en kg

Nota. Elaboración propia

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

El universo se constituye por las viviendas del centro poblado de Santa María de Huachipa; según el censo INEI (2017), en el distrito de Lurigancho existen 256 294 personas, de las cuales 52 317 son del centro poblado de Huachipa, con un total de 11 832 viviendas. Cada espacio de techo constituye una proporción de superficie para el diseño y distribución de plantas.

Tabla 9*Población de Huachipa y cantidad de viviendas censadas en el 2017*

Centro poblado Santa María de Huachipa	
N° de viviendas	11832
Casa independiente	92.10%
Departamentos	4%
Vivienda de quinta	1.60%
Otras viviendas	2.30%
Total de Población	52317

Nota. La tabla muestra la cantidad de viviendas y población del Huachipa en el censo 2017.

Tomado de INEI 2017. Elaboración propia.

3.4.2 Muestra

El muestreo es no probabilístico, por conveniencia, debido a que es la unidad de análisis, por tanto, los espacios existentes fueron tratados como unidades independientes.

3.4.3 Unidad de Análisis

El presente estudio se basó en el criterio de selección, por lo cual se realizó la investigación en la vivienda ubicada en Calle Los Canarios Mz D2 Lt 9- Huachipa, Lurigancho, Lima.

3.5 Instrumentos

En la presente investigación se utilizó como instrumento el software Design Builder.

3.6 Procedimientos

En este apartado se llevó a cabo la búsqueda, recolección y revisión del material bibliográfico relacionado con el centro poblado de Santa María de Huachipa y las especies adecuadas para la zona, con el objetivo de elaborar una lista de plantas para los techos de las viviendas. Estos techos se dividieron en dos tipos: los denominados "mesas de cultivos", que

fueron llamados techos huertos, formando parte de los huertos urbanos, y el techo verde semi intensivo, donde se instaló la cubierta verde, incluyendo frutales, plantas ornamentales (césped americano).

Primero se diseñó y modeló en 3D los techos verdes y se renderizó la propuesta para proceder a instalar los techos.

Con dicha propuesta se instalaron las capas de techo verde. En el área de hortalizas, se sembró semillas en las mesas de cultivo; se consideró (tomate, acelga, cebolla china y beterraga). Así mismo, se instaló la cubierta vegetal en el techo verde semi intensivo que incluyó frutales y plantas ornamentales (Grass Americano).

Con el techo semi intensivo se pretendió realizar una simulación de sensación térmica utilizando el software Design Builder en el techo verde instalado, mediante la comparación de la simulación del techo con y sin cubierta vegetal. Además, se tomaron datos en campo con el equipo higrómetro y se realizó una comparación de la temperatura en el espacio con techo verde y sin él. Con estos datos se obtuvo el confort térmico.

Posteriormente se realizó el flujo de caja de las hortalizas para conseguir el beneficio económico.

Finalmente, se usó la fórmula de absorción de CO₂ y la producción de Aire fresco con el cual se puede obtener el beneficio corporal (Gómez et al., 2023).

3.6.1 Etapa Preliminar

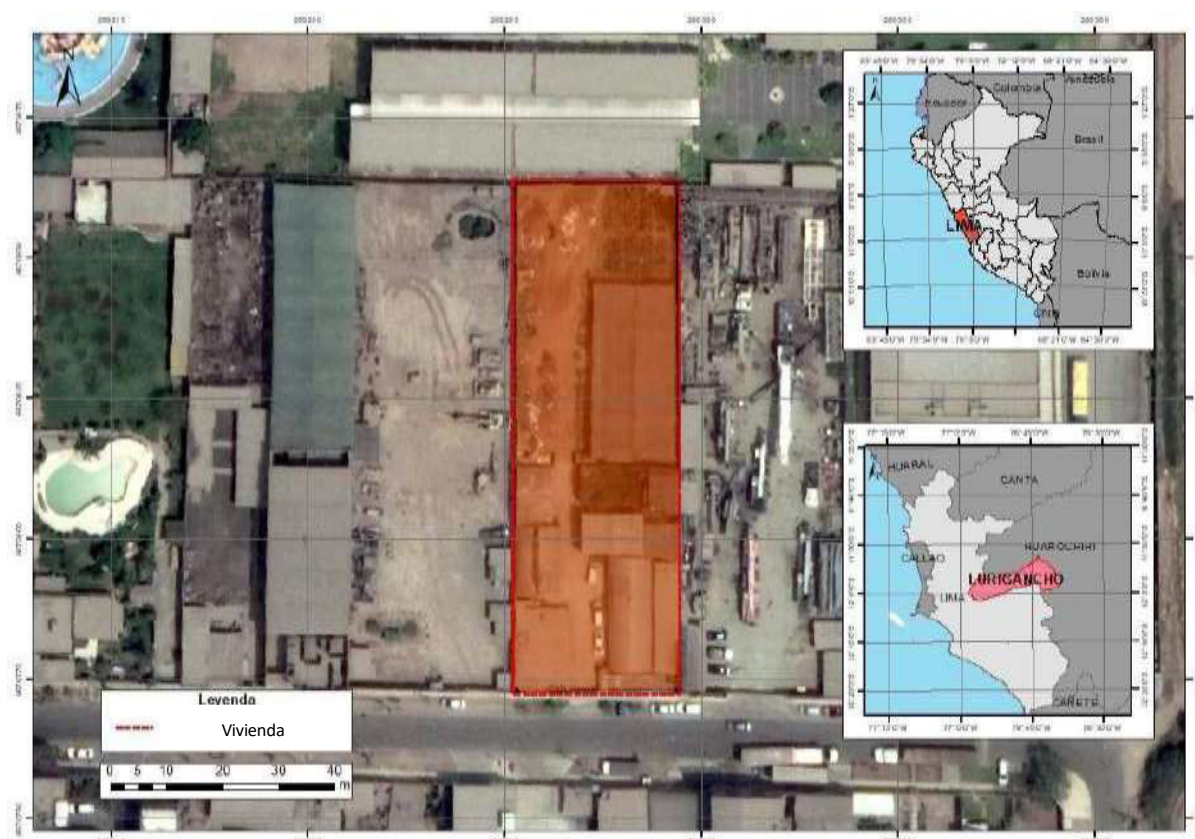
Consistió en la revisión bibliográfica y recopilación de información sobre las especies vegetales (hortalizas, frutales y aromáticas) que se adaptaran a la zona del centro poblado Santa María de Huachipa, Lima.

3.6.2 Etapa de diseño

Se diseñó e instaló los techos verdes, en la zona de estudio. Con el fin de crear un espacio verde, se consideró plantas que se adapten a la zona de estudio, a fin de que las plantas puedan desarrollarse y sean utilizadas por los pobladores de Huachipa.

Figura 16

Mapa de Ubicación del área a instalar techos verdes

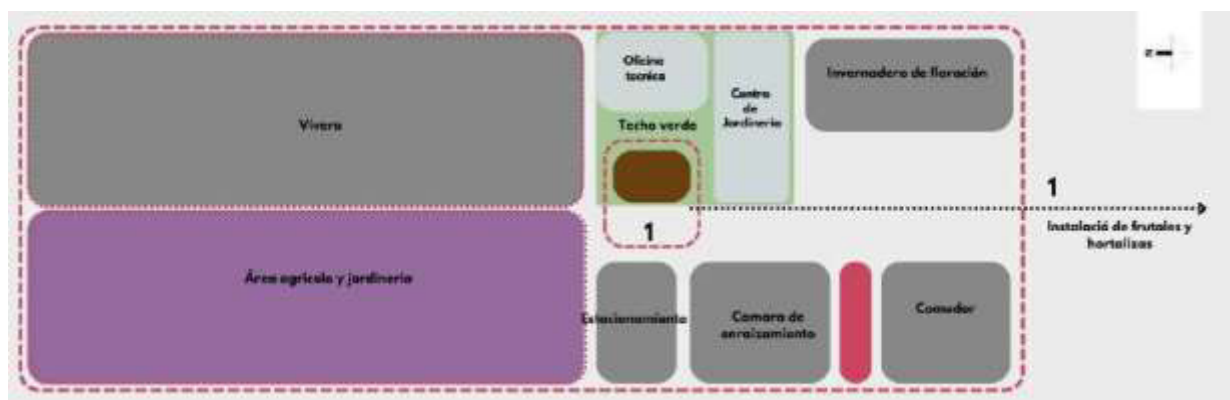


Nota. En la figura se verifica el área espacial del lugar donde se instaló el techo verde.

Elaboración propia.

Figura 17

Croquis de la distribución de área en los techos verdes



Nota. En la figura se delimita el espacio donde se instaló el techo verde. Fuente: Elaboración propia

Luego del diseño se instaló un techo verde en el área determinada.

3.6.2.1 Impermeabilización del jardín. Se impermeabilizaron las áreas superficiales y laterales de los jardines con el uso del imprimante chema bitumen y con el manto asfáltico gravillado a fin de evitar las filtraciones en techo.

- a. Chema bitumen:** Sirve como imprimante, permitiendo el recubrimiento impermeable del concreto. Es usado en jardineras, “como techos verdes”, cimientos, muros de contención, etc.
- b. Manto asfáltico gravillado:** Membrana impermeabilizante con gravilla, a base de asfalto modificado con polímeros elastoméricos y/o plastoméricos, estructurada con armadura central de poliéster estabilizado. Presenta en su cara exterior pequeñas piedras de pizarra natural o granulado mineral que la protegen de la intemperie, ofreciéndole un acabado superficial exclusivo (Distribuidora Técnica de Impermeabilizantes, s.f.).

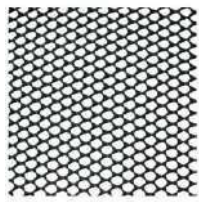
Tabla 10*Impermeabilización para techo verde*

Impermeabilización del jardín.		
Chema bitumen:	<i>Lata de chema bitumen</i>	
Manto asfáltico gravillado:	<i>Rollo de 10 m2 manto asfáltico gravillado</i>	

Nota. a. Lata de chema bitumen por galón de imprimante. Tomada de Impermeabilizante Bitumen 1 galón Chema. b. Rollo de 10 m2 manto asfáltico gravillado. Tomada de Manto asfáltico Ekonodrywall.

3.6.2.2 Capa drenante y geotextil anti raíz: Se instaló la capa drenante (Geonet HDPE) y el geotextil anti raíz no tejido, a fin de mejorar el drenaje de los jardines y no permitir que las raíces de las plantas obstruyan los sumideros de los jardines.

Tabla 11*Capa drenante y geotextil anti raíz*

Capa y geotextil anti raíz		
Celda de Geo net	<i>Geonet HDPE</i>	
Geotextil	<i>Geotextil anti raíz no tejido</i>	

Nota. Se visualiza las celdas Geonet HDPE y Geotextil no tejido. Tomada de Geosintéticos Emareza.

3.6.2.3 Sustrato preparado para techos verdes: Esta tierra es usada dentro de los techos verdes, macetas gigantes, autorregantes, jardines verticales, techo como huerto. Puede tolerar una alta densidad de siembra debido a los nutrientes proporcionados en la mezcla. Se utiliza en techos verdes extensivos, semi-intensivos e intensivos (Jardín Urbano Sac, s.f.).

- **Uso:** Sustrato formulado especialmente para su uso en techos verdes y jardineras.
- **Textura:** franco arenoso
- **Color:** pardo rojizo en humedad a punto (2.5YR 4/4 tabla de colores Munsell)
- **Contenido de materia orgánica:** Tiene el 15% de materia orgánica del volumen total, de mediana y lenta descomposición.
- **Rango de pH:** 6.5-7.5
- Buena capacidad de retención de humedad gracias al compost y de drenaje por la arena.

Tabla 12

Sustrato Preparado

Sustrato preparado		
Sustrato preparado para techo verde	<i>Sustrato preparado para techo verde</i>	

Nota. Sustrato para techos verdes y jardineras. Tomada de Jardín Urbano Sac, 2025.

3.6.3 Etapa de campo

En esta etapa se realizó el sembrado de hortalizas e instalación de plantas:

Hortalizas. La instalación de hortalizas se realizó en mesas de cultivo en el techo de la vivienda, donde se instaló desde semilla. Las especies instaladas son:

1. Betarraga
2. Cebollita china

- 3. Tomate cherry
- 4. Acelga

Así mismo, para la medición de temperatura se usó Termómetro-Higrómetro TROTEC BL30, el cual se usó para mediciones en los meses de junio y diciembre del 2024, meses donde se produjeron los cambios de estación otoño a invierno y primavera a verano, A fin de medir las variaciones de las temperaturas con cubierta vegetal y sin cubierta vegetal en el techo verde propuesto.

Tabla 13

Semillas e instrumento de medición Termohigrómetro

Etapa de campo	
semillas de hortalizas.	sobres de semillas de hortalizas.
Termómetro-Higrómetro TROTEC BL30	Termómetro-Higrómetro TROTEC BL30



Nota. Se visualiza el termómetro-higrómetro calibrado para medir la temperatura de las áreas verdes a instalar. Elaboración Propia.

3.6.4 Etapa de Gabinete

- Se realizó 3D del techo verde construido en la vivienda ubicada en el Centro Poblado de Santa María de Huachipa.
- Se analizó el costo-beneficio, mediante un flujo de caja proyectado.
- Se obtuvo la temperatura operacional mediante el software Design Builder.

- Se midió la temperatura del ambiente con el termohigrómetro a través de tablas para la temperatura obtenidas en el techo verde y se comparó con la temperatura sin techo verde.
- Se halló la cantidad de CO₂ que se obtiene por m² y la producción de aire fresco proyectado en 1 año.

3.7 Análisis de datos

Para el análisis de datos, se utilizó el software Design Builder para el análisis del confort térmico. Además, se realizó un flujo de caja proyectado en Excel.

IV. RESULTADOS

En este apartado, se presentan los resultados obtenidos de la influencia de los techos verdes instalados en la calidad de vida de los pobladores de Santa María de Huachipa. Con la implementación del techo verde se brindan beneficios económicos, corporales (absorción de CO₂ y producción de aire fresco) y un confort térmico.

4.1 Diseño e instalación de los techos verdes

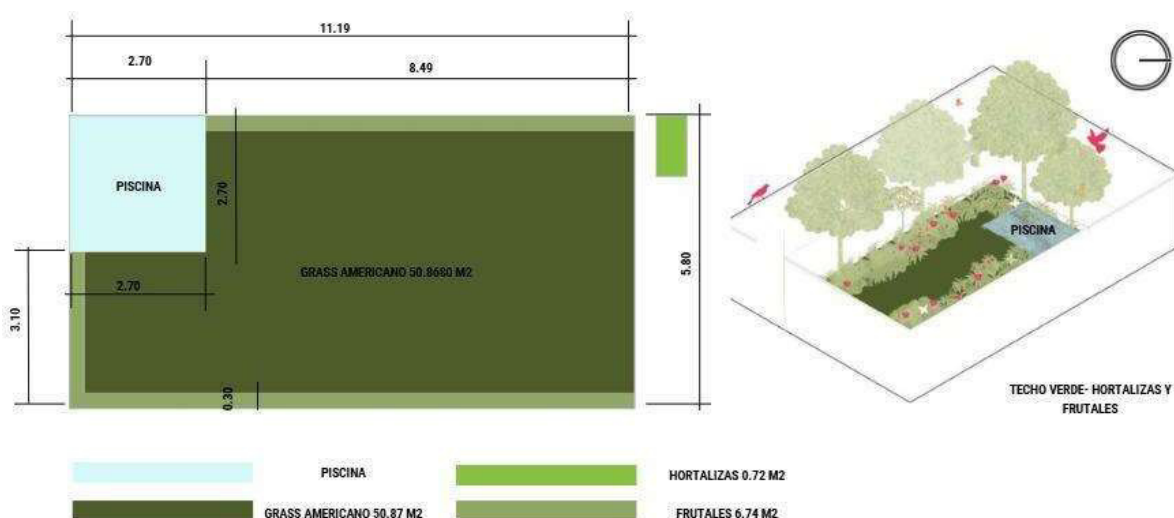
El diseño del techo verde es de tipo semi intensivo, con el cual incluirá las capas de techo verde, tanto de impermeabilización, capa drenante HDPE, geotextil anti raíz, sustrato y las plantas distribuidas en grass americano, hortalizas y frutales.

4.1.1 Área de techo verde

Diseño de Techo verde total= Área de Ornamentales+ Área de hortalizas+ Área de Frutales.

Figura 18

Distribución de la superficie de Techo verde



Nota. Elaboración Propia.

En la figura 18, se muestra el techo verde con un área total de 58.33 m², la cual está dividida: Ornamentales (Grass Americano) 50,87m² que representa el 87.20%, frutales 6.74 m² que representa el 11.60% y hortalizas 0.72 m² que representa el 1.20%.

Figura 19

Diseño 3d de la cubierta vegetal del techo verde



Nota. Elaboración Propia.

En la figura 19, se visualizan 3 vistas. En (a), se verifica la vista superior de la distribución del techo verde, en la cual se puede observar la distribución de las plantas. En (b y c), se muestran las hortalizas, grass y frutales en perfil; se puede distinguir la forma de cerco vivo (barrera viva) de los frutales. En (d) se verifica una vista aérea, la cual permite definir que el espacio verde está destinado sobre la vivienda.

4.1.2 Beneficio económico del Techo verde

Para determinar el beneficio económico del techo verde, se destina a los frutales y hortalizas; mediante el flujo de caja, permite determinar el costo-beneficio para obtener la rentabilidad.

Figura 20

Distribución de especies destinadas para el Beneficio Económico del techo verde



Nota. Elaboración Propia.

El beneficio económico que se obtiene del diseño de techo verde está vinculado al área destinada a los frutales y hortalizas.

Tabla 14

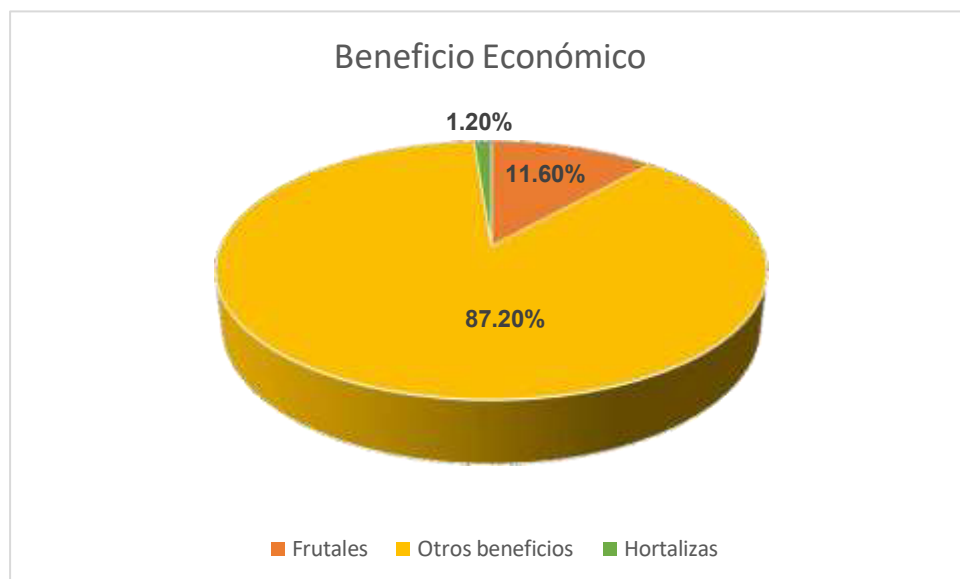
Superficie destinada al beneficio económico del techo verde

BENEFICIO ECONOMICO DEL TECHO VERDE			
Distribución de plantas en techo verde	Superficie verde m2	Porcentaje de superficie verde	Porcentaje de Superficie verde destinado a beneficio económico
Frutales	6.74	11.60%	11.60%
Grass americano	50.87	87.20%	0.0%
Hortalizas	0.72	1.20%	1.20%
Total	58.33	100%	12.80%

Nota. Elaboración Propia.

Figura 21

Porcentaje de superficie destinado al beneficio económico del techo verde



Nota. Elaboración Propia.

En la Tabla N°14 se visualiza que el beneficio económico del techo verde es de 12.80%, dividido en hortalizas (1.20%) y frutales (11.60%), mientras que en la figura 21, a través de la gráfica, se distingue que el 87.20% del total de área verde es destinado a otros usos.

Tabla 15

Costo y beneficio general del techo verde

Costo-Beneficio Techo verde						
Superficie de área verde destinada para beneficio Económico	Inversión inicial	Rentabilidad				
		1er año	2do año	3er año		
Hortalizas	108.4	S/ 24	S/ 138	S/ 231		
Frutales	1184.15	-S/ 555	-S/ 36	S/ 444		

Nota. Elaboración Propia.

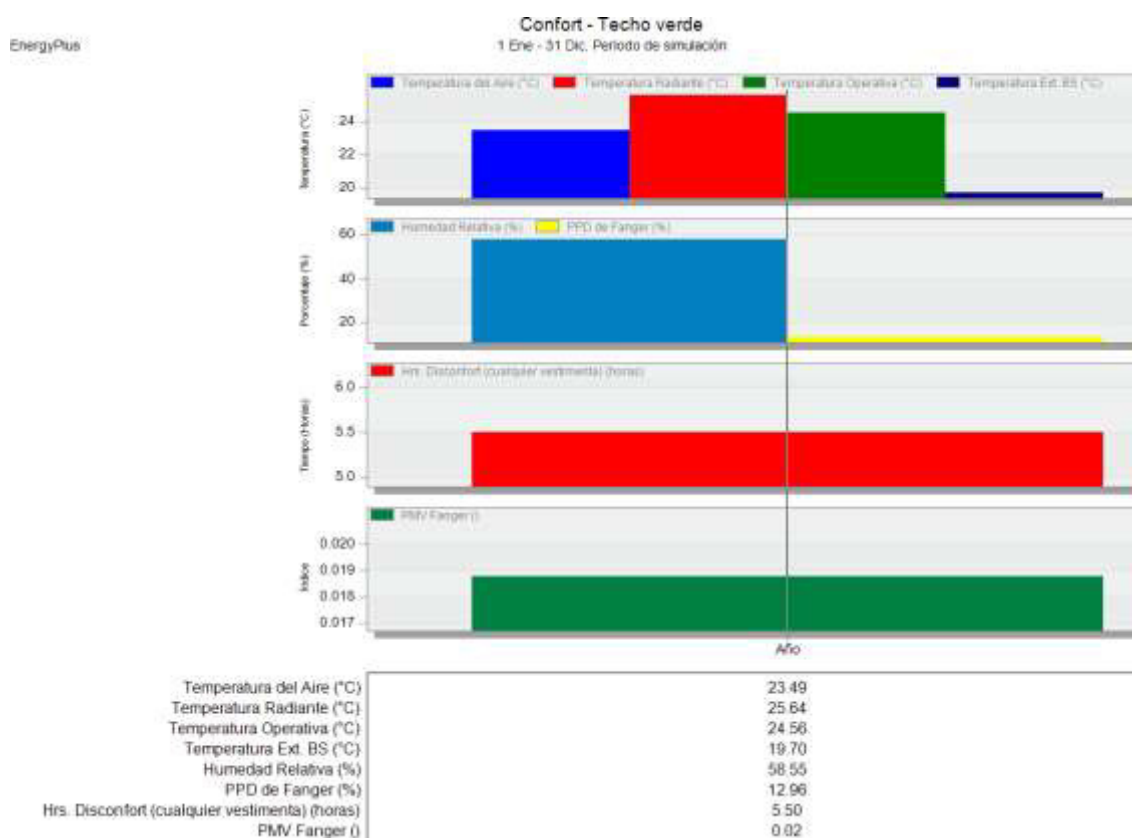
En la tabla 15 se visualiza una inversión inicial destinada para hortalizas y para frutales; se observa una rentabilidad en los 3 primeros años de instalación en las hortalizas, mientras que en los frutales se percibe desde el 3er año la rentabilidad.

4.1.3 Simulación del confort térmico del Techo verde

El confort térmico del techo verde es analizado a través de la simulación térmica en un periodo de 1 año, obteniendo menos horas de disconfort con la instalación del techo verde.

Figura 22

Simulación de confort térmico en el periodo de enero a diciembre del 2024 para el techo verde

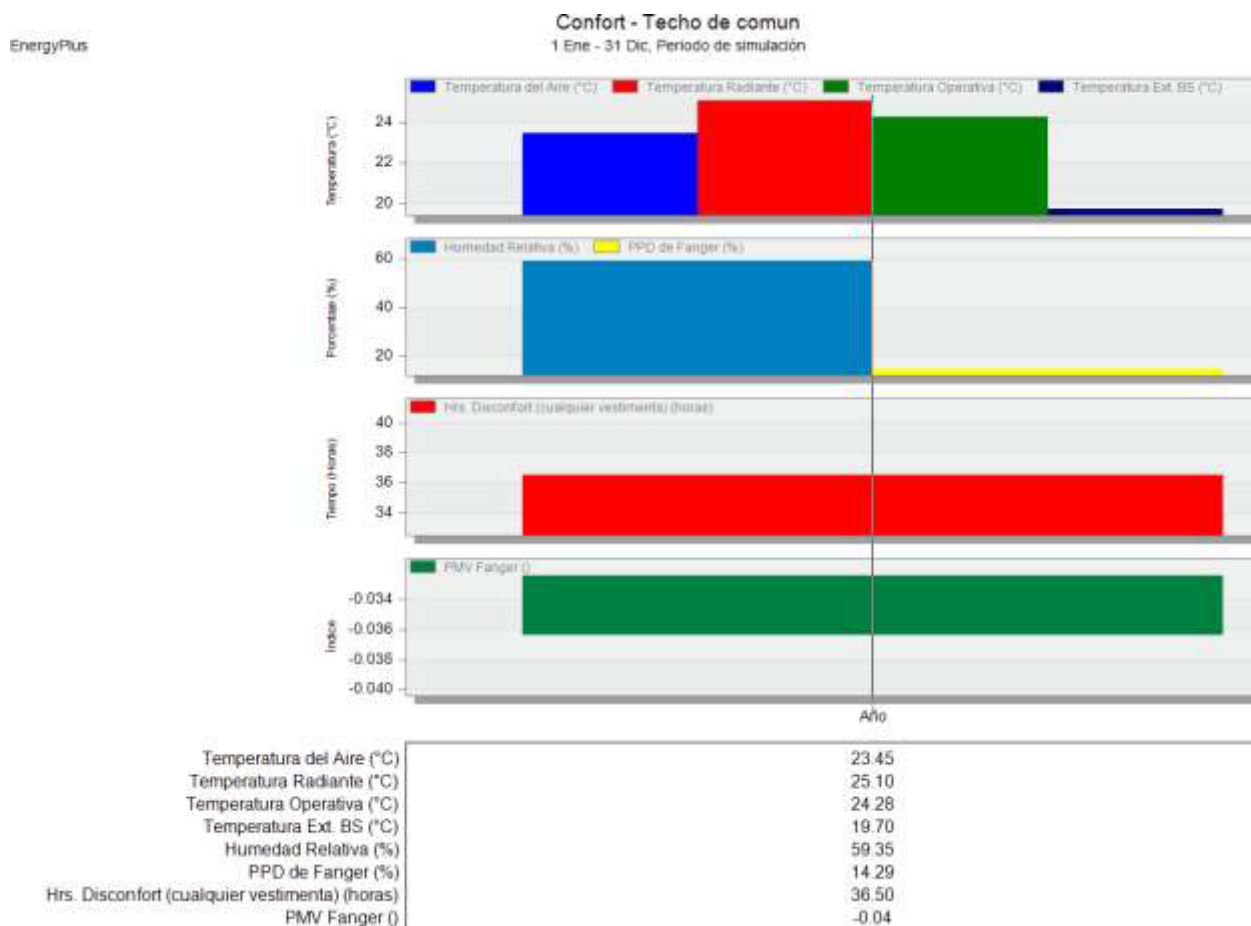


Nota. Elaboración Propia.

En la figura 22 se visualiza el confort térmico de un techo verde en un periodo de enero a diciembre del 2024. La temperatura operativa es de 24.56°C, mientras que la humedad relativa dentro de la vivienda es de 58.55%. Así mismo, se verifica el índice PPD de 12.96% y PMV fanger de 0.02, obteniendo un disconfort de 5.50 horas.

Figura 23

Simulación de confort térmico en el periodo de enero a diciembre del 2024 para un techo de concreto



Nota. Elaboración Propia.

En la figura 23 se visualiza el confort térmico de un techo común (concreto) en un periodo de enero a diciembre del 2024. La temperatura operativa es de 24.28°C, mientras que la humedad relativa dentro de la vivienda es de 59.35%. Así mismo, se verifica el índice PPD de 14.29% y PMV fanger de -0.04, obteniendo un discomfort de 36.50 horas.

4.1.4 Beneficio corporal a través de la producción de aire fresco

4.1.4.1 Absorción de CO₂ y producción de aire fresco por la cantidad de área verde

El incremento de áreas verdes en el techo de las viviendas de Huachipa permite la absorción de CO₂ y producción de aire limpio (aire fresco). Los resultados son determinados con los factores de conversión proporcionados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Gómez et.al , 2023):

Plantas cubresuelo y grass estimación promedio de absorción y producción de aire fresco:

$a = 2,3 \text{ kg} \times b$ (área verde en m²) durante un año

$c = 1,7 \text{ kg} \times b$ (área verde en m²) durante un año,

Frutales; estimación promedio de absorción y producción de aire fresco

$a = 3,5 \text{ kg} \times b$ (área verde en m²) durante un año

$c = 2,5 \text{ kg} \times b$ (área verde en m²) durante un año,

Hortaliza; estimación promedio de absorción y producción de aire fresco

$a = 0,7 \text{ kg} \times b$ (área verde en m²) durante un año

$c = 0,5 \text{ kg} \times b$ (área verde en m²) durante un año,

En el cual:

$a = \text{CO}_2$ absorbido anualmente (kg por año);

$b = \text{Área verde, unidad de medida m}^2$.

$C = \text{Aire fresco producido anualmente (kg. año);}$

Tabla 16*Absorción de CO₂ y producción de aire fresco del techo verde*

Absorción de CO y Producción de Aire fresco					
Distribución de plantas en techo verde	m²	CO₂ absorbido por año (Kg)	% CO₂ absorbido por año	Aire fresco Producido (Kg) por año	% Aire fresco Producido por año
Frutales	6.74	23.60	16.73	16.86	16.26
Grass americano	50.87	117.00	82.91	86.48	83.39
Hortalizas	0.72	0.50	0.36	0.36	0.35
Total	58.33	141.10	100.00	103.70	100.00

Nota. Elaboración Propia

En la tabla 16 se visualiza el total de CO₂ absorbido (141.10 kg x año), dividido en frutales (16.73%), Grass Americano (82.91%) y Hortalizas (0.36%), y la producción de aire fresco (103.70 kg x año), dividido en frutales (16.26%), Grass Americano (83.34%) y Hortalizas (0.35%), por el techo verde. La captura de CO₂ por m² es de 2.42 kg/m²/año, mientras que la producción de aire fresco es de 1.77 kg/m²/año.

4.2 Confort térmico de la cubierta vegetal

4.2.1 Diseño de techo verde semi-intensivo

En el techo verde semi-intensivo instalado se consideró el diseño de un cerco vivo o barrera verde de frutales con un sustrato de 30cm de altura, teniendo en cuenta las capas de techo verde que son: Bitumen, manto asfáltico gravillado 3mm, geotextil, capa geonet, mientras que toda la cubierta verde se consideró grass americano con el fin de que el techo verde sea transitable.

Figura 24

Perfil de sistema de techo verde semi intensivo



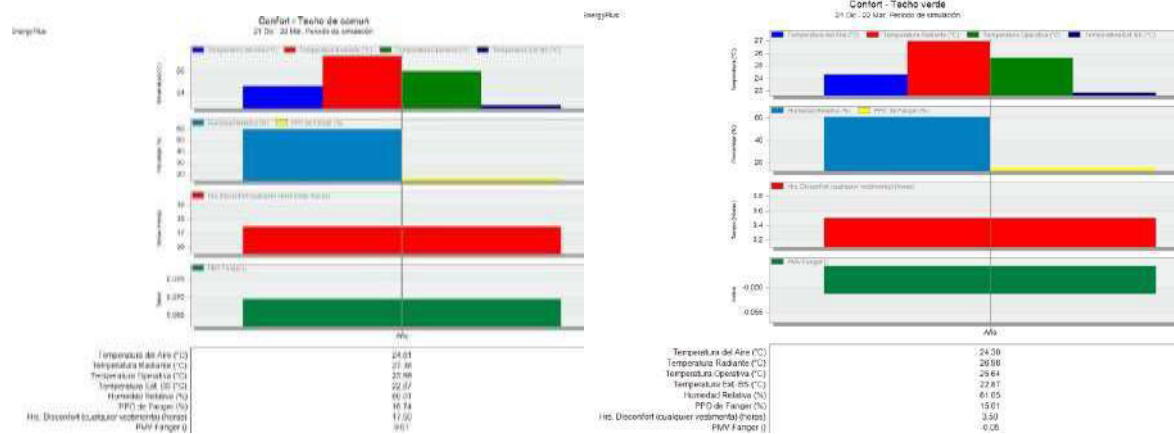
Nota. Elaboración Propia.

En la figura 24 se verifica el sistema de capas para techo verde (a) losa aligerada. (b) Bitumen. (c) manto asfáltico gravillado 3 mm. (d) Capa geonet. (e) Tela geotextil 20g (f) Sustrato preparado. (g) Cubierta vegetal. El techo verde diseñado es semi-intensivo.

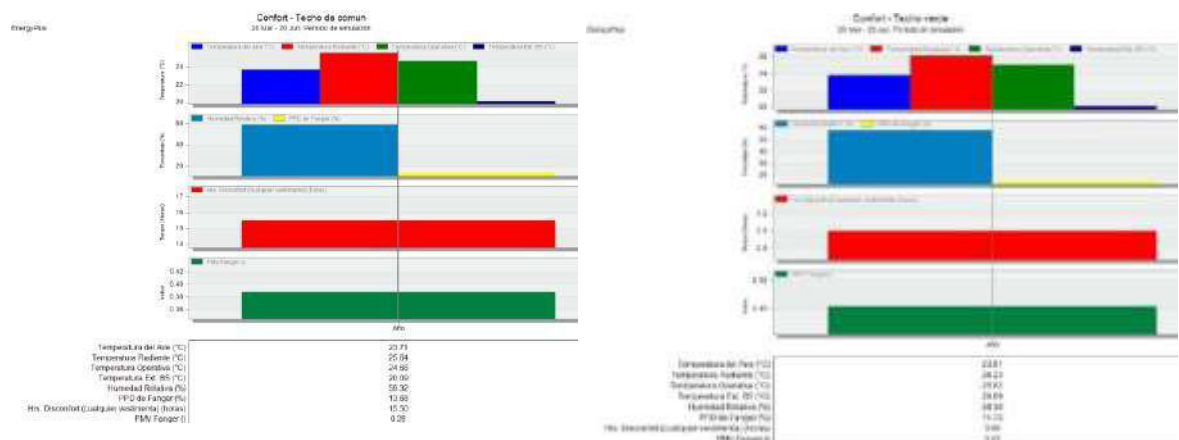
4.2.2 Simulación de confort con y sin cubierta vegetal en las estaciones del año

La simulación se realizó para el año 2024 con el software Desing Builder, considerando las fechas indicadas por el Minam:

- Otoño: 20 de marzo 4:01am
- Invierno: 20 de junio 9:42 pm
- Primavera: 22 de septiembre 1:19 pm
- Verano: 21 de diciembre 10:03 am

Figura 25*Confort térmico en la estación de verano**Nota.* Elaboración Propia.

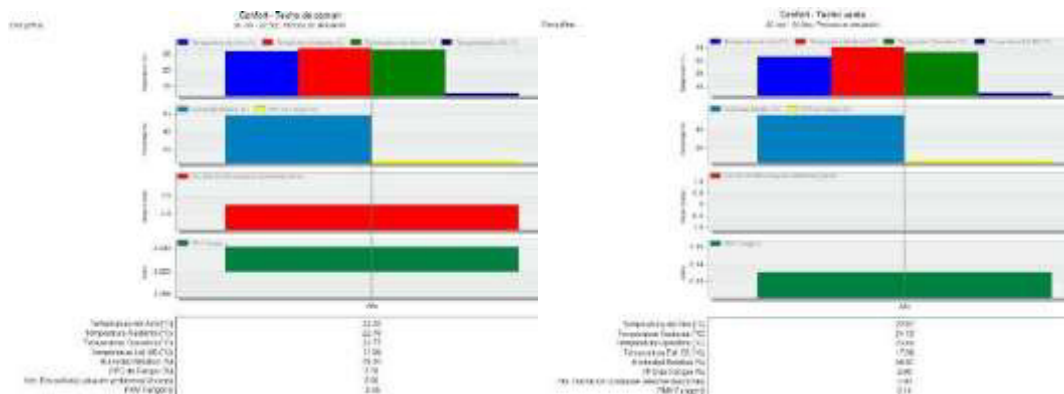
En la figura 25 se visualiza el confort térmico de un techo común (concreto) y techo verde en la estación de verano. La temperatura operativa en un techo común es de 25.99°C y 17.50 horas de discomfort, mientras que la temperatura operativa del techo verde es de 25.64°C con 3.5 horas de discomfort.

Figura 26*Confort térmico en la estación de Otoño**Nota.* Elaboración Propia.

En la figura 26 se visualiza el confort térmico de un techo común (concreto) y techo verde en la estación de otoño. La temperatura operativa en un techo común de 24.68°C y 15.50 horas de disconfort, mientras que la temperatura operativa del techo verde es de 25.02°C con 3 horas de disconfort.

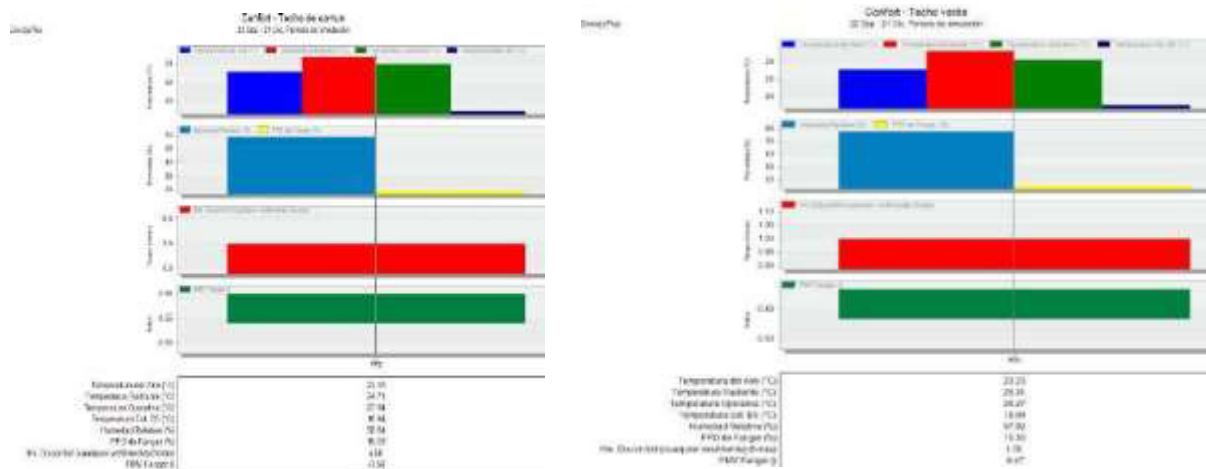
Figura 27

Confort térmico en la estación de invierno



Nota. Elaboración Propia.

En la figura 27 se visualiza el confort térmico de un techo común (concreto) y techo verde en la estación de invierno. La temperatura operativa en un techo común es de 22.57°C y 2.50 horas de disconfort, mientras que la temperatura operativa del techo verde es de 23.40°C con 0 horas de disconfort.

Figura 28*Confort térmico en la estación de primavera**Nota.* Elaboración Propia.

En la figura 28 se visualiza el confort térmico de un techo común (concreto) y techo verde en la estación de primavera. La temperatura operativa en un techo común es de 23.94°C y 5.50 horas de disconfort, mientras que la temperatura operativa del techo verde es de 24.27°C con 1 hora de disconfort.

4.2.3 Cálculo de la Zona de Confort (modelo de Neutralidad Térmica (T_n))

Para determinar el confort se ha usado el modelo de Neutralidad Térmica (T_n), también conocido como termo preferencia, el cual se utiliza para calcular la zona de confort, y se basa en una fórmula genérica propuesta por Auliciems & de Dear, fórmula relacionada con el confort térmico (Gómez et al., 2023).

El cual consta de:

$$T_n = 17.6 + (T_{prom} \times 0.31)$$

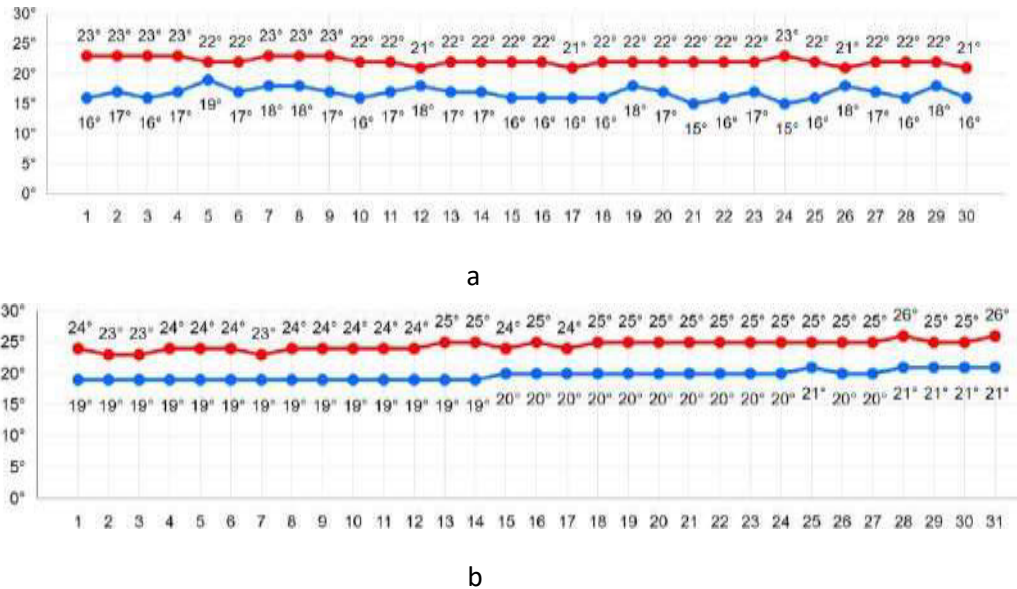
En el cual:

T_n = Temperatura de Neutralidad Térmica (termopreferencia);

T_{prom} = Temperatura promedio de bulbo seco exterior.

Figura 29

Temperatura promedio en el mes de junio y diciembre 2024



Nota. En la gráfica se verifica las temperaturas máximas y mínimas. (a) en el mes de junio 2024 y (b) en diciembre 2024. Tomado de Senamhi 2024.

4.2.4 Medición de Zona de Confort térmica

Para la medición se tomaron las temperaturas promedio del mes de junio y diciembre. Según Therán et al., 2019, “la incidencia de radiación solar también influye en el confort térmico de los individuos”. Se comparó con las temperaturas obtenidas en la medición en el espacio de estudio, comparando dos techos, uno con vegetación y otro sin vegetación.

Tabla 17*Confort térmico con cubierta y sin cubierta vegetal en el mes de junio 2024*

	T° Neutralidad Térmica	T° de Techo sin Cubierta vegetal	T° de Techo con Cubierta Vegetal
1 de junio 2024	23.65°C	26.28°C	24.15 °C
7 de junio 2024	23.96 °C	26.46°C	24.78 °C
13 de junio 2024	23.65°C	25.68°C	24.69°C
24 de junio 2024	23.49°C	26.46°C	24.78 °C
30 de junio 2024	23.34°C	23.07°C	23.23 °C

Nota. Elaboración Propia.

En la Tabla 17, se visualiza la temperatura de neutralidad térmica (confort térmico) y las temperaturas promedias con cubierta vegetal y sin cubierta vegetal, teniendo que para el día 1 de junio del 2024, la termo preferencia fue de 23.65°C. En el techo sin cubierta vegetal se obtiene una temperatura de 26.28°C, mientras que para el techo con cubierta vegetal se visualiza una temperatura de 24.15 °C.

Así mismo, para el día 7 de junio del 2024, la termo preferencia fue de 23.96°C; en el techo sin cubierta vegetal se obtiene una temperatura de 26.46°C; mientras que para el techo con cubierta vegetal se visualiza una temperatura de 24.78 °C.

El día 13 de junio del 2024, la termo preferencia fue de 23.65°C, en el techo sin cubierta vegetal se obtiene una temperatura de 25.68°C, mientras que para el techo con cubierta vegetal se visualiza una temperatura de 24.69°C.

Para el día 24 de junio del 2024, la termo preferencia fue de 23.49°C; en el techo sin cubierta vegetal se obtiene una temperatura de 26.46°C, mientras que para el techo con cubierta vegetal se visualiza una temperatura de 24.78 °C.

Finalmente, el 30 de junio 2024, la termo preferencia fue de 23.34°C; en el techo sin cubierta vegetal se obtiene una temperatura de 23.07°C, mientras que para el techo con cubierta vegetal se visualiza una temperatura de 23.23 °C. El promedio de temperatura sin cubierta vegetal es de 25.59°C, mientras que con cubierta vegetal es de 24.326°C.

Tabla 18

Confort térmico con cubierta y sin cubierta vegetal en el mes de diciembre 2024

Toma de datos	T° Neutralidad Térmica	T° de Techo sin Cubierta vegetal	T° de Techo con Cubierta Vegetal
1 de diciembre 2024	24.27°C	27.62°C	26.72°C
7 de diciembre 2024	24.11°C	29.59°C	27.88°C
16 de diciembre 2024	24.58°C	31.28°C	29.68°C
20 de diciembre 2024	24.58°C	35.43°C	34.77°C
28 de diciembre 2024	24.89°C	34.62°C	32.68°C

Nota. Elaboración Propia.

En la Tabla 18, se visualiza la temperatura de neutralidad térmica (confort térmico) y las temperaturas promedias con cubierta vegetal y sin cubierta vegetal, teniendo que para el día 1 de diciembre del 2024, la termo preferencia fue de 24.27°C. En el techo sin cubierta vegetal se obtiene una temperatura de 27.62°C, mientras que para el techo con cubierta vegetal se visualiza una temperatura de 26.72°C.

Así mismo, para el día 7 de diciembre del 2024, la termo preferencia fue de 24.11°C; en el techo sin cubierta vegetal se obtiene una temperatura de 29.59°C, mientras que para el techo con cubierta vegetal se visualiza una temperatura de 27.88°C.

El día 16 de diciembre del 2024, la termo preferencia fue de 24.58°C; en el techo sin cubierta vegetal se obtiene una temperatura de 31.28°C, mientras que para el techo con cubierta vegetal se visualiza una temperatura de 29.68°C.

Para el día 20 de diciembre del 2024, la termo preferencia fue de 24.58°C ; en el techo sin cubierta vegetal se obtiene una temperatura de 35.43°C , mientras que para el techo con cubierta vegetal se visualiza una temperatura de 34.77°C .

Finalmente, el 28 de diciembre del 2024, la termo preferencia fue de 24.89°C ; en el techo sin cubierta vegetal se obtiene una temperatura de 34.62°C , mientras que para el techo con cubierta vegetal se visualiza una temperatura de 32.68°C . El promedio de temperatura en el mes de diciembre sin cubierta verde es de 31.708°C , mientras que con cubierta vegetal es de 30.346°C .

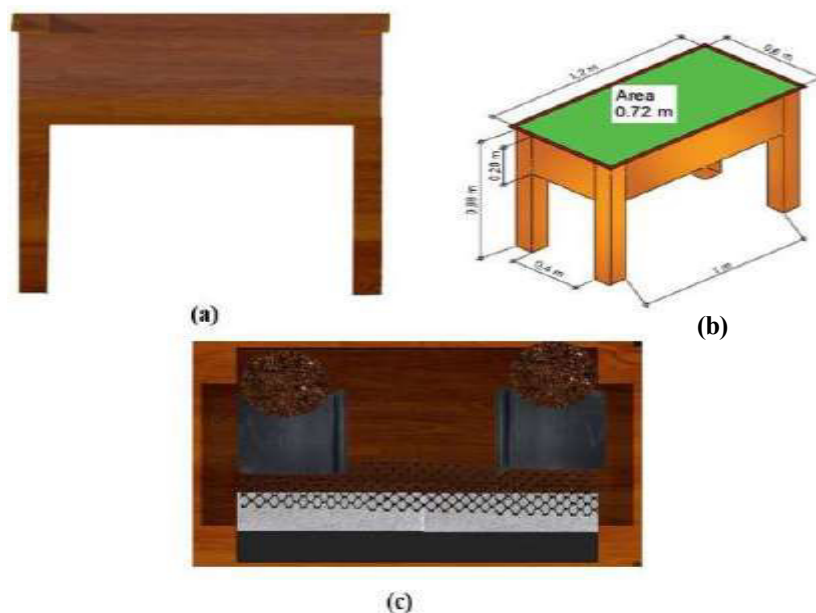
4.3 Beneficio Económico de las hortalizas

4.3.1 Diseño de techo verde para hortalizas

El diseño de hortalizas abarca un área de 0.72m^2 , donde se incluyen las capas de techo verde y las semillas utilizadas, entre las cuales están: Beterraga, acelga, tomate y cebolla china.

Figura 30

Capas de techo verde para prototipo de techo verde para hortalizas



Nota. Elaboración Propia.

Se diseñó una mesa de cultivo rectangular, con dimensiones de 1.2 m x 0.6 m, que funciona como techo verde para el cultivo de hortalizas, con el objetivo de optimizar su aprovechamiento y facilitar el seguimiento del cultivo.

Figura 31

Distribución de Hortalizas en mesa de cultivo



Nota. Elaboración Propia.

En la figura 31 se visualiza un diseño 3D realizado en Sketchup 2021 y renderizado en Lumion 11, donde se distribuyen las hortalizas, siendo en el siguiente orden la distribución: 1. Beterraga, 2. Acelga, 3. Tomate, 4. Cebolla china. El criterio fue usar hortalizas de corto periodo de producción.

Figura 32*Distribución de Hortalizas en la mesa de cultivo*

Nota. Elaboración Propia.

En la figura 32, se visualiza la germinación de semillas de beterraga, tomate y acelga en la mesa de cultivo; esta germinación comenzó a los 15 días.

Figura 33*Obtención de hortalizas en techo verde*

Nota. Elaboración Propia.

En la figura 33, se visualiza la obtención de las hortalizas a los 2 meses de sembrado.

(a) Se verifica la acelga ya en estado para cosechar con una altura de 20 cm; se consiguió 3 acelgas para la venta. (b) Se visualizan las cebollas chinas con una altura de 30 cm; se consiguieron 3 cebollas chinas para la venta. En (c) se distingue el diámetro de beterraga de 10 cm; se consiguió 2 kilos de beterraga. Así mismo, en (d), se puede observar el diámetro de tomate de 5 cm; se obtuvo 2 kg.

4.3.2 Costo beneficio de las hortalizas en techo verde

El costo-beneficio se determina por la instalación de las hortalizas menos el beneficio en 1 año; así mismo, por medio del flujo de caja se obtiene un indicador de rentabilidad en la instalación de hortalizas en el techo verde.

Tabla 19

Presupuesto de Venta de hortalizas

Materiales	unidad	Cantidad	Precio unitario	Total	% de venta
Beterraga	kg	2	S/ 2.50	5.00	18%
Tomate	kg	2	S/ 4.00	8.00	29%
Acelga	Atado	3	S/ 2.50	7.50	27%
Cebolla china	Atado	3	S/ 2.50	7.50	27%
TOTAL				28.00	100%

Nota. Los precios unitarios tomados de Plaza Vea, 2024. Elaboración Propia.

En la Tabla 19 se visualiza el presupuesto de venta de las hortalizas instaladas en la mesa de cultivo; considerar que esta venta se obtiene luego de 2 meses del sembrado. El total de venta por cosecha de hortalizas es de 28 soles. Donde el mayor porcentaje se obtiene del tomate (29%), seguido de la acelga (27%) y cebolla china (27%) y, por último, la beterraga (18%).

Tabla 20*Costo por año de la instalación de hortalizas en el techo verde*

Costo x año				
Materiales	Unid. Medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Costo Inicial	Mesa de cultivo	1	S/ 108.40	S/ 108.40
Semillas	unid	1	S/ 8.00	S/ 8.00
Agua y abono		1	S/ 20.00	S/ 20.00
Total por año x mesa de cultivo (0.72m ²)				S/ 136.40

Nota. Elaboración Propia.

En la Tabla 20, se visualiza el costo de una mesa de cultivo de 0.72 m² de S/ 136.40, considerando un costo total x año x m² de S/ 189.44. Se considera 5 meses adicionales de consumo de agua y ½ saco de abono.

Tabla 21*Venta total por año en hortalizas*

Venta x Año				
Materiales	unid. Medida	Cantidad	Precio unitario	Total
Venta cada 2 meses	Mesa de cultivo	5		S/ 140.00
Total por año en cada mesa de cultivo (0.72m ²)				S/ 140.00

Nota. Elaboración Propia.

En la Tabla 21, se visualiza el costo de una mesa de cultivo de 0.72 m² de S/ 140.00, considerando un costo total x año x m² de S/ 194.45. Obteniendo una ganancia por m² de S/ 5.01 x año.

Tabla 22
Flujo de caja de las hortalizas

Flujo de caja																										
Meses																										
Tiempo (meses)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12													
Producción de hortalizas																										
Ingreso	0	0	S/	28.00	0	S/	28.00	0	S/	28.00	0	S/	28.00	0	S/	28.00	0	S/	28.00	0	S/	28.00				
Egreso	-S/	105.40	-S/	1.50	-S/	4.10	-S/	1.50	-S/	4.10	-S/	1.50	-S/	4.10	-S/	1.50	-S/	4.10	-S/	1.50	-S/	4.10	-S/	1.50	S/	-
Semillas de hortalizas	S/	1.60		S/	1.60		S/	1.60		S/	1.60		S/	1.60		S/	1.60		S/	1.60						
Mesa de cultivo	S/	35.00																								
Manto asfaltico gravillado	S/	20.00																								
Capa drenante	S/	14.40																								
Geotextil	S/	14.40																								
Sustrato preparado con abono	S/	20.00		S/	1.00		S/	1.00		S/	1.00		S/	1.00		S/	1.00		S/	1.00						
Agua y riego		S/	1.50	S/	1.50	S/	1.50	S/	1.50	S/	1.50	S/	1.50	S/	1.50	S/	1.50	S/	1.50	S/	1.50	S/	1.50			
Utilidad	-S/	105.40	-S/	1.50	S/	23.90	-S/	1.50	S/	23.90	-S/	1.50	S/	23.90	-S/	1.50	S/	23.90	-S/	1.50	S/	23.90	-S/	1.50	S/	28.00
WAAC %					1%																					
VAN				S/	24																					
TIR					4%																					
IR					1.22																					

Nota. Elaboración Propia.

En la tabla 22, se visualiza el WACC % 1%, VAN S/ 24, TIR 4% e IR 1.22, lo que permite evidenciar que el flujo de caja proyectado es viable. Se considera un WACC del 1%. Así mismo, se visualiza que las ganancias se realizan cada 2 meses, en la cosecha de las hortalizas. El monto que se obtiene los meses 2, 4, 6, 8 y 10 es de 23.90 soles, mientras que el mes 12 la ganancia es total a 28 soles, considerando solo 1 año.

4.4 Beneficio corporal de los frutales

Los frutales muestran un diseño de techo verde semi-intensivo, instalados a una altura de 30 cm de sustrato en forma de cerco vivo (barrera viva). Así mismo se indican las capas usadas en la instalación del techo verde.

4.4.1 Instalación de las capas de techo verde

El techo verde semi-intensivo cuenta con las capas de techo verde, que no permiten filtración de agua, capa de drenaje y tela anti raíz, la cual permite que las raíces no penetren la estructura de concreto. Así mismo, se permite observar la distribución de frutales mediante una vista en perfil, contando con los frutales: Níspero, lúcuma, granado, pitahaya y limón.

Figura 34

Capas de techo verde semi intensivo



Nota. Elaboración propia.

En la figura 34 se ilustra detalladamente el proceso de instalación del sistema de capas para el techo verde, el cual se realiza para asegurar su funcionalidad y durabilidad. A continuación, se describen las fases del proceso: (a) Aplicación de bitumen: Se inicia con la aplicación de una capa de bitumen sobre la superficie del techo y muros (parapetos), que actúa como una barrera impermeable, protegiendo la estructura del agua y evitando filtraciones. (b) Instalación de manto asfáltico gravillado de 3 mm en la superficie. Sobre la capa de bitumen se coloca un manto asfáltico gravillado de 3 mm, que proporciona una mayor impermeabilidad y refuerza la protección contra la humedad. (c) Instalación del manto asfáltico gravillado de 3 mm en los parapetos. (d) Instalación de capa drenante Geonet: Se coloca una capa drenante geonet, que facilita la transitabilidad del agua sobrante y evita el encharcamiento del sustrato, permitiendo que el sistema de cultivo tenga un drenaje adecuado para las raíces de las plantas. (e) A continuación, se instala un geotextil anti raíz de 20 g, que actúa como una barrera física para evitar que las raíces de las plantas penetren en las capas inferiores del sistema, además de permitir la filtración de impurezas y mantener la estructura del sistema intacta. (f) Sustrato y plantas frutales.

Este proceso integral asegura que el techo verde funcione de manera eficiente, proporcionando tanto un espacio de cultivo sostenible como una protección efectiva para la estructura de la vivienda.

4.4.2 Distribución de frutales como barrera verde en el techo verde

Figura 35

Perfil de barrera verde y distribución de Frutales y ornamentales



Nota. Elaboración Propia.

En la figura 35 se observa una barrera verde de manera lineal (diseño 3D), la cual está compuesta por frutales como: Níspero, lúcuma, granado, pitahaya y limón.

Figura 36

Proceso de instalación de Frutales en Techo Verde



Nota. Elaboración Propia.

Figura 37*Plantas Frutales en Techo Verde*

Nota. Elaboración propia.

En las figuras 36 y 37 se puede observar el proceso detallado de instalación de las plantas frutales. El proceso se lleva a cabo en tres fases fundamentales: excavación, colocación y plantación. Así mismo se visualizan los frutales luego de la instalación.

4.4.3 Cálculo de absorción de CO₂ y producción de aire fresco

Para la estimación de producción de CO₂ y captación de aire, se determina mediante el factor Frutales la estimación promedio de absorción y producción de aire fresco.

$$a = 3,5 \text{ kg} \times b \text{ (área verde en m}^2\text{) durante un año.}$$

$$c = 2,5 \text{ kg} \times b \text{ (área verde en m}^2\text{) durante un año.}$$

Tabla 23*Absorción y producción de aire fresco*

Absorción de CO₂ y Producción de Aire fresco					
Distribución de plantas en techo verde	m²	CO₂ absorbido por año (Kg)	% CO₂ absorbido por año	Aire fresco Producido (Kg) por año	% Aire fresco Producido por año
Frutales	6.74	23.60	16.73	16.86	16.26
Total	6.74	23.60	16.73	16.86	16.26

Nota. Elaboración propia

En la Tabla 23 se indica la cantidad de absorción de los frutales y la producción de aire fresco. El total de absorción de CO₂ es de 23.60 kg, de los cuales, dentro del total de captación de CO₂ del techo verde, es el 16.73%, mientras que la producción de aire fresco es de 16.86 kg, que es el 16.26% del aire total producido por el techo verde. La captura por m² es de 3.5 kg/m²/año.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La investigación tuvo como propósito la caracterización e influencia de los techos verdes en la calidad de vida de las personas a través del confort térmico, beneficio económico y corporal. En Perú, la reducción de espacios verdes ha crecido notablemente en los últimos años como resultado de la expansión de las áreas urbanas (Vargas, s.f.). La evaluación correspondiente ha permitido modelar y simular el confort térmico por estaciones de un techo verde en Santa María de Huachipa. Así mismo, ha permitido la instalación y medición de temperatura para comparar la temperatura de la envolvente con cubierta verde y sin cubierta verde, tanto en junio como en diciembre del 2024. Así mismo, se realizó el sembrado de hortalizas de corto periodo vegetativo, obteniendo un beneficio económico a largo plazo. También se obtiene un beneficio corporal para la salud, mediante la absorción de CO₂ y producción de aire fresco que brindan los frutales mediante la distribución como cerco vivo.

5.1 Estado actual de las áreas verdes

En Lima, existen distritos con notables áreas verdes como: “San Isidro, Miraflores, San Miguel, San Borja, La Molina y Jesús María”. Mientras que Huachipa (Lurigancho) solo tiene 1.1 m² por habitante (Urbanistas, 2024). Irarica (2020) menciona respecto a las áreas verdes que “La OMS propone un umbral mínimo de 9 m²/hab”; esta recomendación es considerada a nivel mundial. “En las viviendas unifamiliares, la densidad es de 5 hab/vivienda” (MVCS, 2019).

En la presente investigación, el área total de techo verde es de 58.33 m² para una vivienda unifamiliar, con la cual se consigue una densidad de 11.66 m²/hab. El techo verde fue dividido en 3 especies. El 87.20% (50.87m²) destinado al grass americano. Así mismo, el 11.60% (50.87 m²) del total de techo verde asignado a los frutales. Mientras que el 1.20% (0.72 m²) pertenece a las hortalizas instaladas.

Esta densidad de área verde por habitante (11.66 m²/hab) es mayor al mínimo solicitado por la OMS; así mismo, los techos verdes permiten incrementar las áreas verdes de Huachipa.

5.2 La cubierta vegetal y Confort térmico urbano

Según Kurban y Grasso (2017), el incremento de radiación solar o carencia de calor incrementa el desconfort. Los techos verdes permiten el aislamiento térmico, mejorando el confort térmico, que es el bienestar térmico de las personas. (Sahagun et al., 2018). Según la “Norma UNE-EN ISO 7730, 2006”, dice que: A son condiciones óptimas de confort térmico si en verano e invierno la temperatura respectivamente es de 24.5°C (± 1.0°C) y 22.0°C (± 1.0°C); B son condiciones tolerables, si la temperatura es de 24.5°C (± 1.5°C) y 22.0°C (± 2.0°C), mientras que C hace referencia a condiciones limitadas, 24.5 °C (± 2.5°C) y 22.0°C (± 3.0°C). Condori (2016) obtuvo una reducción de temperatura de 4.46°C en el mes de diciembre, considerando un área verde de 4m². Así mismo, Gomes et al. (2023) en su investigación, obtuvo una reducción de temperatura de 0.61°C, 0.07 °C, 0°C y 0.31 °C en el 1er, 2do, 3er y 4to piso respectivamente en la Facultad de Ciencias Biológicas, obteniendo un promedio de 0.25°C en el mes de junio. Mientras que para el mes de diciembre tuvo una reducción de 3.53 °C, 3.19 °C, 3.52°C y 3.50°C, obteniendo un promedio de reducción de 3.44°C.

Mediante la investigación se obtuvo que en la estación de verano el techo verde tiene una temperatura operacional (temperatura que opera en el confort térmico) de 25.64°C y en la estación de invierno tiene una temperatura operacional de 23.4°C. La reducción de temperatura mediante el techo verde, en el mes de junio, fue de 1.26°C, mientras que en diciembre fue de 1.36°C.

La cubierta vegetal permite mejorar el confort térmico, ya que regula la temperatura en verano e invierno principalmente.

5.3 Las hortalizas como beneficio económico en Santa María de Huachipa y en Lima

Según la MCPSMH (2022), mediante “El plan estratégico institucional 2022-2026”, tiene como uno de sus objetivos estratégicos institucionales el de promover la competitividad económica y promover más trabajo, además de conservar y aumentar las áreas verdes. Zamora y Hurtado (2019), en su investigación, llegaron a la conclusión de que los huertos urbanos representan una opción rentable económicamente, debido a que pueden beneficiar a comunidades con bajos ingresos. Además, indican que la iniciativa también permite su implementación en hogares con espacios reducidos. Dentro de su metodología realizaron el diseño de un flujo de caja proyectado a 5 años (60 meses). Así mismo, Leyva (2022) indica en sus conclusiones que el beneficio se refleja en el ahorro económico en la canasta familiar, ya que generan sus propias hortalizas, además de brindar un valor agregado al espacio verde, ya que incrementa las ventas en una vivienda con economía circular.

La investigación usó un flujo de caja proyectado a un año, con las hortalizas. Se obtuvo un TIR de 4% y un VAN de S/ 24 mensuales. El beneficio económico por m² es de S/ 5.01 por año. Siendo un aporte económico en el poblador de Santa María de Huachipa.

El beneficio económico que brindan los 0.72m² de huertos urbanos con hortalizas no se ajusta al “Plan estratégico institucional 2022-2026 del MCPSMH”, ya que no brinda una remuneración mínima para los pobladores, pero sí brinda un beneficio económico complementario de S/ 24, el cual se calculó mediante el flujo de caja proyectado, metodología usada de Zamora y Hurtado (2019), además de que se ajusta a lo indicado por Leyva (2022), quien indica que refleja un ahorro y brinda un valor agregado a la cubierta verde.

5.4 La captación del CO₂ y producción de aire limpio como beneficio corporal

El Instituto para la salud geo ambiental (2024) indica que es necesario un aire con bajas concentraciones de CO₂ (aire fresco) para evitar problemas respiratorios. La Municipalidad

Metropolitana de Lima (2021), dentro de sus principales hallazgos, llega a la conclusión de que la presencia del CO₂ en el aire es un indicador que contribuye a un mayor riesgo de transmisión de COVID-19. Además, indica que el dióxido de carbono en altas concentraciones produce dolor de cabeza, mareos y problemas respiratorios. Espinoza y López (2023), en su investigación obtuvieron que la captura de CO₂ por m² es de 13.31 kg/m²/año, mediante el cálculo de biomasa, donde las plantas introducidas capturaron el 66.47% y las nativas 33.53%. Gómez et al. (2023) incrementó las áreas verdes en la Facultad de Ciencias Biológicas, con lo cual obtuvo la absorción de CO₂ y producción de aire limpio mediante los factores de conversión de la OMS; obtuvo una captación total de 488,75 kg/año y 361,25 kg/año de aire limpio producidos. Las plantas usadas fueron xerófitas (bajo consumo de agua), con una captación de 2.3 kg/m²/año.

La captura de CO₂ del techo verde es de 2.42 kg/m²/año y la producción de aire fresco de 1.77 kg/m²/año, mediante los índices de conversión de la OMS. La captación total fue de 141.10 kg/año y una producción de aire fresco de 103.70 kg/año. Los frutales contribuyen con el 16.73% de la captura total de CO₂ del techo verde, capturando 3.5 kg/m²/año. Además, aporta el 16.26% de la producción de aire fresco del techo verde.

Los techos verdes mejoran la calidad del aire a través de la captación de CO₂ y producción de aire fresco, permitiendo un beneficio corporal para evitar enfermedades respiratorias. El diseño del techo verde captura 2.42 kg/m²/año de CO₂ y produce 1.77 kg/m²/año.

VI. CONCLUSIONES

- En conclusión, los techos verdes influyen en la calidad de vida de las personas. Debido a que permite incrementar las áreas verdes de Lima y específicamente del centro poblado de Santa María de Huachipa. El presente trabajo tuvo un área verde total de 58.33 m² para una vivienda unifamiliar, obteniendo una densidad de 11.66 m²/Hab. Además de brindar beneficios económicos, confort térmico y beneficio corporal, a través de la captura de CO₂ y producción de aire fresco. Este diseño como propuesta de distribución de hortalizas, ornamentales (grass americano) y frutales contribuye a la calidad de vida de los habitantes. El techo verde fue dividido en 3 especies. El 87.20% (50,87 m²) destinado al grass americano. Así mismo, el 11.60% (6,74 m²) del total de techo verde está asignado a los frutales. Mientras que el 1.20% (0.72 m²) pertenece a las hortalizas instaladas.
- Se determinó la temperatura operacional que produce la cubierta vegetal de 25.64°C para la estación de verano y en la estación de invierno tiene una temperatura operacional de 23.4°C. Estos resultados muestran una mejora en el confort térmico. Así mismo, se obtuvo la reducción de temperatura mediante el techo verde; en el mes de junio fue de 1.26°C y en diciembre fue de 1.36°C.
- Mediante el flujo de caja proyectado a un año para las hortalizas. Se obtuvo un TIR de 4% y un VAN de S/ 24 mensuales, lo que indica que el uso de hortalizas es rentable considerando un WAAC de 1%. Se obtuvo un beneficio económico de S/ 5.01/m²/año, siendo un aporte económico para el poblador.
- Se determinó que la captura de CO₂ del techo verde es de 2.42 kg/m²/año, mientras que la producción de aire fresco fue de 1.77 kg/m²/año. La captación total fue de 141.10 kg/año y una producción de aire fresco de 103.70 kg/año. Los frutales contribuyen con

el 16.73% de la captura total de CO₂ del techo verde, capturando 3.5 kg/m²/año.

Además, aporta el 16.26% de la producción de aire fresco del techo verde.

VII. RECOMENDACIONES

- Promover la instalación de techos verdes no solo en la municipalidad de Huachipa, sino también en los distritos que aún no cuentan con ordenanzas municipales al respecto. De esta manera, se incrementará la densidad de áreas verdes por persona, mejorando las condiciones de vida de los pobladores. Así mismo, se recomienda investigar a profundidad sobre los materiales a usar en un techo verde y la influencia de los diseños de techo verde en la calidad de vida.
- Se recomienda, así mismo, realizar diseños utilizando especies de plantas con mayor densidad, extendiendo el período de experimentación, con el fin de determinar su impacto en el confort térmico. Además, sería pertinente complementar el estudio con un análisis de eficiencia energética, lo que permitiría estimar el ahorro energético asociado. Igualmente, es fundamental incluir la medición de la humedad relativa para ampliar el alcance del estudio sobre los techos verdes.
- Se recomienda llevar a cabo un estudio de valorización económica de la propiedad, como indicador de costo-beneficio, al incorporar un techo verde en una vivienda. Además, es necesario investigar la influencia de los mantenimientos posteriores a la instalación de los techos verdes en el costo-beneficio, especialmente para áreas más extensas de techos verdes. Así mismo, se recomienda ampliar la investigación de hortalizas y aromáticas en extensiones mayores (m^2), para poder mejorar el beneficio económico con el uso de huertos.
- Se sugiere diseñar e implementar techos-huertos con plantas frutales, ampliando el estudio para evaluar la absorción de CO_2 . Esto se debe a que las plantas de mayor tamaño tienen la capacidad de captar mayores cantidades de CO_2 y producir más aire fresco. Además, es necesario extender el análisis sobre la captación de partículas

suspendidas, ya que en la investigación actual se trabajó con parámetros generales sobre la absorción de CO₂ y la producción de aire fresco.

VIII. REFERENCIAS

- Álvarez, H. (2019). *Injertación En Frutales: Contribución En Fisiología Vegetal*. Universidad Nacional de Jaén.
<http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/389/1/MANUAL%20DE%20INJERTACION.pdf>
- Barranco, O. (2015). *La arquitectura bioclimatica. Módulo Arquitectura CUC*, 14(2), 31-40.
<http://hdl.handle.net/11323/1568>
- Bello, M., Flores, C., Salvador, N. y Giakoni, F. (2022). *Uso de áreas verdes para la actividad física: análisis descriptivo en escolares chilenos durante la pandemia por COVID-19. Retos*, 49, 202-210. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/index>
- Benavides, M. (2021). *Propuesta del uso de techos verdes en el sector hotelero como estrategia de Eco innovación en la ciudad de Bogotá*. [Trabajo de especialización, Fundación Universidad de América]. Repositorio Institucional Universidad de America.
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8738/1/50370-2021-2-GA.pdf>
- Cáceres, L. (2020). *Agricultura urbana como alternativa para la soberanía y seguridad alimentaria y nutricional de agricultores urbanos, caso Bogotá Colombia y Aracaju Brasil*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78143>
- Condori, F. (2016) *Naturación de azotea aplicando aptenia cordifolia y su efecto sobre la temperatura y humedad relativa, en un sistema piloto*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV.

<https://hdl.handle.net/20.500.13084/1479>

Coraquilla, E. (2022). *La terapia hortícola como medio terapéutico para disminuir el nivel de depresión en adultos mayores*. [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador].

Repositorio Institucional Universidad Central del Ecuador.

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/27129>

Espinoza, B. y López S. (2023) *Estimación del carbono capturado por las especies vegetales presentes en las riberas del río Burga y dentro de la zona urbana de la ciudad de Azogues – Ecuador*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio

Institucional Universidad politécnica Salesiana.

<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24359>

Flores, K., Garcia, F., Irigoín, Y. y Taype C. (2021). *Los Espacios Verdes Públicos Y Su Influencia En La Calidad De Vida Urbana En El Distrito De Lurín, 2020*. [Tesis de grado, Universidad Científica del Sur]. Repositorio Institucional UCSUR.

<https://hdl.handle.net/20.500.12805/1966>

Gomez A., Esenarro D., Martinez P., Vilchez S. y Raymundo, V. (2023). Cálculo Térmico para la Implementación de Muros Verdes como Aislantes Térmicos en las Fachadas Este y Oeste de las Zonas Adyacentes de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Ricardo Palma (URP) de Lima, Perú 2023. *Buildings*, 13(9), 2301.

<https://www.mdpi.com/2075-5309/13/9/2301>

Gonzales, L. (2019). *Implementación de huertos urbanos ecológicos en las áreas verdes disponibles del Distrito de San Borja*. [Trabajo de suficiencia profesional de grado, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur]. Repositorio Institucional UNTELS.

<http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/218>

- Granja, M. (2022). *Inserción de huertos urbanos en la vivienda de San Juan. Facultad de Arquitectura y Urbanismo*. [Proyecto de Investigación, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional UCE.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/27541>
- Herrero, V. (2018). *Efectos de la terapia hortícola en la salud física, mental y social de la personas. Una revisión narrativa*. [Tesis de grado, Universidad Autónoma de Madrid]. Repositorio Institucional UAM.
https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/684889/herrero_solana_victor%20o_martfg.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Irarica, J. (2020). *La Gestión Municipal de Áreas Verdes en el Distrito de Los Olivos: 2015 – 2020. Un Estudio de Caso*. [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/69322/Irarica_VJC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ladron, V., Quiroz, C., Acosta, J., Pimentel, L. y Quiñones E. (2004). Hortalizas, las llaves de la energía. *Revista Digital Universitaria*, 5(7).
<http://www.revista.unam.mx/vol.6/num9/art88/int88.htm>
- Lefebvre, H. (2010). Reflexiones medioambientales de la expansión urbana. *Cuadernos Geográficos*, 46(1), 293–313. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3367785.pdf>
- Leva, G. (2005). *Indicadores de Calidad de Vida Urbana*. Universidad Nacional de Quilmes.
http://hm.unq.edu.ar/archivos_hm/GL_ICVU.pdf

- Leyva, P. (2022). *El impacto del uso de huertos urbanos domésticos en la sostenibilidad de viviendas unifamiliares del anexo de Saños Grande, El Tambo, 2021*. [Tesis de grado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional Universidad Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/12385>
- Loracnis, H. (2002). La agricultura urbana y caracterización de sus sistemas productivos y sociales, como vía para la seguridad alimentaria en nuestras ciudades. *Cultivos Tropicales*, 27(2), 13–25. <https://www.redalyc.org/pdf/1932/193215872002.pdf>
- López, B., Camacho, A., Martínez, M. y Marcelino, M. (2019). Techos verdes: una estrategia sustentable. *Tecnología en Marcha*, 33(3), 68–79. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i3.4389>
- Martínez, R., Carrasco, B. y Némiga X. (2022). Importancia de las áreas verdes en zonas urbanas con alta contaminación. El caso de Atitalaquia, Atotonilco de Tula y Apaxco, México. *Contexto*, 16(24), 1–15. <https://contexto.uanl.mx/index.php/contexto/article/download/349/225/1195>
- Méndez, M. (2020). *Propuesta de diseño de un modelo de techos verdes para la Universidad Antonio Nariño, Sede Sur – Bogotá*. [Tesis de grado, Universidad Antonio Nariño]. Repositorio Institucional UNA. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/2918>
- Molina, D., Muñoz, L. y Molina, A. (2019). Agricultura urbana, bienestar subjetivo y actitudes ambientales en el colectivo Agroarte. Estudio de caso en la comuna 13, Medellín. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 57, 89–108. <https://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/1039/1482>
- Municipalidad Metropolitana de Lima [MML]. (2014). *Ordenanza para la conservación y*

gestión de áreas verdes en la provincia de Lima.
<https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/793d8fbb0c8e70f5.pdf>

Municipalidad Metropolitana de Lima [MML]. (2021). *Medición de indicadores ambientales en el conglomerado de mesa redonda.*
<https://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/f697b58e60a5ed1d.pdf>

Municipalidad del Centro Poblado de Santa María de Huachipa [MCPSMH]. (2021). *Plan estratégico institucional 2022-2026.*
<https://www.munihuachipa.gob.pe/files/PEI/PLAN%20ESTRATEGICO%20INSTITUCIONAL-2022-2026.pdf>

Peña, A. (2020). *Áreas verdes como medio para mejorar la calidad de vida del ser humano.* Universidad Católica de Colombia. Bogotá (Colombia). [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional UCA.
<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/1b86e8d5-ffde-490c-9f27-35fd6e032bb1/content>

Piñeiro, M. (2015). *Arquitectura Bioclimática, consecuencias en el lenguaje Arquitectónico.* [Tesis de grado, Universidad Da Coruña]. Repositorio Institucional Universidad da Coruña.
https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/15941/Pi%C3%B1eiroLago_Marta_TFG_2015.pdf

Salazar, D. (2017). *Diseño de jardines verticales en el interior de viviendas y la calidad de vida de los habitantes de la parroquia La Merced.* [Proyecto de investigación de grado, Universidad Técnica De Ambato]. Repositorio Institucional UTA.
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26160>

- Saavedra, L. (2021). *Gestión de áreas verdes y calidad de vida urbana en la ciudad de Tarapoto, 2021*. [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/66603/Saavedra_RL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Soto, A. (2022). *Agri-tectura: agricultura urbana y arquitectura como estrategia de sustentabilidad alimentaria para las comunidades de Río Piedras y Hato Rey*. [Proyecto de investigación, Universidad de Puerto Rico Recinto de Río Piedras]. Repositorio Institucional UPRRP. <https://hdl.handle.net/11721/2963>
- Tarrido, M. (2010). *Aprender Sobre Las Cubiertas Verdes Urbanas A Través Del Caso Augustenborg*. [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Catalunya]. Repositorio Institucional Universidad Politécnica de Catalunya. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13548/Tarrida,%20Mar%C3%A7al_Tesina.pdf
- Toledo, J. (2022). *Techos Verdes En Lima: implementación y mantenimiento para su sostenibilidad y sus beneficios en la ciudad*. [Trabajo de suficiencia profesional de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5504/toledo-choquehuanca-jose-jesus-martin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Urzúa, A. y Caqueo A. (2012). Calidad de vida: Una revisión teórica del concepto. *Terapia Psicológica*, 30(1), 61–71. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/terpsicol/v30n1/art06.pdf>
- Zamora, K. y Hurtado, J. (2019). *Diseño y análisis economico, ambiental y social de una huerta urbana vertical en Cali-Valle del Cauca*. [Tesis de grado, Universidad

Autónoma de Occidente]. Repositorio Institucional UAO.

<https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/b760435e-77a8-470f-8b81-2aac08554b47/content>

Zinco (2021). *Guía de planificación: Sistemas para cubiertas verdes inclinadas*.

<https://zinco-cubiertas-ecologicas.es/sistemas/cubierta-inclinada-hasta-35>

IX. ANEXOS

Anexo A: Instalación de techo verde



Anexo B: Ozonización del agua para riego de plantas Empresa JARDIN URBANO

Anexo C: Matriz de consistencia

Problema principal	Objetivo principal	Hipótesis principal	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores
¿Cuál es la influencia de los techos verdes en la calidad de vida de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024?	Determinar la influencia de los techos verdes en la calidad de vida de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024.	Los techos verdes influyen positivamente en la calidad de vida de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024.	Techos verdes	Cubierta vegetal	m ²
				Hortalizas	Nº de hortalizas
				Plantas frutales	Nº de Plantas frutales
Problema secundario	Objetivo Secundario	Hipótesis Secundaria	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores
¿Cuál es la incidencia de la cubierta vegetal de un techo verde en el confort térmico de una vivienda del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024?	Determinar la incidencia de la cubierta vegetal de un techo verde en el confort térmico de una vivienda del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024.	La cubierta vegetal de un techo verde incide positivamente en el confort térmico de una vivienda del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024.	Calidad de vida de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa	Confort térmico	Tº Horas de discomfort
¿Cuál es la incidencia de las hortalizas en el bienestar económico de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024?	Determinar la incidencia de las hortalizas en el bienestar económico de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa.	Las hortalizas inciden positivamente en el bienestar económico de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024.		Bienestar económico	Ingreso Económico
¿Cuál es la incidencia de las plantas frutales en el bienestar corporal de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024?	Determinar la incidencia de las plantas frutales en el bienestar corporal de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024.	Las plantas frutales inciden positivamente en el bienestar corporal de los pobladores del Centro Poblado Santa María de Huachipa, Lurigancho-Chosica, Lima 2024.		Bienestar corporal	Calidad de aire

Anexo D: Matriz de operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALAS DE MEDICIÓN
Variable Independiente	Son sistemas sostenibles usadas sobre una superficie de losa o techo, además se conocen a dichas superficies como eco-techos, ya que tienen diversos beneficios que permiten mitigar las consecuencias en la urbanización, entre los cuales la gestión del agua. Estos están contruidos de un suelo ligero sustentadas por un drenaje y una membrana impermeabilizante que llegan a proteger el edificio de las filtraciones. En dichas áreas se instalan plantas de distintas especies (Ramesh, 2011).	Los techos verdes son medidas por propiedades físicas y cantidad de área verde	Cubierta vegetal	m ²	m ²
			Hortalizas	Nº de hortalizas	Unidades
			Plantas frutales	Nº de plantas frutales	Unidades
Techos verdes					
Variable Dependiente	La calidad de vida urbana se puede definir como el cúmulo de condiciones intrínsecas de la persona al medio urbano con el fin de lograr el confort biológico y el sostén funcional para el desarrollo personal y familiar con el fin de vivir con dignidad dentro de una urbe. (Luengo, 2018)	La calidad de vida es medida por el bienestar económico, bienestar corporal y confort térmico	Bienestar económico	Ingreso Económico	Soles x año
				Tº	ºC
			Confort térmico	Horas de discomfort	% PPD
			Bienestar Corporal	Calidad de aire	CO ₂ en kg
Calidad de vida de los pobladores del Centro poblado Santa María de Huachipa					

Anexo E: Ficha Técnica De Chema Bitumen



DESCRIPCIÓN CHEMA BITUMEN es un líquido asfáltico de calidad Premium modificado con solventes minerales, diseñado para uso como recubrimiento completamente impermeable y químicamente resistente a la acción del agua, ácidos diluidos, y a la mayor parte de los agentes presentes en el terreno y en la atmósfera. Se aplica sobre superficies de cemento, madera, metal y sobre estructuras enterradas o bajo agua. Cumple con la norma ASTM D41 Estándar Specification for Asphalt Primer Used in Roofing, Dampproofing, and Waterproofing.

VENTAJAS

- Excelente impermeabilidad incluso al vapor de agua.
- Excelente adherencia en sustratos como cemento, concreto, ladrillos, metales, piedra, madera y a las capas asfálticas posteriores.
- Resiste soluciones salinas, aguas agresivas o ácidos y álcalis débiles.
- Viene listo para usar y es de fácil aplicación con brocha o rodillo.
- Su efecto barrera le brinda protección anticorrosiva a las estructuras metálicas.
- Tiene larga duración.

USOS

- Como recubrimiento para impermeabilizar estructuras enterradas que van estar en contacto con agua, paredes subterráneas, paredes exteriores de cisternas, interiores de jardineras, cimientos, muros de contención, pisos de concreto, postes y tuberías de concreto o cualquier estructura enterrada bajo el agua que se requiera proteger de aguas subterráneas o de la intemperie. Es apropiado para aguas hervidas. No es aplicable en reservorios ni tanques de agua potable.
- Para proteger e impermeabilizar techos, cubiertas, terrazas, muros de contención, tanques y maderas a la intemperie o bajo tierra.
- Para impermeabilizar tanques de agua no potables.
- Como protección de metales en general, especialmente en contacto con agua y sales minerales.
- Como respaldo del asentado de piedra y laja para evitar la aparición de manchas producidas por la humedad.
- Como protección anti óxido de estructuras metálicas.
- Como imprimante en sistemas de impermeabilización con membranas asfálticas.

DATOS TÉCNICOS

Característica	Unidades	Valores
Aspecto	----	Líquido Fluido.
Color	-----	Negro
Viscosidad	Ku	87 - 107
Densidad	Kg/gal	3.50 - 3.60
Solubilidad	---	Bencina, aguarrás
VOC	g/L	257

Anexo F: Ficha técnica Manto Asfáltico gravillado



EDIL

PROTECCIÓN POR ENCIMA DE TODO

MANTO POLIESTER 30GR

CÓDIGO:10122814

DESCRIPCION:

El Manto Poliéster 30GR es elaborado a base de asfalto modificado con homo-polímeros y co-polímeros del propileno y etileno. Estos modificantes le confieren elasticidad, plasticidad y flexibilidad que combinada con la resistencia y elasticidad del refuerzo de poliéster no tejido le permite buena elongación y resistencia a tracción longitudinal y transversal, para aplicación también en ambientes de clima templado. El acabado granulado le da una extra protección contra la intemperie, aumenta la vida útil del manto y es decorativo.

COMPOSICION:

Asfalto de penetración.
 Polímeros propilénicos y etilénicos a- tácticos.
 Polímeros propilénicos iso- tácticos.
 Carga mineral.
 Refuerzo: fibra de poliéster.
 Granulos

USOS RECOMENDADOS:

*Impermeabilización general de techos de losa: nervada, para cualquier grado de inclinación.
 *Impermeabilización de losa prefabricada o de placa aligerada (tabelones) con tope de mortero reforzado.
 *Impermeabilización de techos de metal, machihembrado, fibrocemento (este último con hoja de base).
 *Impermeabilización de losas donde haya tránsito peatonal y para plazoletas de trabajo

VENTAJAS:

*Soporta cambios de temperaturas expandiéndose y contrayéndose sin agrietarse.
 *En áreas sujetas a movimientos, se adapta a ellos, recuperando luego sus dimensiones originales.
 *Su resistencia al punzonamiento, le permite soportar acabados duros.
 *Su flexibilidad le permite amoldarse a toda superficie

PRESENTACION:

* Rollos : de 10 m x 1 m.
 * Espesor : 2,79 – 3,00mm
 * Anti adherente : hoja de polietileno flameable de 8 micras, por una cara y granulos de cuarzo ceramizado de color Rojo por la otra .
 *Peso/rollo : 3,5 Kg/m2
 *Refuerzo: Poliester no tejido, hilo continuo de 140 g/m2.

FECHA DE VENCIMIENTO:

730 días de la fecha de fabricación.

RENDIMIENTO:

9,2 m2.

PREPARACION DE LA SUPERFICIE:

*Limpiar la superficie de escombros, elementos desprendibles, musgos y polvo, antes, aplicar el primer.
 *Aplicar el primer en la medida recomendada y dejarlo secar antes de instalar el manto. No imprimir en superficies de madera y fibrocemento.

APLICACIÓN:

Con llama de gas pudiéndolo instalar adherido, semi - flotante o flotante, según el caso sobre la superficie previamente imprimada (a exclusión de superficies de madera y fibrocemento) y sellado de los solapes con llama y espátula caliente.
 En frío, utilizando Adhesivo Líquido EDIL como agente de adhesión y para el sellado del solape.

CUIDADO DE LOS EQUIPOS:

Limpiar los equipos al terminar su uso, con Kerosene o espíritu mineral.

ALMACENAMIENTO Y MANEJO:

* Bajo techo y sobre superficie lisa libre de sucio y libre de escombros.
 *Hasta dos rollos superpuestos en posición vertical, separando cada capa de rollos con una lámina de cartón o aglomerado de 10 mm.
 * La temperatura máxima de almacenamiento en dos camadas es de 35° C, en una camada es de 40° C.
 *Rotación recomendada: 6 mes para almacenamiento en una camada; tres meses para almacenamiento en dos camadas. Usar los lotes mas antiguos, para evitar que pueda presentar deformaciones, por manejo.
 *Durante el manejo de los rollos se debe evitar golpearlos, tanto en los bordes, como en el costado, porque generarían daños a la membrana.

EMPAQUE Y DESPACHO:

*Empaque: paletas de madera 115x115 cm envuelto en bolsa termo retraíble.
 *Unidades por paleta: 25.
 * Peso /paleta: 900 Kg
 * Unidades por contenedor: 20.

PRECAUCIONES EN LA APLICACION:

*Evitar exponer los rollos por tiempo prolongado al calor directo del sol, antes de aplicarlos.
 *La superficie a impermeabilizar no debe presentar protuberancias que puedan perforar el manto, ni hundimientos donde pueda estancar el agua de lluvia.
 *No se debe apoyar objetos pesados o contundentes sobre el manto instalado sin la adecuada protección, porque puede perforarlo.
 *No exceder en el uso de la llama durante la instalación ya que puede dañar las propiedades elásticas de los polímeros modificantes del asfalto y pueden formarse manchas por4 brote del asfalto entre los granulos.
 * No se debe caminar sobre el manto granulado mientras se esté instalando y mientras esté caliente, brotaría el asfalto entre los granulos.
 *Asegurarse que el primer esté bien seco antes de la aplicación para evitar incendio o formación de burbujas si se usa primer emulsionado.

CUIDADOS:

*Usar guantes para proteger las manos de la llama del soplete.
 *Usar Anti foz para proteger la cara y los ojos de la llama.
 *En caso de quemaduras, aplicar agua fría o hielo en la parte afectada y aplicar crema para las quemaduras.
 *En caso de quemaduras fuertes o extensas acudir a atención médica.

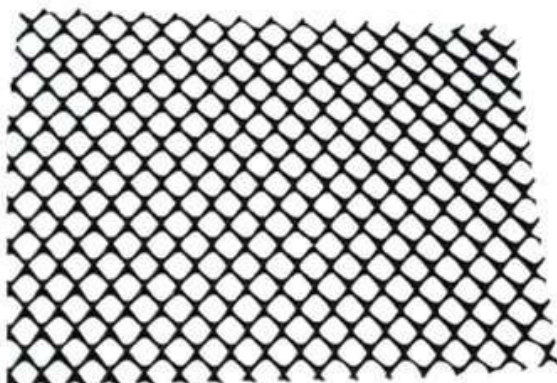
CARACTERISTICAS:

PROPIEDADES	METDOS			ESPECIFICACIONES
	UNI EN	ASTM D	COV:	
ESPOSOR, mm	1849-1	5147	3229	2,79 – 3,00
PESO/ m2, Kg/m2	1849-1	5147	3229	3,00 – 3,50
LONGITUD, m	1848-1 y 2	5147	3229	10 ± 1%
RESISTENCIA A TRACCION A RUPTURA , kN/m , (kgf/5cm)	12311-1 y 2	5147	3245	
LONGITUDINAL				≥5,9 (≥ 30)
TRANSVERSAL				≥4 (≥ 21)
Elongación , %	12311-1 y 2	5174	3245	
LONGITUDINAL				≥20
TRANSVERSAL				≥30
RESISTENCIA AL DESGARRE, N, (kgf)	12310-1	5147	3249	
LONGITUDINAL				≥ 235 (≥24)
TRANSVERSAL				≥ 170 (≥17)
FLEXIBILIDAD EN FRIO, °C	1109	5147	3247	≤+5
DEFORMACION EN CALIENTE, °C	1110	5147	3248	≥115
PUNTO DE ABLANDAMIENTO, °C	-----	36	419	≥150
RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO ESTATICO SOBRE POLIESTIRENO, Kg/f	12730	-----	3249	≥ 10
IMPERMEABILIDAD AL AGUA, kPa, (psi)	1928		3249	N/A
ABSORCION DE AGUA, %	UNI 8202-22	-----	3250	≤3
PERDIDA DE GRANILLA, g/dm2	UNI 8202-35	4779	----	≤ 2

Anexo G: Ficha Técnica Geonet



JARDIN URBANO SAC

GEONET alta densidad (HDPE)**FICHA TECNICA****DATOS TÉCNICOS**

- Producto biaxial, compuesto por cordones confeccionados de polietileno de alta densidad, superpuestos en dos sentidos, su fabricación es por extrusión, por lo que los cordones están íntegramente ligados entre sí, generando una red útil para sistemas de drenaje de alta capacidad de transporte de líquidos y gases.
- Este producto tiene la finalidad de actuar como núcleo drenante, en conjunto con otros Geosintéticos como Geomembranas y Geotextiles.
- Tiene alta capacidad de soportar cargas de compresión, por lo que pueden ser utilizados, tanto en drenajes verticales como horizontales

CARACTERISTICAS	VALORES	UNIDADES	NORMATIVAS
Material	Polietileno de alta densidad (HDPE)		
Masa por unidad de superficie +/-3%	733	g/m ²	ASTM D 5261
Resistencia a la tracción	7,5	kN/m	ASTM D 5035
Negro de humo	2-3	%	ASTM D 4218
Densidad materia prima +/-3%	> 0,94	gr/cm ³	ASTM D 1505
Transmisividad *	>2 x 10 ⁻³	m ² /s	ASTM D 4716
Peso del rollo +/-5%	250	Kg	-
Espesor	5,08	mm	ASTM D 5199

Nota. * La transmitividad se midió utilizando agua a 21°C +/-2°, con un gradiente de 0,1 y una presión de confinamiento de 480 Kpa entre las

placas de acero después de 15 minutos. Los valores pueden variar con los laboratorios individuales.

Anexo H: Ficha técnica Geotextil no tejido



GEOTEXTILES NO TEJIDOS

ESPECIFICACIÓN INTERNACIONAL GEOTEXTIL NO TEJIDO PP 200G

Es un Geotextil No Tejido de Polipropileno, conformado por un sistema de fibras, punzonado por agujas. Este Geotextil se produce bajo un Sistema de Gestión de Calidad. La tela geotextil no tejida es de tipo anti raíz altamente resistente a la degradación biológica y química, que normalmente se encuentra en los suelos. Los valores de las propiedades que aparecen en esta especificación¹ son obtenidos en el Laboratorio de Control de Calidad de Geotextiles No Tejidos.

	PROPIEDADES	NORMA	UNIDAD	VALOR MARV ²
MECÁNICAS	Método Grab			
	Resistencia a la Tensión	ASTM D-4632	N (lb)	800 (181)
	Elongación		%	> 50
	Método Tira Ancha			
	Sentido Longitudinal	ASTM D-4595	kN/m	11
	Elongación		%	> 50
	Sentido Transversal	ASTM D-4595	kN/m	10
	Elongación		%	> 50
	Resistencia al Punzonamiento	ASTM D-4833	N (lb)	430 (97)
	Resistencia al Punzonamiento CB	ASTM D-6241	kN	2.0
HIDRAULICAS	Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D-4533	N (lb)	300 (69)
	Método Mullen Burst			
	Resistencia al Estallido	ASTM D-3786	Kpa (psi)	2050 (297)
	Tamaño de Abertura Aparente	ASTM D-4751	mm (No Tamiz)	0.15 (100)
FÍSICAS	Permeabilidad	ASTM D-4491	cm/s	0.32
	Permitividad	ASTM D-4491	s ⁻¹	1.9
	Tasa de flujo	ASTM D-4491	L/min/m ²	5110
	Masa por Unidad de Area	ASTM D-5261	g/m ²	200
	Resistencia UV (% retenido @ 500 hr)	ASTM D-4355	%	> 70
	Rollo Ancho	Medido	m	4
	Rollo Largo	Medido	m	140
	Rollo Area	Calculado	m ²	560

Anexo I: Ficha técnica Sustrato preparado



FICHA TÉCNICA DE SUSTRATO LIGERO	
1. DATOS DE LA EMPRESA	
RAZÓN SOCIAL:	JARDIN URBANO S.A.C.
Registro Único de Contribuyentes (RUC):	20547397615
2. DATOS DEL SUSTRATO LIGERO:	
LOCACIÓN de REPRODUCCIÓN:	
Vivero (Zona de Entrega) – C/ Los Canarios Mza. D2, Lte. 09, Sta. María de Huachipa – Lurigancho.	
NOMBRE COMÚN:	FORMAS DE PRESENTACION:
Sustrato preparado para fecha verde	Saca de 30 Lt
DESCRIPCIÓN:	COMPOSICIÓN:
Posee un color marrón oscuro a capacidad de campo, de descomposición semienta, compactación ligera, capacidad de retención de líquidos media. Libre de semillas de malezas y patógenos. Posee una densidad de 0.85 kg/Lt	• 50% Tierra de cultivo. • 20% Compost • 20% Cascarrillo de arroz compostada • 10% Arena fina lavada • Npk 3 gr/ Lt sustrato
3. CUIDADOS Y REQUERIMIENTOS SUSTRATO LIGERO:	
EXPOSICIÓN:	USOS:
Pleno sol, semi sombra y sombra	Es usado en azoteas verdes. Techos verdes extensivos, semi-intensivos e intensivos.
RIEGO:	
La dosificación y la frecuencia de riego dependerá del tipo de planta y la fenología de la cubierta vegetal que se instalará en ese lugar. Se debe tener en cuenta para la planificación de riego que el sustrato por poseer materia orgánica en su composición retiene humedad en sus macra y microporos.	
MANTENIMIENTO	
Reincorporación de macro y micro nutrientes para reponer los nutrientes asimilados por la planta, esto dependerá mucho del tipo de planta que se sembrará ya que cada especie absorbe una cantidad específica de nutrientes durante cada fase fisiológica ya sea en su etapa vegetativa o fase reproductiva. Se recomienda usar nitrofoska y fertilizar cada 3 meses una dosis de 3 kg/ Tn de sustrato	
BENEFICIOS:	
• Permite aligerar el peso del sustrato en macetas, jardineras, jardines verticales y techos verdes • Brinda nutrientes por ser un sustrato de origen orgánico, permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes para las plantas y agrega microorganismos beneficiosos al suelo. • Aumenta la capacidad de intercambio catiónico • Alta relación C/N • Proporciona una buena estructura del suelo y por ende aumenta la aireación y retención de agua del perfil del suelo	



www.jardinurbano.pe

Anexo J: Toma de datos de máximo y mínimo temperatura

Temperatura tomada para el día 1 de junio del 2024 en dos tipos de techos

Toma de datos por Horas	T° de Techo sin cubierta vegetal	T° de Techo con cubierta Vegetal
07:00 a. m.	20	19.5
08:00 a. m.	22	21.4
09:00 a. m.	24.5	23
10:00 a. m.	23.5	23.7
11:00 a. m.	31	27
12:00 p. m.	33	32.1
01:00 p. m.	32.4	28.6
02:00 p. m.	31.4	27
03:00 p. m.	30.8	26.3
04:00 p. m.	28.4	22.9
05:00 p. m.	21	19.9
06:00 p. m.	19.7	18
07:00 p. m.	17.7	17.2
Promedio de temperatura en el día	26.28	24.15



Temperatura tomada para el día 7 de junio del 2024 en dos tipos de techos

Toma de datos por Horas	T° de Techo sin cubierta vegetal	T° de Techo con cubierta Vegetal
07:00 a. m.	21.2	21.3
08:00 a. m.	23.6	23.4
09:00 a. m.	25	24.8
10:00 a. m.	27.5	26.9
11:00 a. m.	29.2	27
12:00 p. m.	30.8	27.4
01:00 p. m.	33.9	27.5
02:00 p. m.	31.1	26.6
03:00 p. m.	29.5	26.3
04:00 p. m.	27.1	25.6
05:00 p. m.	24.7	24.5
06:00 p. m.	22.4	22.6
07:00 p. m.	18	18.3
Promedio de temperatura en el día	26.46	24.78



Temperatura tomada para el día 13 de junio del 2024 en dos tipos de techos

Toma de datos por Horas	T° de Techo sin cubierta vegetal	T° de Techo con cubierta Vegetal
07:00 a. m.	19.5	19.2
08:00 a. m.	20.8	20.2
09:00 a. m.	23.7	22.7
10:00 a. m.	26.5	24.4
11:00 a. m.	27	25.6
12:00 p. m.	30	28.2
01:00 p. m.	30.9	28.3
02:00 p. m.	30.5	28
03:00 p. m.	28.3	27.6
04:00 p. m.	27.5	27.3
05:00 p. m.	26.3	25.6
06:00 p. m.	23.4	23.9
07:00 p. m.	19.5	20
Promedio de temperatura en el día	25.68	24.69



Temperatura tomada para el día 24 de junio del 2024 en dos tipos de techos

Toma de datos por Horas	T° de Techo sin cubierta vegetal	T° de Techo con cubierta Vegetal
07:00 a. m.	19	17.8
08:00 a. m.	20.3	18.8
09:00 a. m.	24.5	23.4
10:00 a. m.	26.4	25.8
11:00 a. m.	27	26.5
12:00 p. m.	28.1	26.9
01:00 p. m.	30.1	27
02:00 p. m.	29.6	26.8
03:00 p. m.	28.3	26.5
04:00 p. m.	26.5	25.3
05:00 p. m.	25.3	25
06:00 p. m.	23.5	23.1
07:00 p. m.	22.3	22.7
Promedio de temperatura en el día	25.45	24.28



Temperatura tomada para el día 30 de junio del 2024 en dos tipos de techos

Toma de datos por Horas	T° de Techo sin cubierta vegetal	T° de Techo con cubierta Vegetal
07:00 a. m.	15.4	15.5
08:00 a. m.	16	16.5
09:00 a. m.	20.5	20.9
10:00 a. m.	25.3	24.6
11:00 a. m.	26	26.3
12:00 p. m.	27	27.5
01:00 p. m.	28.3	28.1
02:00 p. m.	27.6	27.3
03:00 p. m.	26.3	26.4
04:00 p. m.	25.3	25.9
05:00 p. m.	24.7	24.6
06:00 p. m.	18.9	19.5
07:00 p. m.	18.6	18.9
Promedio de temperatura en el día	23.07	23.23



Temperatura tomada para el día 1 de diciembre del 2024 en dos tipos de techos

Toma de datos por Horas	T° de Techo sin cubierta vegetal	T° de Techo con cubierta Vegetal
07:00 a. m.	25.3	24.5
08:00 a. m.	26.2	25.4
09:00 a. m.	26.8	26
10:00 a. m.	27	26.7
11:00 a. m.	29	27.4
12:00 p. m.	30.2	28.8
01:00 p. m.	30	28.5
02:00 p. m.	29.4	28.1
03:00 p. m.	28.5	27.4
04:00 p. m.	27.5	27
05:00 p. m.	27	26.5
06:00 p. m.	26.3	26.1
07:00 p. m.	25.9	25
Promedio de temperatura en el día	27.62	26.72



Temperatura tomada para el día 16 de diciembre del 2024 en dos tipos de techos

Toma de datos por Horas	T° de Techo sin cubierta vegetal	T° de Techo con cubierta Vegetal
07:00 a. m.	26.4	23.2
08:00 a. m.	26.5	25.4
09:00 a. m.	27.1	26.5
10:00 a. m.	27.4	27
11:00 a. m.	30.9	29.8
12:00 p. m.	35.4	32.1
01:00 p. m.	39.6	38.2
02:00 p. m.	37	35.8
03:00 p. m.	34.7	32.4
04:00 p. m.	32.4	30.1
05:00 p. m.	30	28.9
06:00 p. m.	29.8	28.4
07:00 p. m.	29.4	28.1
Promedio de temperatura en el día	31.28	29.68

Temperatura tomada para el día 20 de diciembre del 2024 en dos tipos de techos

Toma de datos por Horas	T° de Techo sin cubierta vegetal	T° de Techo con cubierta Vegetal
07:00 a. m.	27.4	26.4
08:00 a. m.	30.4	28
09:00 a. m.	32.5	31.2
10:00 a. m.	38	42
11:00 a. m.	42	43.7
12:00 p. m.	46.4	45.3
01:00 p. m.	44.5	43.1
02:00 p. m.	40.1	39.5
03:00 p. m.	38.4	36.2
04:00 p. m.	35.2	33.8
05:00 p. m.	30.2	29.1
06:00 p. m.	28.4	27.4
07:00 p. m.	27.1	26.3
Promedio de temperatura en el día	35.43	34.77

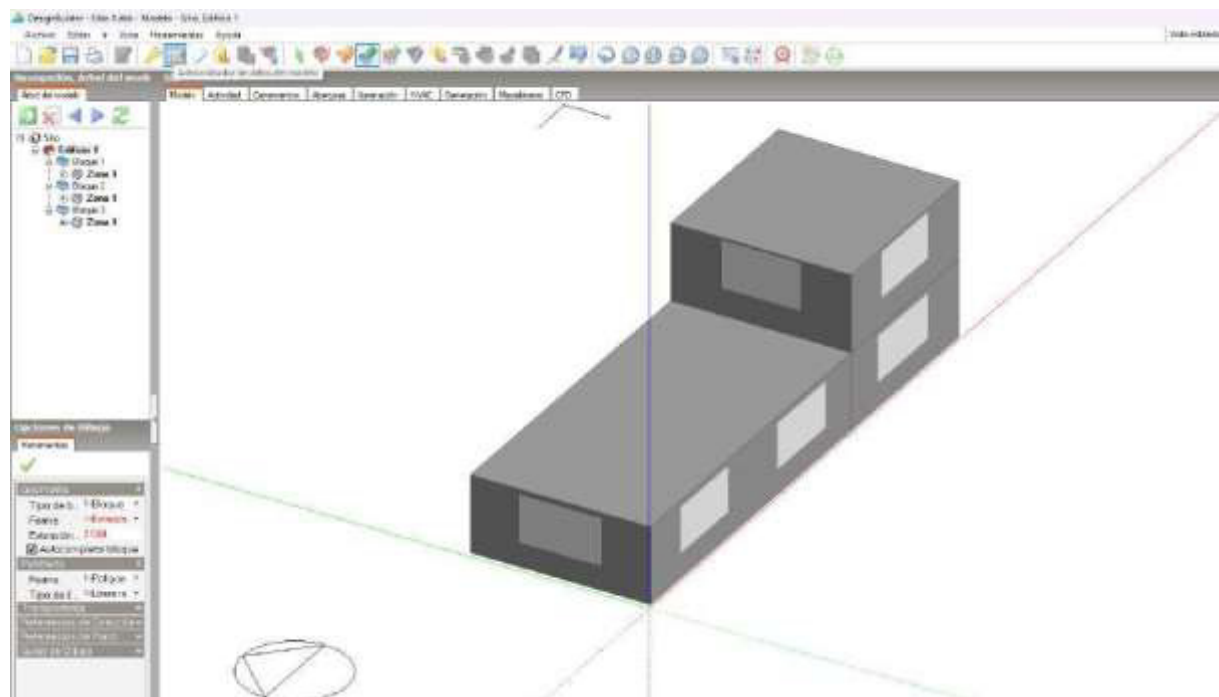
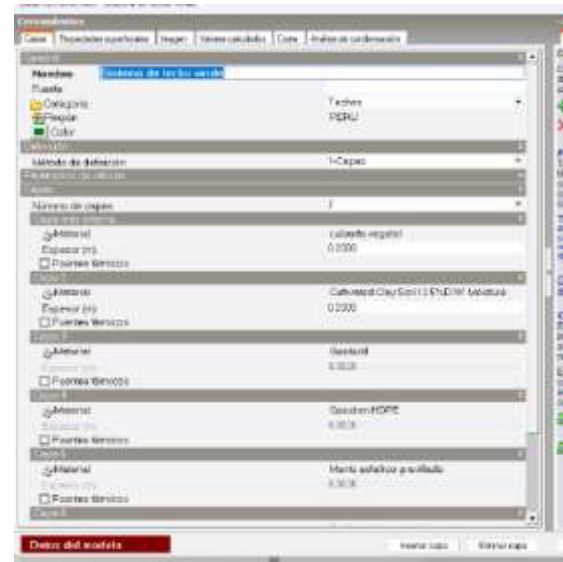
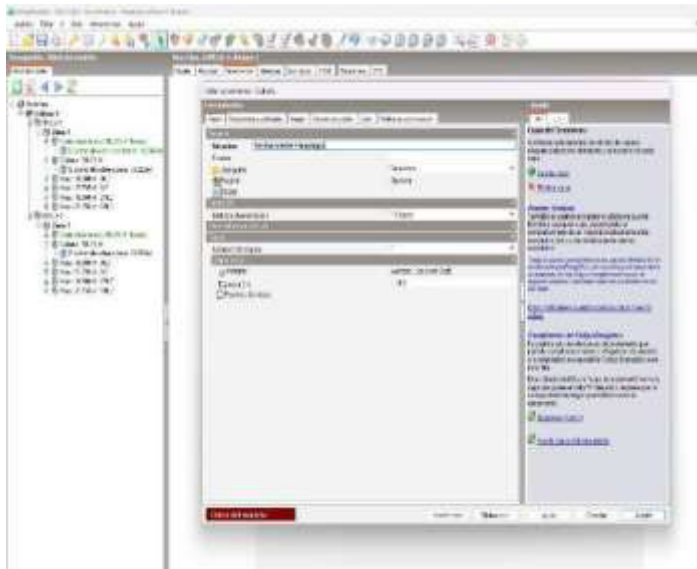


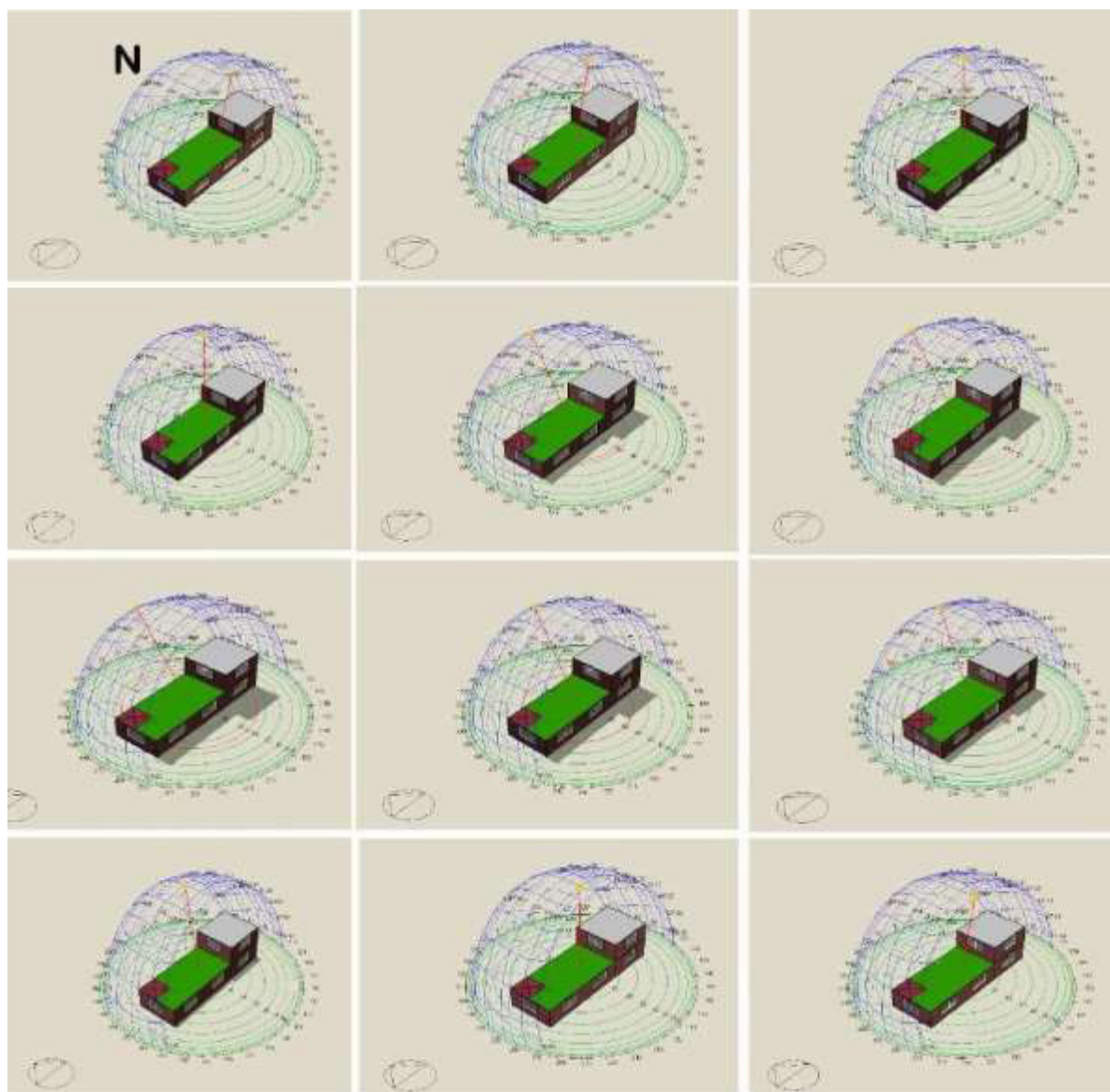
Temperatura tomada para el día 28 de diciembre del 2024 en dos tipos de techos

Toma de datos por Horas	T° de Techo sin cubierta vegetal	T° de Techo con cubierta Vegetal
07:00 a. m.	29.5	28
08:00 a. m.	30.5	28.5
09:00 a. m.	34.1	32.1
10:00 a. m.	39.4	37.5
11:00 a. m.	43.2	40.1
12:00 p. m.	46.6	42.8
01:00 p. m.	40.9	39.5
02:00 p. m.	36.3	34.2
03:00 p. m.	32.4	30.2
04:00 p. m.	30.5	28.7
05:00 p. m.	29.8	28.3
06:00 p. m.	28.6	27.9
07:00 p. m.	28.3	27.1
Promedio de temperatura en el día	34.62	32.68



Anexo K: Diseño de techo verde en el Software Design Builder



Anexo L: Orientación solar por meses Año 2024

Anexo M: Costo de materiales

COSTO DE MATERIAL AL MOMENTO DE INSTALAR

Materiales	Unidad De Medida	Cantidad	Precio Unitario	Total		
Manto asfáltico Gravillado						
Semillas de hortalizas	unid	10	S/	0.16	S/	1.60
Mesa de cultivo	m2	1	S/	35.00	S/	35.00
Manto asfáltico gravillado	m2	1	S/	20.00	S/	20.00
Capa drenante	m2	0.72	S/	20.00	S/	14.40
Geotextil	m2	0.72	S/	20.00	S/	14.40
Sustrato preparado con abono	saco	2	S/	10.00	S/	20.00
Agua y riego	glb	3	S/	1.00	S/	3.00
TOTAL				S/		108.40

	Material renovable
	Material Permanente

COSTO DE MATERIAL AL MOMENTO DE INSTALAR

Materiales		Cantidad	Precio Unitario	Total		
Manto asfáltico Gravillado	m2	13	S/	30.00	S/	390.00
Capa drenante geonet	m2	6.744	S/	30.00	S/	202.32
Geotextil No tejido	m2	6.744	S/	25.00	S/	168.60
Sustrato preparado con abono 20kg	sacos	2.0232	S/	10.00	S/	20.23
Nispero	unid	5	S/	20.00	S/	100.00
Pitahaya	unid	5	S/	20.00	S/	100.00
Granado	unid	5	S/	20.00	S/	100.00
Limón	unid	5	S/	20.00	S/	100.00
Agua y riego	glb	1	S/	3.00	S/	3.00
TOTAL				S/		1,184.15