Universidad Nacional Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MANUAL PARA OPTIMIZAR LA CULTURA DE AZOTEAS VERDES EN LIMA METROPOLITANA

Línea de investigación:

Biodiversidad, ecología y conservación

Tesis para optar el Grado Académico de Maestro en Gestión Ambiental

Autor:

Ibañez Olivares, Walter Pepe

Asesor:

Jave Nakayo, Jorge Leonardo

(ORCID: 0000-0003-3536-881X)

Jurado:

Zambrano Cabanillas, Abel Walter

Zamora Talaverano, Noe Sabino

Vales Carrillo, Jorge Alberto

Lima – Perú

2022

Dedicatoria

A Dios por dirigir mi vida por el camino del conocimiento y la verdad, a mis padres que están en el cielo, quienes además de darme la vida, la enriquecieron con principios y valores, y a mi familia, por ser la fuente de mi inspiración.

Walter Ibáñez

Agradecimientos

Primeramente, agradezco a Dios, creador del universo, por darme la oportunidad de culminar esta investigación para alcanzar la distinción de Maestro en Gestión Ambiental de la Universidad Nacional Federico Villarreal, que en cierta manera lo tenía postergada desde hace muchos años, debido a las diversas responsabilidades que uno tiene con los hijos y la familia, al cumplir el rol de padre y por el tiempo que dedique a miles de jóvenes del Perú y del extranjero, a quienes les entregue un poquito de mí, en mis libros y mis ponencias.

A mi extrañado y querido sobrino quien en vida fue el Biólogo Víctor Noé Medina Ibañez, quien se encuentra gozando de la vida eterna, en el cielo junto a sus abuelitos Isidro Ibañez y Maximina Olivarez; porque él fue quien sembró en mí la semilla del conocimiento en las ciencias ambientales y el respeto a la naturaleza. Mucho recuerdo un día del mes de febrero de 2004, en que los dos meditamos junto a una laguna, de un lugar denominado Tauli, a 4,200 msnm., ubicado en la Provincia y Región Pasco; fue ahí donde considere por primera vez a la Tierra como un ser vivo y que ella necesitaba que sus habitantes no la maltraten, que la respeten, que la protejan y que la cuiden; luz que cambio totalmente mi vida, para hoy convertirme en un defensor de nuestro único hogar el "Planeta Tierra".

A la prestigiosa Universidad Nacional Federico Villarreal de Lima – Perú, quien me amplio los conocimientos en las ciencias ambientales, aclarándome cada vez más la luz que llevaba en mi alma desde que me forme en el vientre de mi madre.

A todos mis maestros y compañeros de estudios de la Promoción Víctor Noé Medina Ibañez 2006, con quienes participamos en las clases día a día, hermanándonos y apoyándonos siempre con la única finalidad de ahondar los conocimientos y concluir la Maestría en Gestión Ambiental.

Por todo ello, pongo a vuestra disposición el trabajo de investigación: Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana, a fin de que sirva como una contribución a la población limeña.

Índice

Dedicatoria ii

Agradecimientos iii

Índice v

Índice de figuras x

Resumen xvi

Abstract xvii

I. Introducción 1

1.1. Planteamiento del problema 6

1.2. Descripción del problema 6

1.3. Formulación del problema 9

- Problema general 9

- Problemas específicos 9

1.4. Antecedentes 10

1.5. Justificación de la investigación 16

1.6. Limitaciones de la investigación 18

-Objetivo general 18

-Objetivos específicos 18

1.8. Hipótesis 19

1.8.1. Hipótesis general 19

1.8.2. Hipótesis específicas 19

II. Marco teórico **20**

2.1. Marco conceptual **20**

2.2. Marco referencial **29**

2.2.1. Techo Verde 29

2.2.2. Sustratos en los Cultivos de Azoteas 30

2.2.3. Cultivo de Hortalizas y Frutas en azoteas 35

2.2.4. Cultivo de Plantas medicinales y aromáticas en azoteas 35

2.2.5. Contaminación Ambiental 36

2.2.6. Contaminación del Aire 37

2.2.7. Isla de Calor 37

2.2.8. Calentamiento global 38

2.2.9. Cambio climático 38

2.3. Marco legal **39**

2.3.1. Internacional 39

2.3.2. Asociaciones Internacionales 53

III. Método **59**

3.1. Tipo de investigación **59**

3.2. Población y muestra **59**

3.2.1. Población 59

3.2.2. Muestra 60

3.3. Operacionalización de las variables **60**

3.4. Instrumentos **61**

3.5. Procedimientos **65**

3.6. Análisis de datos **66**

IV. Resultados **68**

4.1. Análisis e interpretación **68**

4.2. De la información científica **89**

4.2.1. Las Azoteas Verdes como aporte en la educación 89

4.2.2. Azoteas Verdes como aporte a la salud 92

4.2.3. Azoteas Verdes como aporte en la alimentación 93

4.2.4. Azoteas Verdes como aporte a la economía familiar 94

4.2.5. Las Azoteas Verdes mejoran la Calidad de Aire 98

4.2.6. Las Azoteas Verdes contrarrestan la Isla de Calor 106

4.3. Manual de azoteas verdes **116**

V. Discusión de resultados **234**

VI. Conclusiones **236**

VII. Recomendaciones **237**

VIII. Referencias **238**

IX. Anexos **242**

Anexo A. Matriz de consistencia **242**

Índice de tablas

Tabla 1 Índice de áreas verdes por habitantes por cada distrito de Lima Metropolitana.....1

Tabla 2 Las Diez Ciudades más contaminadas de Latinoamérica.....8

Tabla 3 Variable independiente.....60

Tabla 4 Variable dependiente.....61

Tabla 5 Encuestados por sexo.....69

Tabla 6 Encuestados por estado civil.....70

Tabla 7 Encuestados por el número de hijos.....71

Tabla 8 Encuestados por edad.....72

Tabla 9 Encuestados por grado de instrucción.....73

Tabla 10 Consideran que las azoteas deben ser cultivadas, en vez de tenerlas en desuso.....74

Tabla 11 Les gustaría tener en su casa una azotea verde y cultivar plantas alimenticias.....75

Tabla 12 Les gustaría contar con un manual para implementar una azotea verde.....76

Tabla 13 Les gustaría toda la superficie de su azotea convertirla en una azotea verde.....77

Tabla 14 Les gustaría cultivar plantas de hortalizas y frutas en su azotea verde.....78

Tabla 15 Considera utilizar las técnicas de cultivo en su azotea verde.....79

Tabla 16 Considera que el cultivo de azoteas verdes será un aporte en el aspecto social.....80

Tabla 17 Considera que las azoteas verdes será un aporte en el aspecto económico.....81

Tabla 18 Considera que las azoteas verdes será un aporte en el aspecto ambiental.....82

Tabla 19 El diseño e implementación de un manual de azoteas verdes es buen aporte.....83

Tabla 20 Un manual optimizaría la cultura de azoteas verdes a Lima Metropolitana.....84

Tabla 21 Hipótesis general.....85

Tabla 22 Hipótesis especifica 1.....86

Tabla 23 Hipótesis especifica 2 87

Tabla 24 Hipótesis especifica 3 88

Tabla 25 Parámetros por cada tipo de Vegetación.....157

Tabla 26 Pesos unitarios de las losas armadas unidireccionales.....163

Tabla 27 Diseño por tipo de Vegetación.....164

Tabla 29 Plantas que se pueden cultivar por cada estación del año.....173

Tabla 30 Costos Unitarios de los Recipientes de Cultivo.....192

Tabla 31 Peso de Cubierta Vegetal usada (Eco Amigable). 199

Tabla 32 Peso de la Cubierta Vegetal Eco Amigable 223

Tabla 33 Peso de la Cubierta Vegetal Sostenible 225

Tabla 34 Ingreso Económico de mi Azotea Verde Primera cosecha.....228

Tabla 35 Ingreso Económico en futuros cultivos de mi Azotea Verde 230

Índice de figuras

Figura 1 Los edificios vecinos a mi casa. Se aprecia la inexistencia de áreas verdes 3

Figura 2 Lima Perú en el puesto 22 de ciudad más contaminada.....7

Figura 3 La contaminación del aire provocada por la emisión de partículas y gases.....37

Figura 4 Isla de Calor generada por la concentración de la población en las ciudades.....38

Figura 5 Categorías de sistemas de naturación por carga 42

Figura 6 Parámetros para cada tipo de sistema de naturación 43

Figura 7 Componentes básicos de un sistema de naturación multicapa. 43

Figura 8 Componentes básicos de un sistema de naturación modular.....44

Figura 9 Impermeabilización con membrana prefabricada asfáltica. 45

Figura 10 Impermeabilización con membrana prefabricada asfáltica. 45

Figura 11 Impermeabilización con láminas de PVC, propileno-etileno o similares 46

Figura 12 Impermeabilización por debajo del nivel del sustrato o de altura < 10 cm. 46

Figura 13 Impermeabilización en perfiles y elementos emergentes intermedios. 47

Figura 14 Impermeabilización con láminas de PVC, propileno-etileno o similares. 47

Figura 15 Impermeabilización y refuerzos en puntos con tubos y conductos. 48

Figura 16 Impermeabilización y refuerzos en puntos de encuentro con bajadas de agua. 48

Figura 17 Esquema de fijación de membrana asfáltica a pretiles, muretes y similares. 49

Figura 18 Esquema de fijación de láminas de PVC, propileno-etileno o similares. 50

Figura 19 Encuestados por sexo 69

Figura 20 Encuestados por estado civil 70

Figura 21 Encuestados por el número de hijos 71

Figura 22 Encuestados por edad 72

Figura 23 Encuestados por grado de instrucción 73

Figura 24 Consideran que las azoteas deben ser cultivadas, en vez de tenerlas en desuso 74

Figura 25 Les gustaría tener en su casa una azotea verde y cultivar plantas alimenticias.....75

Figura 26 Les gustaría contar con un manual para implementar una azotea verde 76

Figura 27 Les gustaría toda la superficie de su azotea convertirla en una azotea verde.....77

Figura 28 Les gustaría cultivar plantas de hortalizas y frutas en su azotea verde 78

Figura 29 Considera utilizar las técnicas de cultivo en su azotea verde.....79

Figura 30 Considera que el cultivo de azoteas verdes será un aporte al aspecto social 80

Figura 31 Considera que las azoteas verdes será un aporte en el aspecto económico.....81

Figura 32 Considera que las azoteas verdes será un aporte en el aspecto ambiental.....82

Figura 33 El diseño e implementación de un manual de azoteas verdes es buen aporte.....83

Figura 34 Un manual optimizaría la cultura de azoteas verdes a Lima Metropolitana 84

Figura 35 La nota de educación del Perú se aproxima a 05, sobre una base de 20. 90

Figura 36 Presentando mis libros en la Feria Internacional del Libro de Lima.....91

Figura 37 Contribución económica de los techos verdes.....95

Figura 38 Contribución económica de los techos verdes.....96

Figura 39 Crecimiento del mercado global de alimentos ecológicos 1999-2007.....97

Figura 40 Exportaciones peruanas de Productos orgánicos 1999-2009 98

Figura 41 Proceso de Fotosíntesis 99

Figura 42 Valores modulares de C e incremento de CO2 en Tomate y Pimiento.....100

Figura 43 Valores modulares de C e incremento de CO2 en Sandía y Melón 101

Figura 44 Valores modulares de C y CO2 en Lechuga Cogollo y Romana 102

Figura 45 Valores modulares de C y CO2 en Bróculi Pathenon y Bróculi Naxoz.....102

Figura 46 Valores modulares de carbono y CO2 en Coliflor y Alcachofa.....103

Figura 47 Carbono y fijación de CO2 de las Citoria ternatea y Pentalinon luteum.....104

Figura 48 Escenarios de captación de CO2 105

Figura 49 Sistema Modular usado en el experimento.....107
Figura 50 Distribución de las unidades de Modulo usado en el experimento 107
Figura 51 Toma de temperaturas con un termómetro de laboratorio marca Brannan. 108
Figura 52 Temperaturas por módulo en tempoada cálido-húmeda (junio- octubre). 108
Figura 53 Temperaturas por módulo temporada fría- húmeda (noviembre- diciembre). 109
Figura 54 Temperaturas por módulo en temporada fría- seca (enero- marzo). 109
Figura 55 Diseño y dimensiones de la celda para la cubierta vegetal. 110
Figura 56 Propuesta de los componentes para la cubierta vegetal en celdas.....111
Figura 57 Registro, almacenamiento y procesamiento de datos de la estación. 111
Figura 58 Cuadro de las Temperaturas y Humedad Relativa obtenidos el 04/08/2015.....112
Figura 59 Cuadro de las Temperaturas y Humedad Relativa obtenidos el 10/12/2015.....113
Figura 60 Información de Temperatura en el segundo nivel durante el día 13 de junio 114
Figura 61 Temperatura interior del segundo nivel.....115
Figura 62 Caratula del Manual de Azoteas Verdes - LIMA VERDE.....116
Figura 63 Azotea verde.....137
Figura 64 Mesas de cultivo.....139
Figura 65 Jardineras.....140
Figura 66 Jardines verticales.....141
Figura 67 Maceta Colgante.....142
Figura 68 Cubierta Vegetal.....143
Figura 69 Las cubiertas vegetales pueden ocupar cualquier tipo de superficie.....144
Figura 70 Cubierta Vegetal de una Azotea Verde. Cultivo de Hortalizas.....145
Figura 71 Capas que integran la cubierta vegetal de diseño convencional.....146
Figura 72 Instalando la Capa de vegetación en una Cubierta Vegetal. 147
Figura 73 Colocando la Capa de sustrato de una Cubierta Vegetal.....148

Figura 74 Capa filtrante encima de la capa drenante 149
Figura 75 Capa drenante 150
Figura 76 Instalación de la membrana anti-raíz impermeabilizante 151
Figura 77 Lana de vidrio un aislante térmico 152
Figura 78 Soporte estructural de una cubierta vegetal. 153
Figura 79 Cubierta Vegetal Extensiva 154
Figura 80 Cubierta Vegetal Semi - Intensiva 155
Figura 81 Cubierta Vegetal Intensiva 156
Figura 82 Detalle General de Losa Aligerada 161
Figura 83 Detalle General de Losa Maciza (Vista en corte) 161
Figura 84 Detalle General de Losa Nervada (Vista en Corte) 162
Figura 85 Detalle del drenaje de la mesa de cultivo 168
Figura 86 Detalle del drenaje de la mesa de cultivo (Vista en Corte) 168
Figura 87 Detalle del drenaje de una maceta (Vista en Corte) 169
Figura 88 Detalle del drenaje de una jardinera (Vista en Corte) 170
Figura 89 Drenaje en Cubiertas Vegetales 171
Figura 90 Porcentajes de desagüe de agua pluvial en las cubiertas vegetales 171
Figura 91 Drenaje de un jardín vertical 172
Figura 92 Plantita de tomate después de ocho días de sembrado. 175
Figura 93 Procedimiento para el cultivo del camote. 176
Figura 94 Las plantas de camote lo trasplantamos en el sustrato. 176
Figura 95 Producción y cosecha de camote. 177
Figura 96 Sembrando en macetas papas con brotes que se iban a botar a la basura. 177
Figura 97 Hermosas plantas de papa cultivadas en macetas 178
Figura 98 Germinación de la Haba. 179

Figura 99 Proceso de injerto de dos plantas.....183
Figura 100 Medio de crecimiento de las plantas en sustrato 187
Figura 101 Cultivo de las plantas en agua (hidropónico) 187
Figura 102 Cultivo de las plantas en aire (aeropónico) 188
Figura 103 Baranda de Protección.....191
Figura 104 Distrito de Jesús María, donde se implementó el Manual.....194
Figura 105 Se implementó en mi vivienda de Cayetano Heredia 150 Jesús María.....194
Figura 106 1ra nivel que soporta la instalación de la azotea verde. 195
Figura 107 Vista en 3D de la vivienda con azotea verde.....195
Figura 108 2do nivel donde se instala la azotea verde.....196
Figura 109 Vista en 3D del 2do nivel con la azotea verde. 196
Figura 110 Vista en 3D del 3er nivel con la azotea verde. 197
Figura 111 Planta de la Losa en estudio 198
Figura 112 Aplicación el Transformador de Oxido Chema.....207
Figura 113 Maíz morado cultivado en Jardineras.....208
Figura 114 Cultivo de Uva en Macetas en mi Azotea Verde 208
Figura 115 Azotea frente a mi dormitorio, antes de instalar la Cubierta Vegetal. 209
Figura 116 Cubierta Vegetal instalada frente de mi dormitorio. 210
Figura 117 Tomates Cherry en Macetas colgantes.....211
Figura 118 Sistema de Dren Francés, utilizado en mi azotea verde. 212
Figura 119 Cultivo de la Haba.....214
Figura 120 Cosechando Rabanitos.....215
Figura 121 Cosechando Aguaymanto.....215
Figura 122 Cosechando uva quebranta.....216
Figura 123 Cosechando Tomates Cherry.....216

Figura 124 Platillo Tomates Cherry a la Campesina 217

Figura 125 El sistema de riego usado es el manual con manguera y rociador. 218

Figura 126 Gusanos que atacan a las hojas del Maracuyá. 218

Figura 127 Capas que integran la cubierta vegetal de diseño eco amigable.....222

Figura 128 Capas que integran la cubierta vegetal de diseño sostenible.....224

Figura 129 Precio de Aguaymanto en el mercado. 229

Figura 130 Precios de Tomates Cherry en el mercado. 229

Figura 131 Precio de la Pitajaya por unidad es de 15 soles. 231

Figura 132 Precio de una botella conteniendo 25 gotas del látex de Planta de la Vida.....232

Figura 133 Precios de la Moringa en el mercado. 233

Resumen

La presente investigación, tiene como **objetivo** diseñar un manual que sirva a los ciudadanos de Lima Metropolitana para optimizar la cultura del cultivo de sus azoteas, convirtiéndolas en verdes, para implementarlo se ha utilizado una azotea piloto en la zona de Jesús María – Lima, **Método:** fue diseñada e implementada en la azotea de mi domicilio ubicado en la Av. Cayetano Heredia 150 Jesús María - Lima, aplicándose en un área de 60 m^2, se cultivó varios productos del pan llevar en diversos tipos de infraestructura, para lo cual se tomó en cuenta la profundidad de las raíces de las plantas a cultivar, el sustrato a utilizar, la orientación de las plantas respecto a la luz solar, las temporadas de siembra de los diversos productos a sembrar, los sistemas de riego y drenaje, el mantenimiento y el control de plagas; obteniendo **resultados** formidables, una buena producción; comprobando de esta forma lo que afirma la FAO (La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) al decirnos que: los huertos urbanos pueden ser mucho más productivos y ecológicos que la agricultura tradicional; en un metro cuadrado de cultivo, podemos llegar a producir hasta 20 Kg de comida al año. Y, es más, demostrar que, implementar una azotea verde además de ser una actividad sencilla, se convertirá en una experiencia muy gratificante.

Palabras claves: azotea verde, huertos urbanos, cultivo, infraestructura, manual y productos orgánicos

Abstract

The present research aims to design a manual that serves the citizens of Metropolitan Lima to optimize the culture of the cultivation of their roofs, turning them into green, to implement it a pilot roof has been used in the area of Jesús María - Lima, with the purpose of proposing and promoting its application in any house located in the different districts of Metropolitan Lima; For which the information from various research works was used, where they show that thanks to the increase in green areas and the nature of the ceilings or walls there is a significant reduction in environmental pollution, in the heat island and also in the poverty, serving as the basis of a healthy, ecological diet and as a source of income for the home, given the enormous demand in the market for organic products. This research was designed and implemented on the roof of my home located at Av. Cayetano Heredia 150 Jesús María - Lima, applied in an area of 60 m2, several bread products were grown in various types of infrastructure, for which took into account the depth of the roots of the plants to be cultivated, the substrate to be used, the orientation of the plants with respect to sunlight, the sowing seasons of the various products to be sown, the irrigation and drainage systems, the maintenance and pest control; obtaining formidable results, a good production; thus verifying what the FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) affirms when telling us that: urban gardens can be much more productive and ecological than traditional agriculture; In one square meter of cultivation, we can produce up to 20 kg of food per year. And, what's more, show that implementing a green roof, in addition to being a simple activity, will become a very rewarding experience.

Key words: green roof, urban gardens, cultivation, infrastructure, manual and organic products

I. Introducción

Tener una Azotea Verde, no es solamente mejorar el confort de una vivienda o ver en conjunto desde el espacio una ciudad urbana verde, bonita y con mucha vida; sino más bien es contrarrestar a los problemas que aqueja nuestro planeta tierra por la Contaminación Ambiental, ya que el mercantilismo del mundo no viene tomando en serio este gran problema universal, más bien trata de sacarle provecho al máximo de las áreas de terreno para sembrar edificios de concreto por doquier, sin cumplir lo que establece la Organización Mundial de la Salud (OMS) de 9 m^2 de área verde por cada ciudadano; generando el problema de contaminación, que hoy en día es el común denominador de todas las ciudades del mundo y que al final se convierte en una amenaza para el planeta, por su contribución con el calentamiento global.

Tabla 1

Índice de áreas verdes por habitantes por cada distrito de Lima Metropolitana

Distritos	Población 2007	Áreas verdes (m2)	m2 área verde/hab.
SAN LUIS	54,634	1,137,433	20.8
PUNTA HERMOSA	5,762	98,683	17.1
SAN ISIDRO	58,056	965,789	16.6
MIRAFLORES	85,065	1,107,163	13.0
SAN BORJA	105,076	1,331,341	12.7
LA MOLINA	132,498	1,406,288	10.6
SANBARTOLO	6,412	60,819	9.5
JESUS MARÍA	66,171	604,378	9.1
SAN MIGUEL	129,107	760,144	5.9
PUNTA NEGRA	5,284	26,174	5.0
SANTA ROSA	10,903	51,213	4.7
SANTIAGO DE SURCO	289,597	1,315,615	4.5
LOS OLIVOS	318,140	1,330,493	4.2
MAGDALENA VIEJA	74,164	301,817	4.1
SAN MARTÍN DE PORRRES	579,561	2,131,877	3.7
SURQUILLO	89,283	327,800	3.7

LIMA	299,493	906,080	3.0
SANTA ANITA	184,614	532,000	2.9
LINCE	55,242	154,248	2.8
ATE	478,278	1,318,270	2.8
CHORRILLOS	286,977	762,255	2.7
MAGDALENA DEL MAR	50,764	134,157	2.6
LA VICTORIA	192,724	506,564	2.6
BARRANCO	33,903	80,698	2.4
COMAS	486,977	1,018,068	2.1
ANCÓN	33,367	65,000	1.9
CARABAYLLO	213,386	413,806	1.9
EL AGUSTINO	180,262	340,120	1.9
VILLA EL SALVADOR	381,790	679,225	1.8
CHACLACAYO	41,110	64,610	1.6
INDEPENDENCIA	207,647	313,613	1.5
PUCUSANA	10,633	12,884	1.2
RÍMAC	176,169	202,023	1.1
PACHACÁMAC	68,441	76,426	1.1
SAN JUAN DE MIRAFLORES	362,642	384,386	1.1
LURIGANCHO	169,359	171,689	1.0
PUENTE PIEDRA	233,602	193,552	0.8
LURÍN	62,940	36,241	0.6
VILLA MARÍA DEL TRIUNFO	378,470	176,300	0.5
BREÑA	81,909	32,025	0.4
SAN JUAN DE LURIGANCHO	898,443	243,607	0.3
CINEGUILLA	26,725	6,400	0.2
TOTAL	**7,605,580**	**21,781,274**	**2.9**

Fuente: Wiley Ludeña Urquio Municipalidad Metropolitana de Lima, 2012.

Figura 1

Los edificios vecinos a mi casa. Se aprecia la inexistencia de áreas verdes

Fuente: Propia

En Lima Metropolitana, capital de Perú, tenemos en primer lugar la contaminación proveniente del parque automotor, las fábricas y las empresas generadoras de energía; en segundo lugar el efecto de la isla de calor ocasionado por la concentración de personas y actividades urbanas y en tercer lugar el incremento de la pobreza generado por la falta de empleo; puntos de partida, que me han logrado incentivar el "Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana", como una contribución a la solución de estos problemas.

Cabe mencionar que visto que nosotros los seres humanos vivimos de una manera muy superflua y monetaria debido a que queremos convertir todo lo que vemos en dinero y por ende terminando nuestros recursos naturales, sin darnos cuenta que estamos cavando nuestra misma propia fosa.

Por otro lado, los medios de comunicación de hoy en día, no nos ayudan en nada para mejorar nuestra calidad de vida, solamente se preocupan de contaminar nuestras mentes con programas televisivos, radiales y escritos, muy pero muy nocivos y si el gobierno nos incita a leer, además de ser escasas las librerías, en las ferias de libros solamente se encuentran poemarios, historietas o escritos de autores que nada pueden contribuir con la ciencia que es

la base para el desarrollo humano. Es por ello que se ha diseñado este manual, que servirá como una herramienta, para mejorar la cultura de los ciudadanos limeños y poner en práctica el cultivo de las azoteas, convirtiéndolas en verdes, en vez de tener áreas llenas de basura y chatarra.

Muchas tesis y bibliografías, citan como un modelo precursor de las Azoteas Verdes a los "Jardines Colgantes de Babilonia", los mismos que se remontan a los siglos VII y VIII a.c. y que fueron construidos por orden del rey Nabucodonosor II, como muestra de amor hacia su esposa Amytis, para recordarle a las montañas de su tierra; al respecto me atrevo en decir que este fue un acto superfluo de esa época en que la naturaleza le ofrecía todo y no era una necesidad como lo que ocurre hoy el día "luchar contra la contaminación ambiental, el calentamiento global y la pobreza"

Por otro lado, también tenemos al arquitecto suizo nacionalizado francés Charles Édouard Jeanneret Grisb, quien fue el primero en incluir el concepto de azotea verde en Europa Occidental en 1920, dándole naturación a las azoteas de los edificios y por lo tanto incrementado el costo de las viviendas para sus clientes, que en definitiva eran de con alto poder adquisitivo.

La naturación a las azoteas o azoteas verdes, fue mejorando al incorporar vegetación especialmente adaptada a las condiciones físicas y climáticas del sitio que se instala, creando de esta forma una superficie vegetal inducida, para contrarrestar los efectos negativos de la pérdida de áreas verdes, reducir el efecto isla de calor y mejorar la calidad del aire en las zonas urbanas. Este sistema rebroto en Alemania en los años 60s y se difundió posteriormente a lo largo de toda Europa; de tal manera que hoy en día, en muchas ciudades alemanas se ofrecen incentivos a los ciudadanos que instalan azoteas verdes en sus viviendas; sistema que ha venido desarrollándose en los países europeos de Inglaterra, Suiza, Suecia, Holanda y Hungría, cabe mencionar que estos son países muy respetados, porque en ellos la

educación es lo primero; es más en estos países ya asociaciones para fomentar la instalación de azoteas verdes.

El único problema de estos países, es que, como ellos no gozan de buen clima, las plantas que las adaptan a las Azoteas Verdes, mayormente son gramíneas u otro tipo de plantas ornamentales. En cambio, en el Perú podemos sembrar diversidad de plantas tales como: flores, hortalizas, verduras, plantas medicinales, planta aromática, frutas, etc., las mismas que en cierta forma a la vez que va a contribuir con el medio ambiente, contribuiría también con la economía familiar.

Instalar una azotea verde, es convertir tu techo en un huerto urbano; el mismo que además de luchar contra la contaminación, el efecto de la isla de calor, te ayudara a comer mejor y de forma ecológica, contrarrestando un poco el incremento de la pobreza; según la FAO (La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) los huertos urbanos pueden ser mucho más productivos y ecológicos que la agricultura tradicional, porque en un metro cuadrado de cultivo, se puede llegar a producir hasta 20 Kg de comida al año; es por ello que convertir a nuestra azotea en verde, además de ser un hobby, nos puede proporcionar una buena cantidad de frutas, verduras y hortalizas ecológicas.

Para instalar una azotea verde, tenemos que tener en cuenta muchas cosas, por lo que es probable que existan las siguientes preguntas: ¿qué plantas se pueden cultivar en mi azotea? ¿Qué insumos se requieren para el cultivo? ¿Qué infraestructura se requiere para convertir mi azotea en verde?

Instalar una azotea verde en casa no es complicado, con el presente manual se tendrá en claro todo lo que se necesita y todos los pasos a seguir para montarlo por primera vez, darle su mantenimiento y convertirlo como una base de alimentación sana, ecológica y como

una fuente de ingresos para el hogar. Hacer una azotea verde además de ser una actividad sencilla, se convertirá en una experiencia muy relajante.

1.1. Planteamiento del problema

En Lima Metropolitana, capital de Perú, la contaminación ambiental a consecuencia del parque automotor, las fábricas y las empresas generadoras de energía; sigue en pie debido a que cada día se viene reduciendo el área verde per cápita por el incremento de la siembra de edificios de concreto; no pudiéndose contrarrestar este problema. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera 9 m^2 de área verde por cada ciudadano; lo cual no se viene cumpliendo por los dueños, contratistas y las municipalidades; se aprovechan de este boom de la construcción en Lima, le sacan el provecho al máximo de las áreas de terreno, sin dejar área verde en todos los edificios.

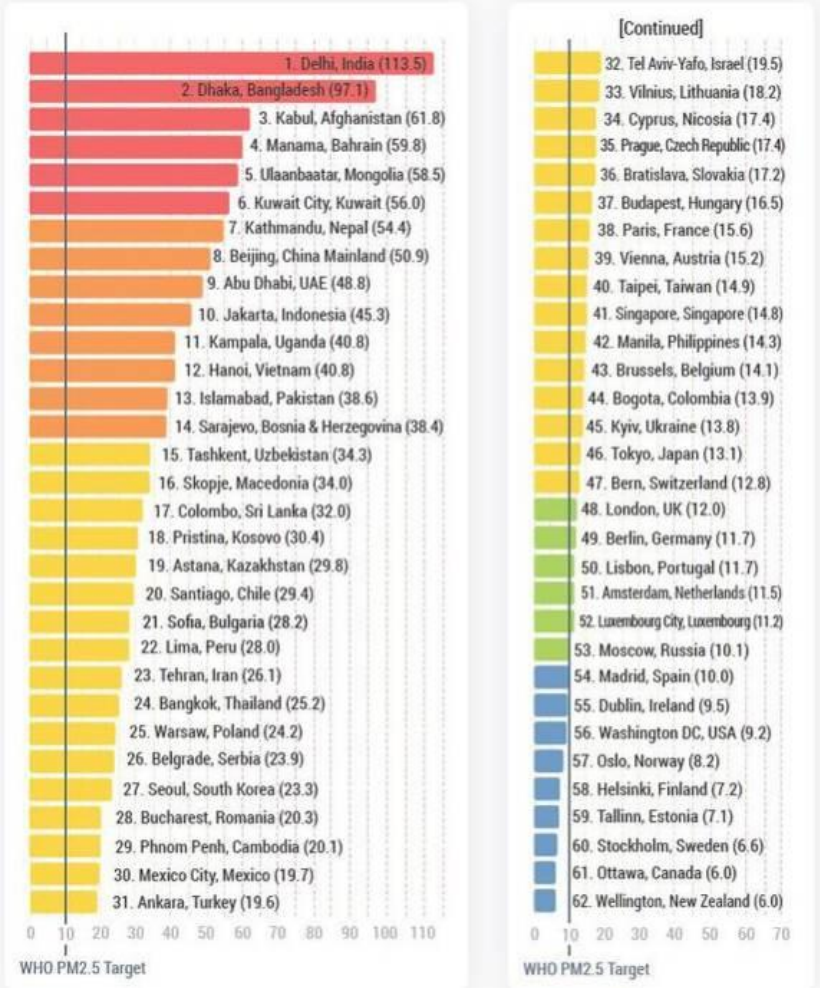
Además de ello tenemos el efecto de la isla de calor ocasionado por la concentración de personas y actividades urbanas; así como también el incremento de la pobreza generado por la falta de empleo.

1.2. Descripción del problema

Según el reporte de World Air Quality (2018), Lima es la octava ciudad más contaminada de Latinoamérica y a nivel mundial con mayor grado de contaminación, ocupa en el puesto 22. Ver Figura 3.

Figura 2

Lima Perú en el puesto 22 de ciudad más contaminada



Fuente: Reporte de World Air Quality (2018)

Por otro lado, la Organización Mundial de la Salud (OMS), después de haber realizado un estudio de la calidad del aire en tres mil ciudades y 103 países del mundo, Lima fue considerada como la segunda capital más contaminada de Latinoamérica; esto se tipifica en el estudio Global Urban Ambient Air Pollution Database (2016).

A continuación, las diez ciudades más contaminadas de Latinoamérica:

Tabla 2

Las Diez Ciudades más contaminadas de Latinoamérica

Puesto	Ciudad	País	Contaminación
Primero	Santa Gertrudes	Brasil	95 u/m3 de PM10
Segundo	Lima	Perú	88 u/m3 de PM10
Tercero	Monterrey	México	86 u/m3 de PM10
Cuarto	La Paz	Bolivia	82 u/m3 de PM10
Quinto	Toluca	México	80 u/m3 de PM10
Sexto	San Salvador	El Salvador	77 u/m3 de PM10
Séptimo	Rancagua y Coyhaique	Chile	75 u/m3 de PM10
Octavo	Santo Domingo y Cubatao	Ecuador y Brasil	69 u/m3 de PM10
Noveno	Andacoyo	Chile	67 u/m3 de PM10
Decimo	Santiago y Padre de las Casas	Chile	67 u/m3 de PM10

Fuente: Estudio Global Urban Ambient Air Pollution Database – OMS (2016).

Los materiales contaminantes como el sulfato, el nitrato y el carbono negro, penetran en los pulmones y el sistema cardiovascular causando grandes problemas respiratorios.

La contaminación de Lima Metropolitana generalmente proveniente del parque automotor, las fábricas y las empresas generadoras de energía; las mismas que no son opacadas por las escasas áreas verdes.

Por otro lado, Lima Metropolitana tiene una superficie de 2.819 km² y una población de 9 millones 752 mil habitantes, quienes vienen sembrando edificios de concreto por doquier, generando el efecto de la isla de calor; problema que hoy en día es el común denominador de todas las ciudades del mundo y que al final se convierte en una amenaza para el planeta, por su contribución con el calentamiento global.

A estos problemas se suma las sucias, desordenadas y contaminadas, azoteas. Áreas que si se sembrarían con adecuadas especies de vegetales, se podría fijar el excedente de CO_2

de la atmósfera, garantizándonos una mejor calidad de aire; logrando también, atenuar un poco el calentamiento global, que cada día más nos agobia.

La siembra de las azoteas, se haría con flores, hortalizas, verduras, plantas medicinales y aromáticas, así como con frutas, de esta manera también se estaría contribuyendo con la economía popular y a la mesa familiar. Partiendo de este punto, este estudio se convertiría en una de las grandes posibilidades sociales, económicas y ambientales para Lima y servirían como modelo para el resto del país y del planeta, generando muchos puestos de trabajo.

Por su parte la educación sería beneficiada, porque los jóvenes serian participes y veedores de estos cultivos locales que harían en sus hogares, tomando conocimiento y complementando con el aprendizaje escolar y de educación superior; porque si bien es cierto los jóvenes profesionales de hoy en día no conocen como es una planta de papa, una planta de camote, de maíz, de tomate o de otros alimentos importantes de la canasta familiar; ni de las plantas medicinales como la manzanilla, el llantén, y otras.

1.3. Formulación del problema

- Problema general

¿De qué manera el diseño e implementación de un manual influye en optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana?

- Problemas específicos

¿De qué manera el diseño e implementación de un manual influye en el aspecto social para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana?

¿Como el diseño e implementación de un manual influye en el aspecto económico para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana?

¿De qué manera el diseño e implementación de un manual influye en el aspecto ambiental para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana?

1.4. Antecedentes

Respecto al tema de la tesis, en el extranjero han adoptado a desarrollar esta tecnología sobre todo los países desarrollados que además de incentivar la investigación respecto al tema, se está apoyando en la construcción de techos y azoteas verdes a través de legislación y financiamiento. En el caso de Perú, el panorama es diferente porque existe muy poca bibliografía; por lo que se está tomando como antecedentes los siguientes trabajos de investigación:

Internacionales

Cortés (2019) realizó la tesis para obtener el grado de Maestra en Ciencias del Ambiente, "Análisis del comportamiento térmico, beneficios y costos, de dos tipos de techos verdes en sistema modular, en Poza Rica, Veracruz" Universidad Veracruzana – México. La investigación tiene por objeto instalar módulos de dos tipos de techos verdes, extensivo y semi intensivo y el módulo testigo a fin de que sean evaluados respecto a los efectos térmico, beneficios y costos, mediante su implementación en módulos y monitoreo durante un año. Los módulos se instalaron sobre un techo de losa de concreto, de una casa-habitación ubicada en la Calle Cruz del Sur no. 7, Colonia Laredo, cuidad de Poza Rica de Hidalgo, Veracruz de Ignacio de la Llave. Los resultados fueron muy favorables respecto al confort térmico, sobre todo en las temporadas fuertes que son las cálidas, los tratamientos con vegetación presentaron disminuciones de hasta más de 4 °C, siendo más notorias en el tratamiento extensivo y en el horario de las 2:00 pm, respecto al testigo.

Mosquera y Solano (2018) realizó la tesis para obtener el título de Ingeniero Ambiental, "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". Universidad Nacional de Colombia. El objetivo del estudio es identificar las características técnicas que deben tener los techos verdes para ser tomados en cuenta como estrategia de compensación urbana y alinear al gobierno, empresas y comunidad en un proceso de sensibilización que permita generar valor en las empresas, cumplir la meta de reducción y lograr involucrar activamente a la comunidad entorno a la medida de compensación y adaptación al cambio climático. Para lo cual los autores implementaron techos verdes con vegetación tipo sedum en una zona ubicada entre las Avenidas Calle 82 y Calle 85 con la Avenida Carrera 11 y Carrera 13 – Zona Rosa – Bogotá. Para realizar la modelación de las emisiones de CO_2 generadas por el flujo vehicular de esta zona se utilizó el software MOVES; de donde obtuvo excelentes resultados la implementación de techos verdes en la zona de estudio, porque el modelamiento demuestra que se logra compensar el 40% de las emisiones liberadas, por los vehículos particulares en un fin de semana.

De Pombo (2017) realizó la tesis para obtener el grado de Magister en Construcción, Universidad Nacional de Colombia. Este proyecto de investigación tuvo como objeto principal evaluar los efectos térmicos que propician las cubiertas verdes mediante una simulación usando el software Ecotect, basada en las condiciones meteorológicas de la ciudad de Cartagena de Indias y la información obtenida por el autor una prueba experimental desarrollada en esta ciudad en el año 2015. Cabe mencionar que este experimento consistió en instalar tres módulos de vivienda a escala piloto con áreas en planta de 1.00 m^2 y una altura de 0.80 m hasta el inicio del techo de una casa entre el 24 y 31 de octubre, dos de las cuales poseían Cubierta Verde (con duranta y verdolada) y la restante cubierta de concreto. Obteniendo resultados muy favorables en relación a confort térmico y al ahorro energético en sus diversos cuartos de la vivienda.

Lucero (2016) realizó la tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencia y Tecnología Ambiental, “Estudio comparativo de recubrimientos para techos y el efecto sobre el confort humano y uso de energía en México”. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. (CIMAV) Programa de Estudios de Posgrado. El objeto del estudio se proyecta a utilizar el software TRNSYS para desarrollar simulaciones cuantitativas del efecto de la Reflectancia Solar (RS), Emisividad Infrarroja (EI) y aislamiento térmico (AT) de la parte exterior del techo de los tres modelos de viviendas, sobre el costo anual de la energía y el porcentaje de horas no confortables que se presentan durante el año. Los resultados obtenidos nos confirman que el uso de aislamiento térmico reduce el efecto de la Reflectancia Solar RS y la Emisividad Infrarroja EI sobre el uso de energía y el confort térmico.

Bolaños (2015) realizó la tesis para obtener el grado de Magister en Gestión Ambiental, “Eco envolventes Arquitectónicos una Tecnología Ambiental Enmarcada en la Gestión Ambiental”. Pontificia Universidad Javeriana – Colombia. Este proyecto de investigación tuvo como objetivo fundamental, formular una propuesta de lineamientos básicos para la implementación de eco envolventes arquitectónicos (EEAR) como herramienta de gestión ambiental urbana, por medio de la cual se da la posibilidad a las ciudades de aumentar su cobertura vegetal a través de estructuras que permiten sembrar la vegetación en techos y paredes de las edificaciones; con la idea de lograr un embellecimiento estético y en ocasiones para mitigar algunos problemas ambientales generados en los sistemas urbanos. Por tratarse de una investigación tipo analítica, el autor para realizar este trabajo tuvo que buscar mucha información relacionada con el tema, de los cuales obtuvo como resultado los lineamientos básicos para la implantación de eco envolventes arquitectónicos como una herramienta de gestión ambiental urbana.

Harper (2013**)** realizó la tesis para obtener el grado de Maestro de Ciencias en Ingeniería Ambiental, “Green Roof Water Quality Impacts and Physicochemical Stability”

Universidad de Ciencia y Tecnología de Missouri – EE UU. El objetivo de esta investigación es evaluar la retención de las aguas de las precipitaciones pluviales en los techos verdes; por otro lado, se evaluó la carga de los nutrientes determinada por la calidad del agua, los impactos fisicoquímicos y la estabilidad de los techos verdes. Obteniendo resultados favorables respecto a la retención de las aguas por el techo verde, debido a que el sustrato de cultivo y las condiciones de plantación reducirán en más de un 60% la escorrentía durante todo el año; así mismo los medios de cultivo y las condiciones de plantación aumentarán concentración de fósforo, nitrógeno, carbono orgánico y sólidos en suspensión en la escorrentía del techo al tiempo que aumenta la turbidez total del agua, y por otro lado el impacto de la erosión eólica en los sistemas de techos verdes por estar relacionados con tipo de medio, plantas y adhesivos, de esto dependerá para reducción de la erosión eólica. Demostrando los beneficios que ocasionaría la implementación de los techos verdes.

Nacionales

Condori (2019) realizó la tesis para obtener el grado de Maestro en Gerencia de Proyectos “Tecnología de Naturación Vertical y su efecto en el Confort Térmico en Edificaciones Comerciales de Lima Cercado”. Universidad Nacional Federico Villarreal. El objetivo principal del trabajo de investigación fue evaluar los efectos que producen la instalación de un muro vertical en Lima. Para lo cual el autor instaló dentro de la edificación comercial Centro Lima”, ubicado en la Av. Bolivia 148, Cercado de Lima, un Jardín Vertical con plantas de *Aptenia Cordifolia* y otro sin vegetación, con la finalidad de registrar la temperatura y humedad en estas dos zonas, mediante la utilización de una mini estación meteorológica Kestrell, para luego compararlas e identificar su variación; obteniendo resultados favorables en el confort térmico, logrando reducir entre 2 a 3 °C de temperatura e incrementar entre un 5 a 6 % de humedad relativa.

Arias (2019) realizó la tesis para obtener el grado de Maestra en Gestión Ambiental "Influencia del Plan de Acción de Escuela Ecológica en la Conciencia Ambiental de los Estudiantes del Instituto de Formación Bancaria IFB CERTUS – Lima". Universidad Nacional Federico Villarreal. El objeto de la investigación fue determinar la influencia de un plan de acción de la escuela ecológica en la conciencia ambiental de los 2,234 estudiantes de la carrera de Administración Bancaria del Instituto de Formación Bancaria IFB CERTUS, para lo cual se tomó la muestra de 92 estudiantes a quienes se les tomo una prueba de entrada y otra de salida de la clase del curso de Ecología, a fin de reconocer sobre el nivel de conocimiento y de desarrollo preventivo en conciencia como práctica de hábitos de cuidado ambiental en los estudiantes del IFB. Los resultados obtenidos, concluyen que el Plan de Acción de Escuela Ecológica en la Conciencia Ambiental, influye favorablemente en 38.6 % en la conciencia ambiental de los estudiantes del Instituto de Formación Bancaria IFB CERTUS – Lima. Plan que se debe de dar a conocer a la sociedad y en especial para implementarse para mejorar la conciencia ambiental en otros estudiantes y de la sociedad en general.

Flores (2018) realizó la tesis para obtener el grado de Doctora en Educación, "Proyecto Educativo Ambiental y su Influencia en las Actitudes Ambientales de los Estudiantes de la IE Nº 138, Distrito de San Juan de Ludigancho – 2017". Universidad Nacional Federico Villarreal. El objetivo fue determinar la influencia del Proyecto Educativo Ambiental Integrado en las actitudes ambientales de los estudiantes de educación secundaria, para lo cual del universo de 617 estudiantes de la Institución Educativa N° 138 "Próceres de la Independencia" del distrito de San Juan de Lurigancho se seleccionó la población integrada por 161 estudiantes de 4to grado, de donde se tomó la muestra de 32 estudiantes, dividiéndose en 2 grupos uno experimental y otro de control, al primero se les dio sesiones de aprendizaje y al segundo no; después se les administro una post prueba idéntica para los dos

grupos, obteniéndose un nivel de significancia de 0.02 (donde p < de 0.05), con lo cual quedó demostrado que con la implementación del proyecto, un alto porcentaje de estudiantes de 4to grado de esta IE, mejoraron significativamente sus actitudes ambientales.

Qwisgaard (2018) realizó la tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial, "Diseño e Implementación de un Modelo de Azotea Verde en un Hogar de la Urbanización Miraflores - Piura". Universidad Cesar Vallejo. El objetivo fue instalar una área verde de 11.87 m2 en la azotea de un hogar, considerando la capacidad de soporte de la estructura, a fin de que no sea perjudicada por la sobrecarga; para lo cual el autor ha realizado los cálculos correspondiente y ciñéndose a la normatividad considera que si es favorable para dicha implementación; la misma que lo desarrolla utilizando los diversos elementos de una azotea verde para luego sembrarlo de Grass Chino y Plantas, el sistema de riego utilizado es por goteo, con su respectivo desagüe. Los resultados son favorables porque mejora la temperatura y la humedad en esta zona calurosa.

Victorio (2017) realizó la tesis para obtener el título de Ingeniera Ambiental, "Valoración Económica y Ambiental de los servicios que ofrecen los Techos Verdes a las Familias de la Urbanización Pinar – Comas, 2017". Universidad Cesar Vallejo. El objetivo fue instalar techos verdes en esta zona de Comas, el experimento fue utilizando el sistema de mesa de cultivo y producir hortalizas las mismas que fueron vendidas obteniendo un ingreso económico de S/ 82.00. A partir de este modelo se desencadena los resultados favorables respecto a los diversos servicios que ofrecen los techos verdes respecto a la contribución económica, contribución ambiental, conservación de los techos, belleza paisajística, calidad de aire y salud.

Condori (2016) realizó la tesis para obtener el título de Ingeniero Ambiental, "Naturación de azotea Aplicando Aptenia Cordifolia y su efecto sobre la Temperatura y Humedad Relativa en un Sistema Piloto" Universidad Nacional Federico Villarreal. El Objeto

principal fue evaluar el efecto sobre el confort térmico, es por ello que el autor experimentó mediante la instalación de dos celdas individuales de madera de 1 m de ancho por 2 m de largo y 0.25 m de altura, con cubierta vegetal de *Aptenia Cordifolia*; en la azotea del pabellón B y C de la parcela Meteorológica de la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo de la Universidad Nacional Federico Villarreal; con el objeto de conocer los efectos que produce este proyecto piloto, sobre la temperatura y humedad relativa registradas en una Estación NZ (921 – 928 MHz) con sensor, transmisor y protector solar, la misma que envía los datos recolectados a una consola, almacenándolos en el datalogger y transmitirlas vía Eder net a una computadora con el software Weatherlink Los resultados obtenidos son bastante favorables respecto al confort térmico.

1.5. Justificación de la investigación

La contaminación ambiental es uno de los grandes problemas que enfrentan los seres humanos; actualmente, se extiende con mayor rapidez, por la cual el planeta está sufriendo diversos desastres. El hombre por su lado con la finalidad de obtener mayores recursos económicos, cada vez destruye más las áreas verdes del planeta, cavando su propia fosa.

En las ciudades, la siembra masiva de edificios de concreto, no respeta el estándar mínimo de 9 m^2 de área verde por habitante recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), generando el incremento del efecto de la isla de calor, contribuyendo con el calentamiento global.

En Lima Metropolitana, además de considerarse como una de las ciudades más contaminadas de Latinoamérica; los pobladores en vez de sembrar las azoteas de sus casas para contrarrestar la contaminación ambiental, el calentamiento global y la isla de calor; estas lo vienen usando de botaderos de cacharpas y basura; generando malos olores e inclusive albergando animales de transmisión de enfermedades (moscas, mosquitos, cucarachas, ratas y gatos techeros).

Por lo expuesto y por muchas razones, justifica el estudio de investigación de Azoteas Verdes, el mismo que contribuiría para mejorar la calidad de vida de los habitantes de Lima metropolitana.

Justificación teórica

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar al conocimiento existente una nueva solución para el mejoramiento de la cultura ambiental en Lima Metropolitana.

Se caracteriza porque se utilizará un marco teórico mundial, latinoamericano y nacional que servirán como referencia para la elaboración de la propuesta de solución.

Justificación metodológica

Los métodos, procedimientos, técnicas e instrumentos empleados en el desarrollo de la investigación, tendrán la validez y confiabilidad que permitirán su utilización en las diversas instituciones del estado a nivel nacional e internacional, así como en otros proyectos de investigación.

Justificación social

Los alcances de la investigación se verán reflejados en la sociedad peruana, ya que, se motivará a los estudiantes y profesionales a realizar estudios de temas similares para el desarrollo del país. Asimismo, se contará con los diseños apropiados que mejoren el medio ambiente y la calidad de vida de las personas.

Justificación práctica

Esta investigación se realiza en respuesta a la necesidad de mejorar la cultura ambiental en Lima Metropolitana, para lo cual se diseñará e implementará un manual de azoteas verdes que tendrá como finalidad el conocimiento de la contaminación ambiental actual y su influencia en el desarrollo de las personas al utilizarlo en sus viviendas.

1.6. Limitaciones de la investigación

Para el presente trabajo de investigación se presentaron un conjunto de dificultades en su proceso de desarrollo, tales como son:

a) El aspecto económico, en la adquisición de textos, copias, software, internet y todo tipo de información indispensable para el proyecto de investigación; también en el pago del personal especializado que se requirió para el diseño del manual. Así mismo en la implementación se gastó en el personal de apoyo y en los insumos necesarios para ver hecho realidad mi azotea verde. Otro de los gastos fue en el tipio, diseños, software, dibujos, la impresión, empastado del documento.
b) El aspecto laboral, debido a que la investigación requería de un tiempo exclusivo, este se cruzaba con mi trabajo y las diversas obligaciones domesticas impidiendo el desarrollo normal del proyecto, por lo que tuve que establecer horarios para dedicarme a este trabajo.
c) La presencia de asesores, porque a medida que iba desarrollándose la Tesis se requería de profesionales que me orienten. Mi asesor definitivamente fue de gran ayuda, es más, él tenía gran conocimiento en el proyecto que venía realizando.

1.7. Objetivos

-Objetivo general

Determinar la influencia del diseño e implementación de un manual para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana.

-Objetivos específicos

Determinar la influencia del diseño e implementación de un manual en el aspecto social para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana.

Determinar la influencia del diseño e implementación de un manual en el aspecto económico para Optimizar cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana.

Determinar la influencia del diseño e implementación de un manual en el aspecto ambiental para optimizar cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana.

1.8. Hipótesis

1.8.1. Hipótesis general

El Diseño e implementación de un manual influye favorablemente en optimizar la Cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana.

1.8.2. Hipótesis específicas

El Diseño e implementación de un manual influye favorablemente en el aspecto social para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana.

El Diseño e implementación de un manual influye favorablemente en el aspecto económico para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana.

El Diseño e implementación de un manual influye favorablemente en el aspecto ambiental para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana.

II. Marco teórico

2.1. Marco conceptual

Manual. - Es una guía de instrucciones, que tiene como finalidad establecer los procedimientos para desarrollar una actividad, usar una tecnología, usar algún equipo o artefacto, corregir problemas o hacer algún cambio. Los manuales son de gran importancia para las personas, porque les facilita desenvolverse en una situación determinada.

Azotea. - Es la parte superior de una edificación, de superficie plana y abierta al aire libre; a la misma que se le da diversos usos, tales como: tomar sol, visualizar el paisaje, colgar la ropa para que se seque, instalar antenas, y en muchos de los casos para colocar los objetos inservibles de la casa.

Azotea verde. - Es la azotea totalmente o parcialmente cubierta con plantas escogidas, cultivadas en el medio de crecimiento más adecuado, utilizando los recipientes apropiados para su desarrollo normal y aplicando la tecnología necesaria a fin de garantizar buenos resultados ambientales, económicos y sociales.

Tamaño de la Azotea verde. - Está determinado por la superficie en m2 de azotea destinada al cultivo de plantas en los diversos tipos de recipientes y a la frondosidad de las plantas cultivadas.

Recipientes de cultivo. - Es una infraestructura cóncava que sirve para cultivar plantas en su interior, existen muchos y variados, tales como: mesas de cultivo, jardineras, macetas, macetas colgantes, jardines verticales y cubiertas vegetales. Para una azotea verde, tenemos que escoger cual o cuales debemos utilizar, todo depende de que sea el más apropiado para el crecimiento de las plantas, para el desarrollo de sus raíces y que permitan el cultivo fácil a las personas encargadas.

Cubierta. - Es un elemento que se sitúa encima de otro, con el objeto de cubrirla, taparla y protegerla de algún fenómeno físico que le puede ocasionar algún efecto y en alguno de los casos, para mejorar su apariencia.

Cubierta de edificación. - Es un elemento constructivo de una edificación que se encuentra en la parte superior de esta, para protegerla en toda su extensión de los agentes climáticos y de otros factores naturales; así como también para darle intimidad, aislación acústica y térmica.

Cubierta Vegetal. - Es toda superficie exterior de una edificación que alberga diversas especies vegetales que pueden haberse desarrollado de manera natural a consecuencia del medio ambiente o también, por la influencia de la mano del hombre; quien, utilizando toda la tecnología necesaria, cultiva diversas plantas para embellecer la edificación y dar el mejor confort a los que la habitan.

Cubierta Vegetal Extensiva. - Son aquellas en donde la capa de sustrato es poco profunda, su espesor debe de ser hasta los 18 cm, es ideal para el cultivo de hortalizas, flores y gramíneas; el mantenimiento relacionado con el riego y la fertilización se le debe dar de acuerdo a la necesidad de cada planta que se cultiva, tratando de garantizar su correcto desarrollo y su eficiente producción sobre todo si se trata de cultivo de hortalizas. El peso de la vegetación más la capa de sustrato en estado saturado debe menor igual a 200 kg/m2.

Cubierta Vegetal Semi-Intensiva. - Son aquellas en donde la capa de sustrato no debe ser mayor a los 30 cm, es ideal para el cultivo de árboles injertados pequeños de frutales, medicinales y alimenticios; el mantenimiento relacionado con el riego y la fertilización de los suelos se le debe dar de acuerdo a la necesidad de cada planta que se cultiva, tratando de garantizar su correcto desarrollo y su eficiente producción sobre todo si se trata de cultivo de frutales. El peso de la vegetación más la capa de sustrato en estado saturado no debe ser mayor a 200 kg/m2 hasta 350 kg/m2.

Cubierta Vegetal Intensiva. - Son aquellas en donde la capa de sustrato no debe ser mayor a los 40 cm, es ideal para el cultivo de árboles más frondosos de frutales, medicinales, alimenticios y ornamentales; el mantenimiento relacionado con el riego y la fertilización de los suelos se le debe dar de acuerdo a la necesidad de cada planta que se cultiva, tratando de garantizar su correcto desarrollo. El peso de la vegetación más la capa de sustrato en estado saturado es mayor a 350 kg/m2.

Cubierta Vegetal Convencional. - Es aquella que en su diseño se usan insumos sintéticos que no perjudican al medio ambiente, sobre todo en su drenaje usa diversas capas de geo membranas.

Capa de vegetación. - Esta capa corresponde al cultivo de las plantas adaptadas a las condiciones físicas y climáticas de la zona, destinadas a dar a la edificación un acabado vegetal que genera áreas verdes de carácter ecológico; las plantas que son diversas deben ser seleccionada de acuerdo al gusto del propietario y que requieran de poco mantenimiento.

Capa de sustrato. - Es la capa que reemplaza al suelo natural en una Cubierta Vegetal o cualquier recipiente y está diseñada para soportar a las plantas, razón por la cual el espesor depende de las plantas a cultivar. La capa de sustrato proporcionará a la planta el soporte y los nutrientes necesarios, es por eso que es el resultado de una mezcla de diversos componentes, a fin de tener un sustrato de acorde a la planta que se va a cultivar.

Capa filtrante. - Esta capa se coloca encima de la capa drenante, separándola del sustrato, la función es evitar el paso de las partículas finas de material inorgánico y orgánico del sustrato, a fin de que el agua fluya libremente hacia la capa drenante y así tener un funcionamiento adecuado.

Capa drenante. - Esta capa tiene como función, filtrar el agua producto de precipitaciones pluviales y/o el agua excedente del riego de toda la superficie de la Cubierta

Vegetal. Esta capa debe tener la capacidad de desalojar un mínimo de 2 litros de agua por minuto por cada metro cuadrado, dicha capa está ligada con el tipo de azotea huerta.

Membrana impermeabilizante anti-raíz. - Membrana que tiene como función evitar el paso del agua de la Cubierta Vegetal al interior de las edificaciones e impedir que las raíces y los microorganismos dañen la edificación, haciendo impermeable el elemento o grupo de elementos constructivos deseados.

Soporte estructural. - Es la parte superior, plana y abierta de una edificación destinada para la Cubierta Vegetal; la misma que debe de contar con elementos estructurales que le den la seguridad de soportar su propio peso, los elementos arquitectónicos, las cargas vivas, las capas de la cubierta y todos los elementos necesarios para el buen funcionamiento.

Formación de pendiente. - Acción de generar pendiente, en un elemento constructivo dado, por medio de elementos de espesor variable, con el fin de facilitar la evacuación del agua hacia los sumideros, desagües o bajadas de agua.

Sumidero. - Elemento de transición, entre el sistema de naturación y los desagües de agua pluvial, que ayuda a contener, canalizar y distribuir los volúmenes de agua de lluvia en las azoteas evitando su acumulación en la zona de descarga.

Cubierta Vegetal Eco amigable. - Es aquella que en su diseño se usan insumos naturales que no perjudican al medio ambiente, sobre todo en su drenaje usa arena, confitillo y piedra chancada.

Arena. - Es un agregado para la construcción compuesto por fragmentos de rocas o minerales de tamaño pequeño que varía entre 0.063 y 2 mm.

Confitillo. - Es un agregado para la construcción que se obtiene a partir de la trituración artificial de rocas. Para nuestra azotea verde se está usando de ¼ a 3/8”

Piedra chancada. - Es un agregado para la construcción que se obtiene a partir de la trituración artificial de rocas. Para nuestra azotea verde se está usando de ¾”

Cubierta Vegetal Sostenible. - Es aquella que en su diseño se usan insumos reciclados que no perjudican al medio ambiente, sobre todo en su drenaje usa botellas PET apisonadas.

Botellas PET apisonadas. - Son los envases hechos de polyethylene terephthalate PET que son aplastadas para votar el aire que contiene en su interior y podérsele dar diversos usos; en las azoteas verdes de diseño sostenible, es usado como una excelente capa de drenaje, debido a su facilidad de discurrir las aguas filtrantes, a su bajo peso específico y a su reducido costo.

Drenes. - Tubería perforada que recibe y elimina las aguas acumuladas que filtran del sustrato a consecuencia del riego de las plantas evitando su acumulación y el enlodamiento.

Canaletas. - Elemento de transición que recibe las descargas de agua de los drenes y los traslada hacia la tubería de desagüe, evitando su acumulación en la zona y el encharcamiento.

Plantas a cultivar en la Azotea verde. - En una azotea verde se pueden cultivar un sinnúmero de plantas desde hortalizas, frutales, plantas medicinales, aromáticas, flores, ornamentales, hasta gras inclusive.

Hierba. - Planta de tamaño pequeño que presenta un tallo sensible y no leñoso. Dentro de esta especie se pueden distinguir las anuales, bienales, perennes vivaces y perennes. Existen hierbas aromáticas y medicinales. Las gramíneas también son hierbas.

Hortaliza. - Son las plantas comestibles que se siembran en las huertas o chacras y que son usadas en nuestra alimentación por tener abundantes minerales y vitaminas. Por la cantidad de carbohidratos podemos clasificarlos en Grupo A: col, brócoli, coliflor, espinaca, etc., Grupo B: tomate, Cebolla, Zanahoria, ajo, ají, etc. y Grupo C: la papa, el camote, etc.

Frutales. - Son las plantas que proveen de frutas como alimento del ser humano; algunos son de corta estatura como la Sandilla, el Melón, los Arándanos, la Fresa, el

Aguaymanto y otros de gran estatura que mayormente lo denominamos como árboles frutales, de los cuales podemos mencionar, la Naranja, la Manzana, el Mango, el Durazno, etc. Esta designación también incluye los que producen frutos secos como la Nuez, las Almendras, las Pecanas, etc.

Arboles. - Son las plantas de gran estatura de tronco leñoso, grueso y elevado que se ramifica a cierta altura del suelo formando la copa.

Técnicas de cultivo en una Azotea verde. - Están determinado por la tecnología a usar, en los tipos de cultivo desde una vegetación tradicional utilizando el sustrato, hasta hidroponía o aeroponía, los mismos que van a determinar el sistema de riego a usar desde la forma manual con balde, regador, manguera, rociador hasta un sistema de riego tecnificado.

Implementación. - Es la Instalación y la Puesta en Marcha de un Sistema, siguiendo las indicaciones establecidas de un manual, de unas normas, reglamentos o especificaciones técnicas, a fin de obtener un mejor resultado de la idea programada; es importante precisar que en el proceso de ejecución se pueden suscitar cambios y mejoras; consideraciones que debe permitir la implementación para obtener un buen producto.

Cultura de Azoteas verdes. - Es el conjunto de conocimientos relacionados con las azoteas verdes, adquiridos por la práctica durante su implementación, los mismos que son fortalecidos con la investigación y lectura de libros especializados en el tema. Debido a que la cultura de azoteas verdes impacta al hombre en el aspecto social, económico y ambiental; su aplicación de los ciudadanos, puede hacer cambiar totalmente de costumbres a un pueblo e inclusive puede convertirlo en un símbolo de identificación de costumbres y tradiciones. Para muestra tenemos a Copenhague, la ciudad más grande de Dinamarca, hoy convertida en una ciudad verde, sorprendiendo al mundo con una ley que obliga a los propietarios de nuevas azoteas a tener algún tipo de vegetación en ellas.

Huertos urbanos. - Son los espacios ubicados en cualquier lugar de una edificación destinados a la producción agrícola, contribuyendo con la alimentación fresca, sana y orgánica; según la FAO, los huertos urbanos pueden ser mucho más productivos y ecológicos que la agricultura tradicional, porque en un metro cuadrado de cultivo puede llegar a producir hasta 20 Kg de comida al año.

Biohuerto. - Es una pequeña extensión de terreno dentro de una vivienda, destinada al cultivo de productos de pan llevar, tales como hortalizas, frutas, etc.; es recomendable aplicar técnicas de la agricultura orgánica o ecológica.

Invernaderos. - Son lugares amplios y cerrados por una cubierta exterior que puede ser de vidrio o plástico u otro material, destinados a la producción agrícola; estos ambientes se caracterizan por tener un microclima acorde al requerimiento de las plantas que se van a cultivar; las mismas que gozarán de una apropiada temperatura, humedad y otros factores ambientales; así como de un control absoluto de las plagas y enfermedades, que pueden hacerle daño. De esta manera se obtendrá un producto sano y libre de enfermedades.

Cultura Ambiental. - Es el conjunto de conocimientos que adquirimos los seres humanos respecto a nuestro medio ambiente, de que está dispuesto a sufrir cambios a consecuencia del maltrato contaminante que le damos día a día; por lo que nuestro deber es conservarlo y protegerlo, para que todos vivamos bien, gozando de nuestro único hogar, el planeta Tierra.

Ecosistema. - Es el medio que está conformado por los seres vivos y los elementos no vivos, mediante una relación vital, establecida por un sistema.

Productos naturales. - Son aquellos alimentos que se han obtenido de la naturaleza mediante la agricultura tradicional usando sustancias químicas para su cuidado, los mismos que pueden afectar nuestra salud y al medio ambiente.

Productos orgánicos o ecológicos. - Son aquellos alimentos sanos que durante su proceso productivo son cultivados usando tecnologías que estén en armonía con el medio ambiente y que guarden su calidad nutritiva, guardando coherencia con los principios de responsabilidad social y respetando la integridad cultural, optimicen el uso de los recursos naturales y socioeconómicos, con el objetivo de garantizar una producción agrícola sostenible.

Agricultura orgánica. - Es un sistema de producción que solamente usa insumos naturales por medio de controles que satisfacen que no contengan pesticidas, plaguicidas, herbicidas o ningún insumo químico, que afecten nuestra salud y al medio ambiente.

Control de plagas. - Tratamiento aplicado para librar a la planta de plagas que la estén afectando, una vez diagnosticado con precisión el tipo de plaga.

Fitotoxicidad. - Daño o lesión provocado en las plantas cultivadas por la acción de algún producto químico, tal como pueden ser pesticidas, fertilizantes, reguladores de crecimiento.

Sostenibilidad urbana. - Es un sistema que se encuentra bajo un enfoque de desarrollo sostenible con dimensiones científicas, económicas y políticas que proporcionen calidad de vida a los ciudadanos, sin degradar el entorno urbano. Es por ello que hoy día más ciudades optan por ser sostenibles, luchan por reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, disminuyendo los niveles de contaminación y consumo de energía e incrementando el uso eficiente del transporte, al igual que promoviendo el aumento de áreas verdes y el reciclaje.

Calidad de aire. - Se refiere al aire limpio que tenemos que respirar, con bajo contenido de contaminantes, para que no afecten nuestra salud.

Para poder controlarlo es necesario tomar como referencia a los índices máximos permisibles de los contaminantes, haciendo las mediciones correspondientes con los equipos apropiados. El índice de calidad de aire (ICA) de un determinado lugar, nos proporciona la cantidad de contaminantes, para ver si se puede respirar libremente sin que nuestra salud sea afectada o también para tomar todas las prevenciones y acciones del caso y no correr el riesgo de afectar nuestra salud.

Dióxido de carbono (CO_2). - Es un gas incoloro, inodoro e incombustible generado por la combustión de materiales que dentro de su estructura molecular contienen carbono. El dióxido de carbono (CO_2) es un compuesto químico que se encuentra en la atmosfera, muy importante en el ciclo del carbono y vital para la vida en el planeta tierra, pero en forma equilibrada; desde la revolución industrial su incremento que se viene produciendo a consecuencia de la quema de combustibles fósiles y la deforestación excesiva, nos está provocando el efecto invernadero y por lo tanto el calentamiento global; problema grave para el planeta y la vida.

Sumidero de carbono. - Es cualquier elemento, proceso, actividad o mecanismo que libera al carbono contenido en la molécula de dióxido de carbono, para incorporarse en otra estructura molecular. La fotosíntesis realiza generalmente este proceso de manera natural, es por ello que se convierte en el mayor sumidero de carbono, en la vegetación fija el CO_2 atmosférico y lo transforma en cadenas de carbono que componen una parte de la biomasa vegetal.

Parque automotor. - Es la composición vehicular que se movilizan por las vías, calles o avenidas de una ciudad; la misma que está conformada por vehículos de pasajeros, autobuses, camiones, camionetas y motocicletas.

Isla de calor. - Es la acumulación de calor en las ciudades, debido a la construcción indiscriminada de edificios y casas de material noble, así como de vías de concreto y asfalto, considerando escasas áreas verdes, que son tan indispensables para atemperar el calor del ambiente.

Confort térmico. - Es el placer que siente un individuo dentro de un ambiente al percibir condiciones neutrales y favorables de temperatura y humedad. El confort térmico en una vivienda, nos garantiza salud, bienestar y comodidad.

2.2. Marco referencial

2.2.1. Techo Verde

Se refiere al techo de un edificio o vivienda que está parcial o totalmente cubierto de vegetación, sin importarle la inclinación o la forma que tenga e inclusive la cubierta vegetal del techo verde lo adecuan a diseños caprichosos que conjugan con la arquitectura de una edificación.

El soporte estructural de la superficie del techo verde tendrá una pendiente mínima del 2%; para el caso de superficies inclinadas, con pendiente superior al 15% (8.53°) debido al riesgo a que pueden producir las lluvias o el exceso de agua de riego, podrían ocasionarían deslizamientos, desencadenándose en accidentes, por lo que se tiene que tomar las medidas correspondientes, implementando protecciones adecuadas que serán seleccionadas por el responsable del proyecto, las mismas que pueden ser las siguientes:

a) Láminas con receptáculos;

b) Mallas tridimensionales;

c) Tableros o vigas dispuestos perpendicularmente a la pendiente;

d) Tirantes dispuestos horizontalmente entre la capa de sustrato; y

e) Para cubiertas inclinadas con una pendiente mayor al 58% deberán tomarse las medidas complementarias que resulten pertinentes para garantizar la estabilidad de los materiales tales como el anclado de las protecciones y el análisis estático.

Capas de techo verde

Los techos verdes cuentan con un sistema constructivo que se instala sobre un soporte estructuralmente aprobado, que considera 6 capas que lo conforman: Ver la figura 5 se muestra la estructura de un techo verde dividido en sus capas:

1. Capa de Vegetación (compuesta por las plantas, pastos y flores).
2. Capa de Sustrato (es una mezcla nutritiva de tierra y otros compuestos orgánicos).
3. Capa Filtrante (libera el agua de partículas para drenar.)
4. Capa Drenante (compuesta por arenas y gravas que permiten el paso del agua libre de partículas, la almacenan y/o canalizan para su uso posterior).
5. Membrana Impermeabilizante Anti raíz e (resistente al punzonamiento de las raíces)
6. Soporte Base (base de soporte estructural).

2.2.2. Sustratos en los Cultivos de Azoteas

El sustrato constituye el lecho que sirve de sostén y soporte para el desarrollo de las plantas. Este elemento reviste una gran importancia en el éxito del cultivo, antes que pensar en nombres o tipos de sustratos se debe tener presente la conjugación de una serie de factores o propiedades para optimizar la funcionalidad y el papel que debe desempeñar un sustrato en el sistema de cultivos sin suelo.

La retención de humedad por el sustrato, determina la posibilidad de las plantas de utilizar el agua como medio de obtención de los nutrimentos para procesos productivos.

Clasificación de los Sustratos

En nuestro país existen una serle de sustratos que pueden ser empleados para el desarrollo de los cultivos, estos se utilizan solos o en mezcla, en busca de obtener las mejores condiciones para el desarrollo de las plantas, en términos generales estos sustratos se podrían clasificar en tres grupos:

- Sustratos inorgánicos inertes
- Sustratos orgánicos
- Sustratos sintéticos.

a)Sustratos Inorgánicos

En este grupo podemos indicar, las gravas (partículas de más de 2 mm de diámetro) que incluye la roca volcánica, polvo de piedra, escoria de ladrillo, carbón, etc. y las arenas.

Piedra Pómez: es un material disponible de origen volcánico. Posee muy buena retención de humedad, las granulometrías son variadas, posee además buena estabilidad física y durabilidad, desde el punto de vista biológico es completamente estéril siempre y cuando los granos no estén combinados con otros materiales.

Grava: Son partículas que se obtiene de triturados de materiales procedentes de depósitos naturales o canteras que son triturados y que por sus características ofrecen condiciones para el cultivo de plantas, por lo general su partícula va de 2 a 20 mm, su capilaridad es baja por lo que no presentan buena distribución horizontal, tiene excelente drenaje.

Roca Volcánica: Es un material rojizo, de origen volcánico, con características similares a la pómez, en nuestro país este sustrato es utilizado con éxito, sin embargo, posee partículas muy pequeñas, las cuales deben ser eliminadas mediante lavados, para evitar el encharcamiento en el medio de cultivo. Los mejores tamaños de partículas de este material están entre 5 y 15 milímetros.

Sustrato de Ladrillo y Teja: Son sustratos obtenidos de la escoria de Ladrillo y teja. Retienen buena humedad, por su gran porosidad, sus mejores tamaños oscilan entre 0.5 y 2 cm, tienden a degradarse o perder su estabilidad física, produciendo encharcamientos.

Carbón Vegetal: Este material, tanto sus partículas finas como gruesas poseen características ventajosas para ser utilizadas como sustrato, para cultivos sin suelos, poseen una retención de humedad similar a la pómez, una buena estabilidad y excelente oxigenación, pero bajo capilaridad.

Arena de Río: El tamaño de las partículas de este sustrato comprende entre 0.5m y 2mm y ofrece las mejores características para un cultivo sin suelo, sin embargo, se debe tener las siguientes consideraciones para no alterar la solución nutritiva: se debe utilizar arenas de ríos no contaminados y mezclados con materiales arcillosos, y no debe tener niveles altos de carbonato de calcio.

b)Sustratos Orgánicos

En este grupo se ubican una serle de sustratos de producción e importados de otros países, los más comunes son: cascarilla de arroz, fibra de coco, cascarilla de pergamino de café, concha de coco, concha de macadamia etc.

Fibra de coco: Constituye un excelente sustrato, por su buena capacidad de retención de humedad, ofreciendo grandes ventajas para la mezcla con otros sustratos. En otros países ya es usado tales como Costa Rica que en los últimos tiempos ha iniciado la producción de este sustrato, sin embargo, faltan algunos controles en la calidad, ya que existen materiales derivados de fibra 'joven" que se ofrece a la venta sin previo tratamiento en la eliminación de sustancias tóxicas. La fibra de coco empleada para retener el agua, debe tener una alta relación carbono/nitrógeno, para que se mantenga estable químicamente en el sustrato.

Las cascarillas de arroz: es un sustrato utilizado para mezcla fundamentalmente con gravas, es liviano, de baja capacidad, retención de humedad, de los sustratos orgánicos una de las más lentas en descomponerse. La principal función de este en la mezcla es favorecer la oxigenación del sustrato. Cuando se utiliza cascarilla de arroz debe de mantenerse un proceso de desinfección química o anaeróbico, con el fin de eliminar partículas pequeñas, así como hongos o larvas de insectos.

Cascarilla de pergamino de café: es un sustrato de baja capacidad de retención de humedad, buena para oxigenar sustratos, pero de muy corta vida pues se descomponen en pocos días.

Aserrines: el aserrín y la viruta de madera son sustratos menos utilizados en nuestro país, dado el desconocimiento que se tiene de la procedencia del material, no todos los aserrines ofrecen buenas condiciones para el cultivo de plantas, salvo que hayan sido sometidos a un proceso de imanación de las sustancias tóxicas (taninos) de algunas maderas. Los aserrines tienen una gran capacidad de humedecimiento por su partícula fina, la mejor granulometría se encuentra entre 4 y 9 min. Entre los aserrines probados con buen éxito tenemos: pino, eucalipto, teca y poro.

Turba: (Pits Moos). Es un sustrato que se forma de una masa esponjosa y ligera que, dependiendo de los componentes que lo integran puede ser rubio, café o negro, lo cual también va a definir sus propiedades físicas y químicas. Asimismo, debido a estas características es fácil de manipular, inclusive gracias a su versatilidad se puede mezclar con otros sustratos para potenciar sus propiedades agrícolas.

Lana de Roca: Es un material usado como un aislante térmico en la construcción de viviendas; se obtiene de la roca basáltica se funde en un horno tipo cubilote a más de 1600 °C hasta convertirse en lava como en su estado inicial y después en el vidrio que se transformará en la lana de roca, posee un espacio poroso de más de 95%, es muy absorbente y ligero.

c)Sustratos Sintéticos

Espuma de Poliestireno: Se utiliza como material de relleno, para oxigenar y alivianar el peso de los sustratos.

Espuma de Poliuretano: Se emplea en la confección de semilleros y es mezclado con otros sustratos livianos. Como se planteó al inicio el sustrato debe reunir una serle de características que ofrezcan excelentes condiciones para el desarrollo de la planta a cultivos. No siempre un sustrato posee en conjunto estas propiedades, el conocimiento de las mejores propiedades inherentes a un sustrato permite seleccionar mezclas de materiales diferentes en busca de reunir propiedades y condiciones que en conjunto ofrezcan las características buscadas en el sistema de cultivo. Todos los sustratos mencionados anteriormente ofrecen condiciones para el cultivo sin suelo, sin embargo, es de suma importancia conocer su procedencia y si ha recibido previamente algún proceso de lavado o esterilización, (mica garantía para evitar trastornos en las plantas ocasionados por sustratos contaminados.

Cuidados a tener en cuanto a la utilización de sustratos.

1. Debe conocer la procedencia del sustrato.
2. Todo sustrato inorgánico (roca volcánica, polvo de piedra, piedra pómez, etc.) debe ser lavado o tratado previamente, para garantizar la eliminación de impurezas que altere el sistema de cultivo.
3. Cuando se consiguen sustratos preparados deben contar con información acerca de sus principales características físicas y químicas (granulometría, retención de humedad, pH, etc.).
4. Los sustratos orgánicos (granza de arroz, fibra de coco, aserrín) necesitan un proceso de tratamiento de eliminación de residuos procedentes del cultivo (arroz). Taninos (aserrines).

5. Los sustratos orgánicos con una alta relación Carbono, nitrógeno ofrece mejores condiciones y más estabilidad.

2.2.3. Cultivo de Hortalizas y Frutas en azoteas

En nuestro hogar las áreas verdes, aparte de mejorar el lugar que nos rodea y el área visual de nuestra casa, pueden ser destinadas también al cultivo hortalizas y frutas, a lo que nosotros consideramos como huerta urbana. En nuestros espacios podemos utilizar para cultivar hortalizas en los jardines exteriores e interiores, así como las azoteas verdes.

Los beneficios de cultivar alimentos en casa son muchos: alimentación más sana, menos pesticidas, prevención de enfermedades como la obesidad. Dentro de los espacios que podemos utilizar: Macetas, Jardineras, Jardines verticales y macetas recicladas.

Las especies que sembremos dependerán del tamaño de las macetas, en macetas poco profundas se preferirán sembrar hortalizas de hojas u otras plantas más grandes.

2.2.4. Cultivo de Plantas medicinales y aromáticas en azoteas

El cultivo de este tipo de plantas brinda muchas ventajas al propietario de la azotea, puesto que trae consigo beneficios tanto económicos como en la salud. El cultivo de estas plantas no requiere de un espacio muy amplio, se puede sembrar en cualquier tipo de recipiente, en forma ordenada y organizada, proyectándose a tener una farmacia vegetal dentro de casa.

Variedades de plantas:

Existe una lista muy extensa de plantas, he puesto ejemplos de plantas muy habituales en la cocina que deberíamos cultivarlo y tenerlo a la mano:

1. El Cilantro, o perejil chino, se utiliza sobre todo en la cocina asiática. Se dice que tiene poder afrodisiaco. La semilla seca es la parte más utilizada. Su infusión es digestiva. Su esencia es utilizada en la industria farmacéutica y en perfumería.
2. La Albahaca, favorece la digestión. Da sabor a mariscos, ensaladas, sopas y pastas.
3. La Menta ideal para bebidas heladas y ensaladas de frutas. Es estimulante, estomacal y antiespasmódica. En infusión está indicada en casos de indigestión y / o aerofagia.
4. El Perejil, característico de nuestras cocinas, simplemente "va con todo". Se utiliza para calmar el dolor de muelas causado por las caries, para detener el flujo lácteo y las hemorragias nasales.
5. El Romero, ideal para las salsas de tomate. Tiene un fuerte aroma, pruébalo con queso de cabra.
6. El Tomillo para el pescado, los huevos, el pollo, los sorbetes y la fruta fresca. La infusión de tallos y hojas, favorece la digestión, y es un buen calmante de la tos.
7. El Orégano, se utiliza en seco, aunque su olor es más pronunciado cuando es fresco. Perfecto para el tomate, el queso, las verduras y la carne.

2.2.5. Contaminación Ambiental

Es la introducción en el medio natural de agentes de tipo físico, químico y biológico, que alteran las condiciones ambientales, provocando efectos dañinos para la salud, el bienestar y la habitabilidad de la vida animal y vegetal en general.

Los Agentes contaminantes pueden ser sustancias químicas (plaguicidas, herbicidas, cianuro, etc.), petróleo, radiaciones, gases contaminantes, residuos urbanos, entre otras cosas. Todos ellos, en general, pueden producir graves daños en los ecosistemas, si bien la principal razón de su producción son las actividades humanas asociadas a la industria, el comercio, la explotación minera, etc. La contaminación se puede producir en el agua, el suelo y el aire.

2.2.6. Contaminación del Aire

Es unas mezclas de partículas sólidas y gases en el aire generadas por las emisiones de los automóviles, los compuestos químicos de las fábricas, el polvo, el polen y las esporas de moho. Los efectos que genera esta contaminación al hombre son graves llegando a causar hasta un tercio de muertes por accidentes cerebrovasculares, cáncer de pulmón, cardiopatías, entre otras.

Figura 3

La contaminación del aire provocada por la emisión de partículas y gases

Fuente: https://www.pinterest.com.mx/pin/1829656082463926/

2.2.7. Isla de Calor

Es la acumulación de calor en una urbe, debido a la siembra indiscriminada de edificios de concreto y pistas de asfalto; que, por falta de decisiones políticas, no se le toma la importancia necesaria a las áreas verdes, que son tan indispensables para atemperar el calor del ambiente, desapareciéndolas cada día más.

Figura 4

Isla de Calor generada por la concentración de la población en las ciudades

Fuente: https://www.tiempo.com/noticias/divulgacion/como-sobrevivir-a-una-ola-de-calor

2.2.8. Calentamiento global

Se refiere al aumento progresivo de las temperaturas de la atmósfera y los océanos en nuestro planeta Tierra, el cual se ha venido detectado hasta la actualidad, y se proyecta que será mayor en el futuro. Aun no se define la causa de este fenómeno, sin embargo, diversos científicos están seguros que sean debido a los gases de efecto invernadero de las actividades humanas como la deforestación y la quema de combustibles fósiles (petróleo y carbón).

2.2.9. Cambio climático

Es el cambio que se produce en las condiciones promedio del tiempo o a la variación temporal meteorológica de las condiciones promedio a largo plazo, siendo la causa principal el aumento de la concentración de Gases de Efecto Invernadero que se vienen produciendo desde la revolución industrial; estos gases absorben y emiten radiación térmica, se retiene más calor en la atmósfera baja y, por consiguiente, aumenta la temperatura media global de la

superficie. El aumento de la temperatura tiene repercusiones severas sobre el sistema climático.

2.3. Marco legal

El marco legal que respalda el presente trabajo de investigación, en el Perú es exageradamente pobre, debido a la falta de conocimiento de esta tecnología, que en cierta forma muchos países desarrollados, si lo están considerando dentro de sus prioridades políticas, al proporcionarles herramientas legales y normativas para facilitar el desarrollo este tipo de proyectos; es por ello, afianzándonos en las normas legales extranjeras describiré algunas disposiciones, reglamentos y lineamientos, para llevar a cabo un trabajo de investigación correcta, dentro del marco legal; así mismo invocar a las instituciones para que promuevan la instalación de azoteas verdes, que son de gran necesidad para el desarrollo de nuestro país.

2.3.1. Internacional

La legislación de azoteas verdes todavía es escasa en el ámbito internacional, hay algunos países que cuentan con su propia legislación, pero la mayoría de los países aún no la tienen; es por tal razón de que más adelante nos estaremos refiriendo a las legislaciones de Copenhagen – Dinamarca con su plan ambicioso de convertirse para el 2025 la ciudad con emisión nula de gases de efecto invernadero, la legislación mexicana y la colombiana, países de Latinoamérica que tiene un gran avance respecto a la instalación de las azoteas verdes. Por otro lado, también se está mencionando que hay dos grandes asociaciones internacionales que se encargan de establecer lineamientos estándar para llevar a cabo la instalación de una azotea verde en países que no cuentan con su propia normatividad, en los países que no cuentan con legislación. Dichas asociaciones son “Green Roofs for Healthy Cities” (GRHC)

“Techos Verdes para Ciudades Saludables” y la “International Green Roof Association” (IGRA) Asociación Internacional de Azoteas Verdes.

-Legislación en Copenhague – Dinamarca

Copenhague capital de Dinamarca que en el 2009 fue la sede de la “XV Conferencia sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas”, fue elegida como la Capital Verde Europea en el 2014 al promulgar una ley que obliga a poner vegetación en las azoteas de los edificios.

Esto, surtió efecto 5 años después del evento mencionado, en donde pasó la mala experiencia, por el enfrentamiento entre los países desarrollados y los países en desarrollo, respecto a los diferentes puntos de vista ante el cambio climático; razón por la cual fue considerado dicho evento como un fracaso, al no cumplir con el objetivo de establecer un acuerdo jurídicamente vinculante sobre el clima en planeta Tierra.

La normativa para obligar a instalar azoteas verdes comenzó a aplicarse en el 2010, a partir de un protocolo de sustentabilidad desarrollado por las autoridades locales, exigiéndoles a las empresas constructoras a instalar vegetación en las azoteas de los edificios. Si bien ciudades como Toronto y París también disponen de normas similares, el objetivo de las autoridades dinamarquesas es mucho más ambicioso, de ser una ciudad con emisión nula de gases de efecto invernadero en el año 2025.

Legislación Mexicana

México es uno de los países de América Latina pioneros en decretar e implementar normas legales a favor de las Azoteas Verdes y similares, por lo que para esta investigación consideraremos la información de este hermano país.

Ley Ambiental del Distrito Federal

La ley Ambiental para el Distrito Federal, fue decreta por la Asamblea Legislativa del Distrito Federal, publicada el 13 de enero del año 2000, y teniendo su última reforma el 24 de febrero de 2009.

En el artículo 27 se cita la evaluación del sector ambiental, la cual será llevada a cabo anualmente por la Secretaría del Medio Ambiente, y al término de esta evaluación se presentará un informe ante la Asamblea Legislativa del Distrito Federal.

El 31 de enero de 2002 se adiciona el artículo 27 Bis en el cual se da a conocer el cumplimiento del Programa Generación de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal, en el cual se describe que siempre se tendrá que cuidar las áreas verdes y las edificaciones destinadas a habitación y servicios, además de generar otras actividades siendo esto responsabilidad de las autoridades y habitantes.

Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal

Ley publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el 29 de enero de 1996, la cual fue promulgada por la Asamblea de representantes del Distrito Federal, teniendo su última actualización el 11 de agosto de 2006.

La parte que corresponde a las áreas verdes queda en el Ordenamiento General de Normas de la Gaceta Oficial del Distrito Federal publicada el 8 de abril de 2005.

Como se indica en el apartado número 8 de dicha gaceta referente a instalación de azoteas verdes citado como: “Instalaciones permitidas por encima del número de niveles”, serán permitidas en azoteas: proyectos de naturación, celdas de energía solar, antenas, lavaderos y tendederos; siempre y cuando el suelo y la estructura lo permita.

Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

Esta Norma fue publicada en la Gaceta oficial del Distrito Federal el 30 de noviembre de 2018, que establece las **especificaciones técnicas para la instalación de sistemas de naturación** en la ciudad de México. La misma que contempla diversos requerimientos:

La información arquitectónica, física y estructural de la edificación existente o por construirse, en donde se instalará este sistema; así como también la información sobre el tipo

de vegetación a cultivar. Las Especificaciones técnicas de proyecto y los Requerimientos mínimos a satisfacer.

Respecto a la estática y seguridad estructural; en el cálculo estructural, se debe considerar el peso del sistema de naturación en estado saturado, como carga muerta y de acuerdo al tipo de sistema de naturación establecido en la Figura 5:

Figura 5

Categorías de sistemas de naturación por carga

Tipo de sistema de naturación	Carga por m^2
Extensiva	De 110 y hasta 200 kg/m^2
Semi-intensiva	Mayor a 200 y hasta 350 kg/m^2
Intensiva	Mayor a 350 kg/m^2
Nota: Los valores indicados corresponden al peso propio del sistema de naturación en estado saturado (a capacidad máxima de agua) y en fase de madurez de la vegetación (de acuerdo a la categoría del sistema de naturación). Por ningún motivo podrán considerarse para el cálculo estructural los pesos del sistema de naturación en seco. Los sistemas de naturación deberán tener un peso máximo en estado saturado que sea menor o igual al considerado por el DRO para el cálculo y/o evaluación estructural.	

Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

Establece los parámetros por cada uno de los tres tipos de sistema de naturación, tal como se aprecia en la Figura 6:

Figura 6

Parámetros para cada tipo de sistema de naturación

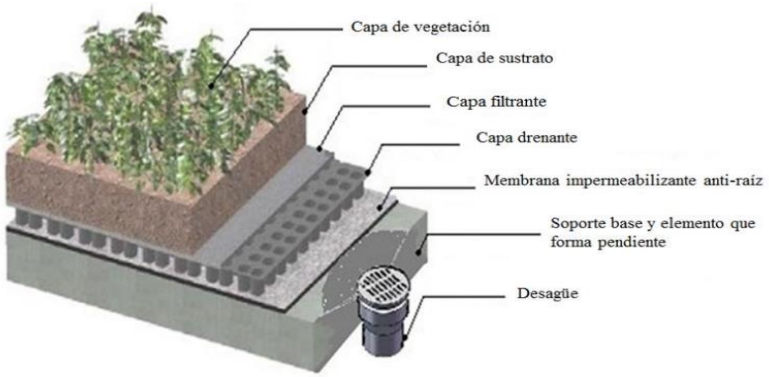
Parámetros del sistema de naturación	Tipos		
	Extensiva	Semi-intensiva	Intensiva
Espesor del sustrato	Hasta 18 cm	Hasta 30 cm	Mayor a 40 cm
Carga adicional	De 110 y hasta 200 kg/m²	Mayor a 200 y hasta 350 kg/m²	Mayor a 350 kg/m²
Tipo de vegetación	Suculentas	Suculentas, pastos y arbustos	Suculentas, pastos, arbustos y árboles
Altura de crecimiento de plantas	5 - 50 cm	5 - 100 cm	5 - 400 cm
Diámetro de copa	No aplica	No aplica	300 cm máximo

Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

Así mismo establece y define un diseño de sistema de naturación con sus especificaciones técnicas, las características de los insumos a utilizar y los componentes básicos de su estructura: Soporte estructural, Soporte base, Desagües, Membrana impermeabilizante anti-raíz, Capa drenante, Capa filtrante, Capa de sustrato y la Capa de vegetación; que se aprecian en las Figura 7 y 8.

Figura 7

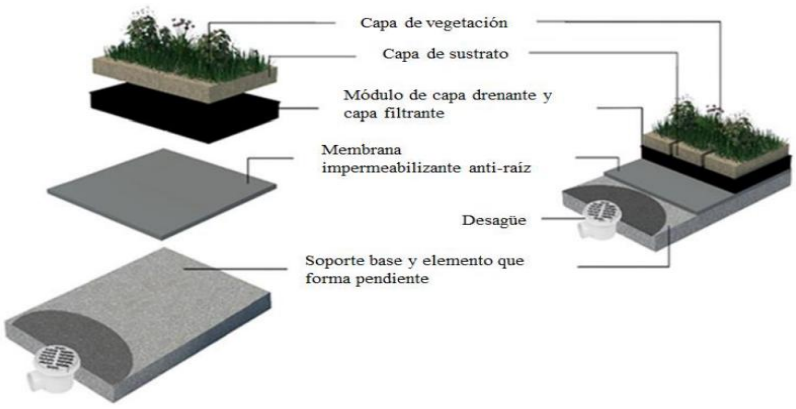
Componentes básicos de un sistema de naturación multicapa.



Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

Figura 8

Componentes básicos de un sistema de naturación modular



Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

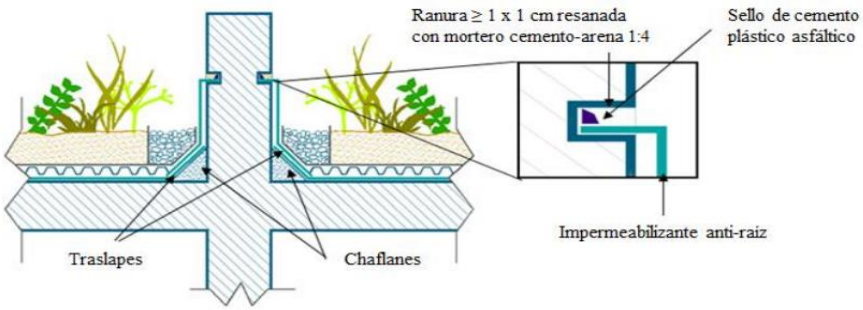
Para definir si es apto para instalar la estructura del sistema de naturación o no, es importante determinar los materiales con el que fue construido el soporte base; también es importante la determinación que asume respecto a la pendiente que deberá ser menor al 2% y cuando esta sea superior al 15%, recomienda la implementación de protecciones adecuadas contra los deslizamientos.

Define también el dispositivo de desagüe para el desalojo de las aguas excedentes del riego y de las precipitaciones pluviales.

Presenta diseños para colocar la Membrana impermeabilizante anti-raíz, la misma que se deberá colocar de manera que cubra 10 cm como mínimo por encima de la protección pesada de la cubierta o capa de sustrato., tal como se muestra en las Figuras 9 y 10.

Figura 9

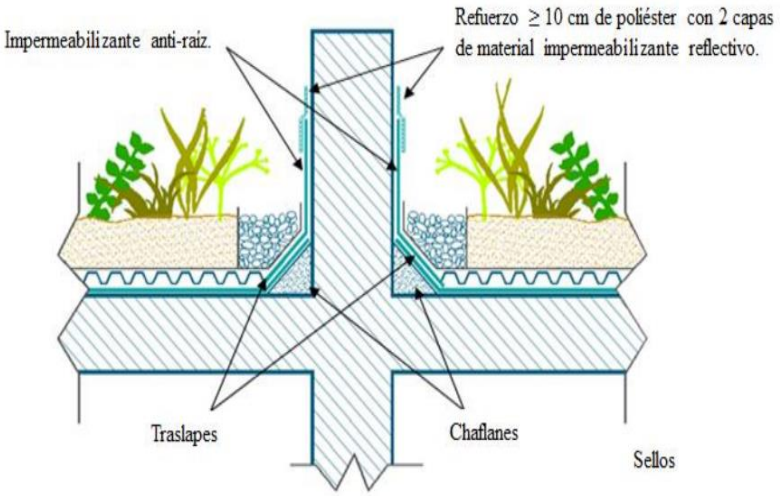
Impermeabilización con membrana prefabricada asfáltica.



Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

Figura 10

Impermeabilización con membrana prefabricada asfáltica.

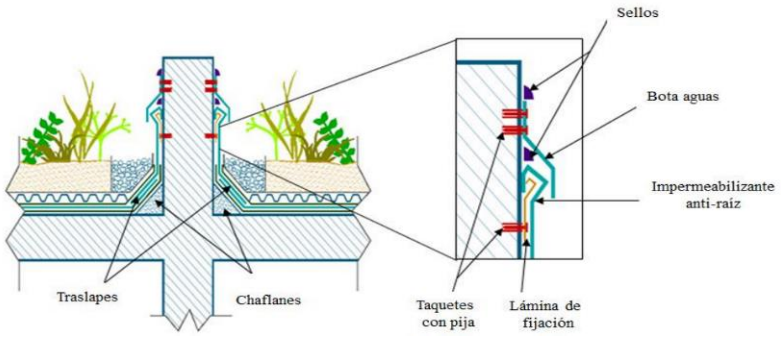


Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

Respecto a los sellos se norma que deberán ser de materiales impermeables como el silicón o poliuretano, tal como se aprecia en la Figura 11.

Figura 11

Impermeabilización con láminas de PVC, propileno-etileno o similares

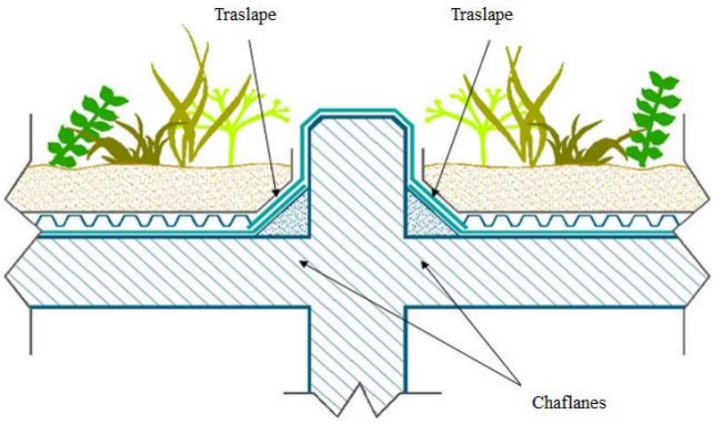


Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

Si la membrana sobresale menos de 10 cm por encima de la capa de sustrato, se deberá continuar con la impermeabilización cubriendo el elemento emergente intermedio y descendiendo del lado contrario, tal como se aprecia en la Figura 11

Figura 12

Impermeabilización por debajo del nivel del sustrato o de altura < 10 cm.

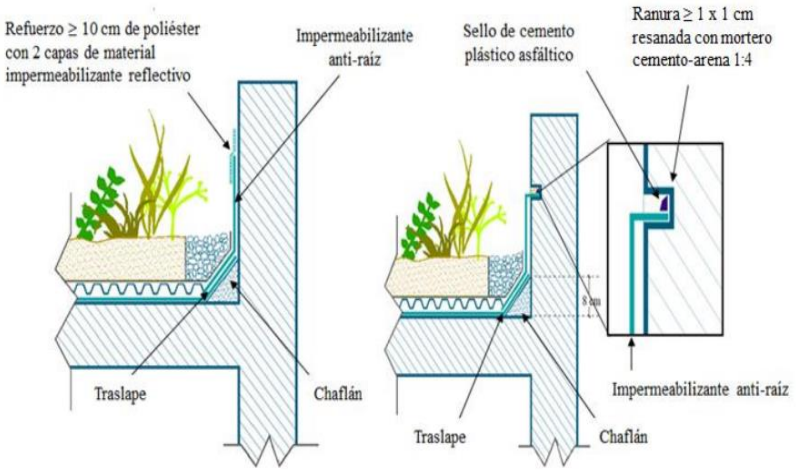


Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

En las Figuras 12 y 13 presenta el diseño de los puntos con perfiles y elementos emergentes intermedios

Figura 13

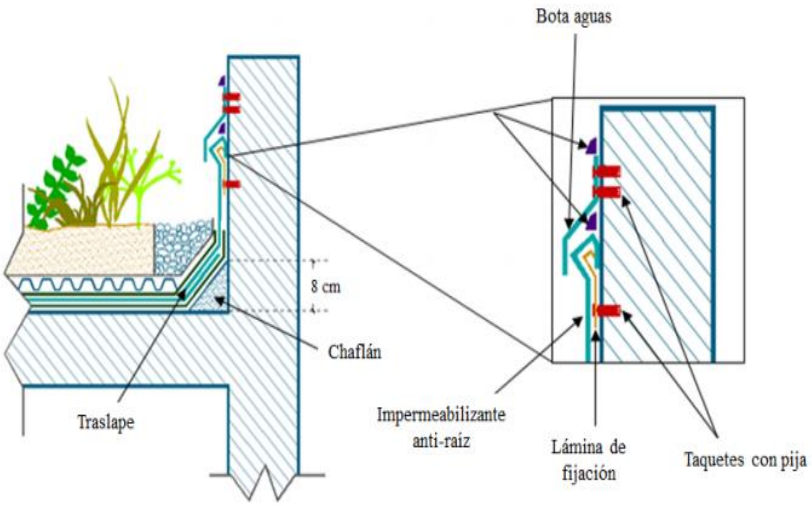
Impermeabilización en perfiles y elementos emergentes intermedios.



Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

Figura 14

Impermeabilización con láminas de PVC, propileno-etileno o similares.

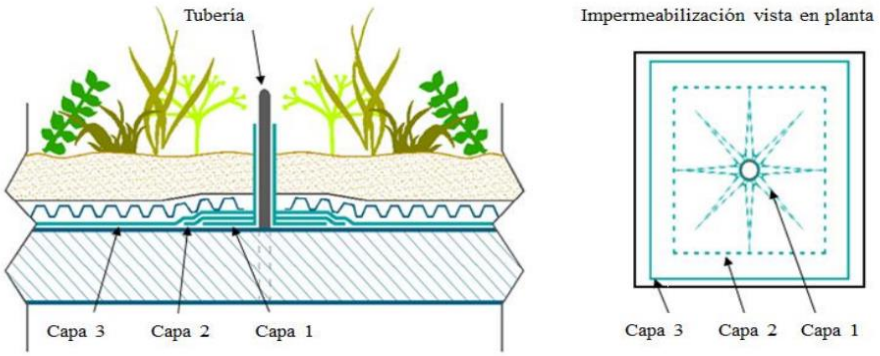


Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

La Figura 14, determina el tratamiento en puntos de encuentro con tubos y conductos que penetren desde la cubierta hacia el interior de la edificación.

Figura 15

Impermeabilización y refuerzos en puntos con tubos y conductos.

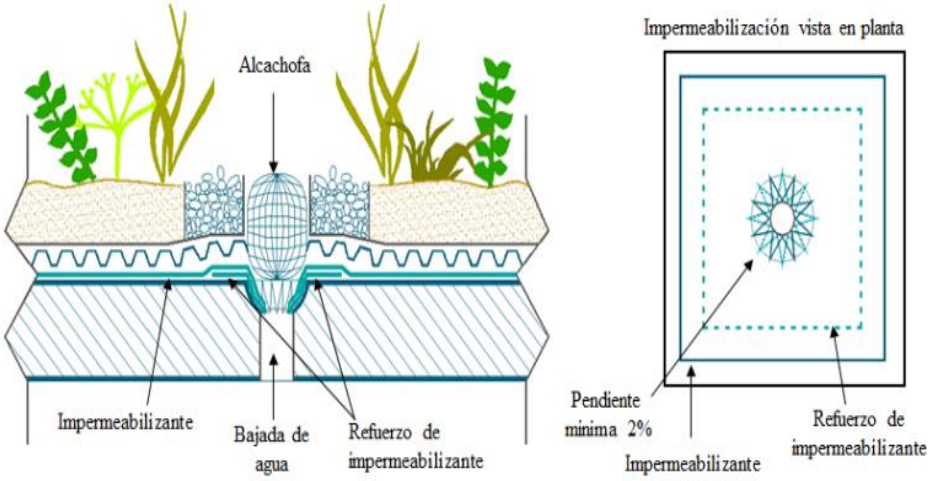


Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

En los puntos de encuentro con bajadas de agua, la membrana impermeabilizante anti-raíz deberá contar con un refuerzo como se muestra en la siguiente Figura 15.

Figura 16

Impermeabilización y refuerzos en puntos de encuentro con bajadas de agua.



Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

Antes de seguir con la instalación de las demás capas del sistema de naturación se deberá garantizar la estanquidad de la membrana impermeabilizante anti-raíz.

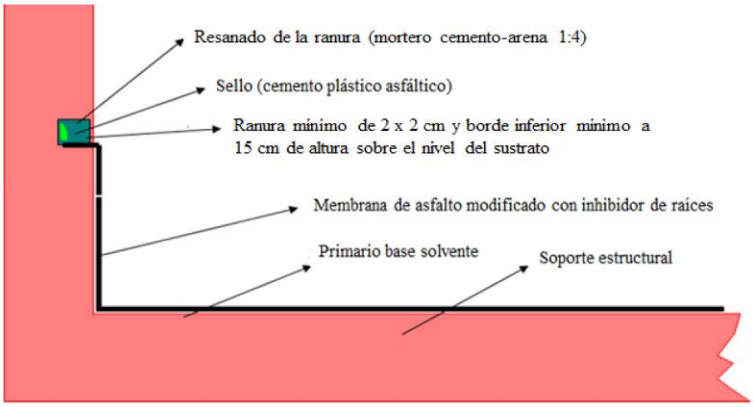
Respecto a los materiales vegetativos para la capa de vegetación, determina que se podrán utilizar Plántulas, Propágalos vegetativos, Semillas, Tapices vegetales pre cultivados, Plantas, arbustos y árboles.

Define las Especificaciones de operación y mantenimiento de los elementos constructivos, de la capa de vegetación, del Riego, el Abonado y adición de sustrato; así como también del Control de plagas y enfermedades y la Poda.

Contempla el Anexo A. que se refiere a la Colocación de membranas impermeabilizantes anti-raíz de base asfáltica.

Figura 17

Esquema de fijación de membrana asfáltica a pretiles, muretes y similares.

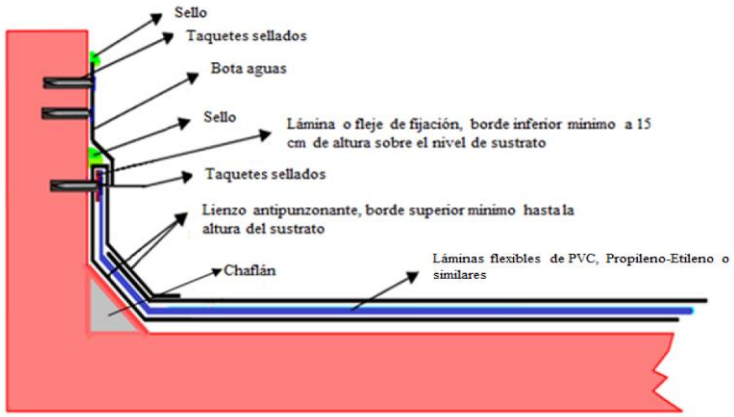


Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

Contempla el Anexo B. que se refiere a la Colocación de membranas impermeabilizantes anti-raíz a base de PVC, propileno-etileno o similares.

Figura 18

Esquema de fijación de láminas de PVC, propileno-etileno o similares.



Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

Instituciones Competentes

México creo instituciones que se preocupan por la instalación de azoteas verdes, las cuales son: la Asociación Mexicana para la naturación de Azoteas (AMENA) y la Comisión de Recursos Naturales de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal (CORENA).

1). Asociación Mexicana para la Naturación de Azoteas (AMENA)

Asociación civil creada en 2005, teniendo como objetivo investigar, capacitar e informar de los beneficios ambientales, económicos y sociales que representa tener una azotea verde, a personas o empresas que deseen saber e instalarlas en sus inmuebles.

AMENA colabora esencialmente con la Universidad Autónoma de Chapingo (UACh), para la investigación de nuevos y diferentes aspectos de la naturación en azoteas del país.

También trabaja en la promoción internacional, guardando un enfoque latinoamericano de la naturación de azoteas, utilizándolo como herramienta para el desarrollo

regional y urbano. Además, sensibiliza a la población y gobernantes mediante la creación de campañas publicitarias.

Considera como idea base llevar al mercado internacional la naturación de azoteas verdes, principalmente a Latinoamérica, siendo el centro de coordinación, compartiendo experiencias y conocimientos con otras instituciones y asociaciones.

Cuentan con la certificación de la Universidad Humboldt de Berlín Alemania IASP y de la GRHC.

2). Comisión de Recursos Naturales De La Secretaria Del Medio Ambiente Del Distrito Federal (CORENA)

El Gobierno del Distrito Federal elaboró y puso en marcha el proyecto denominado "Plan Verde" en junio del 2011, con la colaboración de CORENA, siendo este proyecto el inicio para convertir a la Ciudad de México en una Ciudad sustentable.

El plan verde consta de los siguientes apartados: Conservación del suelo, Habitabilidad y espacio público, Agua, Movilidad, Aire, Residuos sólidos, Cambio climático y energía.

Lo correspondiente a naturación de azoteas es el apartado de Habitabilidad y espacio Público en su cuarta estrategia que se cita como: "Incremento de las áreas verdes y dotación de infraestructura, mobiliario urbano y elementos de accesibilidad para los espacios públicos."

En dicha estrategia se plantea lo siguiente: "Incrementar la superficie naturada de azoteas en edificios públicos del Distrito Federal con una superficie de 30,000 metros cuadrados para el 2012."

Para entender, el por qué se necesitan de estas legislaciones, en los capítulos siguientes se dan a conocer todos los componentes básicos de la instalación, diseño y criterios una azotea verde.

-Legislación Colombiana

No solo América del Norte y Europa cuentan con Normas para la instalación de Azoteas Verdes, en América Latina destaca Colombia, en 2009 dio a conocer el proyecto de acuerdo Número 386 del decreto 1421 de 1993, entrando en vigor a partir de su fecha de publicación. Implementa, promueve y estimula las tecnologías de creación de azoteas verdes en Bogotá, entre otras disposiciones ambientales. A continuación, se da una breve explicación de los artículos 1 al 5 de dicho decreto.

1. Toda construcción nueva del orden Distrital para la prestación de servicios, implementará en sus techos tecnologías de azoteas verdes o techos ecológicos, conforme a las normas de construcción existentes.
2. Las nuevas edificaciones que cuenten con tecnologías de azotea verde podrán tener beneficios financieros para la recuperación de la inversión realizada, también podrá aplicar la certificación de captura de carbono (CCC).
3. Se contará con la ayuda de las Secretarias de Hábitat, Ambiente y el Jardín Botánico José Celestino Mutis, para la cuantificación de CCC y las diversas especies orgánicas y vegetales que pueden ser colocadas en una azotea verde.
4. Las edificaciones ya existentes de orden público que no cuenten con tecnologías de azoteas verdes tendrán hasta el año 2020 para la implementación progresiva de dichas tecnologías.

   “La administración distrital, para tales efectos deberá hacer un inventario de las áreas susceptibles de aplicación del presente Acuerdo a fin de planificar e incorporar

progresivamente los respectivos recursos en los presupuestos de las entidades en cada vigencia con miras a dar cumplimiento a lo establecido en el presente Acuerdo."

5. Promover la implementación de tecnologías de azoteas verdes en el sector privado por medio de la Administración distrital.

2.3.2. Asociaciones Internacionales

a. Techos Verdes para Ciudades Saludables (GRHC)

La organización de Techos Verdes para Ciudades Saludables fue fundada como resultado del proyecto de investigación sobre los beneficios de las azoteas verdes y las barreras para el desarrollo de la industria, integrada por organizaciones públicas y privadas, esta asociación rige principalmente a América del Norte.

Esta asociación otorga la "Certificación del Diseño del Techo Verde 101", a diferentes organismos gubernamentales y privados, pero, dado que es poca la información con la que se cuenta la GRHC ofrece un curso sobre "Tecnologías de techo verde en América del Norte", el cual consta de los siguientes programas:

- ❖Curso introductorio: Green Roofs Diseño 101
- ❖Diseño e instalación de 201: Infraestructura del Techo Verde
- ❖Impermeabilización de Techos Verdes y Drenaje 301
- ❖Las plantas verdes y medios de cultivo 401

Estos cursos son de apoyo para la formación de profesionales en materia de azoteas verdes, siempre y cuando el interesado acredite el examen de certificación de GRP por sus siglas en ingles Green Roof Professional.

La GRHC en conjunto con la industria de capas para techos por sus siglas en ingles Single Ply Roofing Industry (SPRI), han desarrollado las siguientes Normas:

- Directrices para el diseño por incendio
- Diseño estándar por viento
- Procedimiento para la investigación de la resistencia a la penetración.

También cuentan con Normas adicionales las cuales incluyen las funciones múltiples de los medios de cultivo.

b.Asociación Internacional de Azoteas Verdes (IGRA)

Esta asociación regula los requisitos técnicos con respecto a la instalación de azoteas verdes, principalmente a los países europeos, asimismo da a conocer los diversos tipos de azoteas verdes, los tipos de vegetación, conservación y mantenimiento. También establece lineamientos preventivos para que cada país pueda contar con lineamientos básicos y de esta manera desarrollar leyes y normas propias sobre Azoteas Verdes.

Las directrices con las que cuenta IGRA en lo técnico constructivo son:

- ❖Capacidad para el soporte de carga
- ❖Elevación
- ❖Protección contra incendios
- ❖Temperatura
- ❖Protección contra ruido

En la parte técnica sobre azoteas verdes se tiene:

- ❖Material de impermeabilización
- ❖Instalación
- ❖Pendiente
- ❖Drenaje

Además, esta asociación promueve programas de azoteas verdes en países que aún no tienen legislación sobre el tema, dichos programas contienen lineamientos sobre ingeniería y arquitectura del paisaje.

IGRA tiene políticas que proponen dar diversos incentivos a los propietarios de los inmuebles que tienen instalada una azotea verde, algunos de estos incentivos son:

Incentivos financieros directos

Reducción de impuestos de aguas pluviales (drenaje).

Cada país puede tomar estos incentivos o proponer otros, tal como en el caso de aguas pluviales, no todos los países cuentan con un drenaje de aguas pluviales, varios lo tienen combinado, por lo tanto, el incentivo de reducción de impuestos de aguas pluviales, se podría aplicar al pago de aguas residuales.

Nacional

En nuestro país no existe una legislación exclusiva para la implementación de las azoteas verdes, solamente nos queda usar la normatividad internacional y tomar algunos dispositivos legales peruanos que tienen algún precedente que nos pueda ayudar a desarrollar este tipo de proyectos, información que nos sirve para el presente trabajo de investigación.

c.Constitución política del Perú

El Artículo 2º inciso 22

Establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida. Así mismo, el Artículo 67° señala que el Estado determina la política nacional del ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales (El Peruano, 1993).

Articulo. 66°. - Recursos naturales

Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la nación. El estado es soberano en su aprovechamiento.

Por ley orgánica se fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares. La concesión otorga a su titular un derecho real, sujeto a dicha norma legal.

Articulo. 67°. - Política Ambiental

El estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.

1.Ley N° 28611: Ley General del Ambiente

El Artículo 33º inciso 2 de la elaboración de ECA y LMP, la Autoridad Ambiental Nacional, en el proceso de elaboración de los ECA. LMP y otros estándares o parámetros para el control y la protección ambiental, debe tomar en cuenta los establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) o de las entidades de nivel internacional especializadas en cada uno de los temas ambientales (El Peruano, 2005).

d. Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental

En el Artículo 5º, nos menciona los criterios de protección ambiental. la protección de la calidad ambiental, tanto del aire, del agua, del suelo, como la incidencia que pueda producir el ruido y los residuos sólidos, líquidos y emisiones gaseosas y radioactivas (El Peruano, 2001).

1.Decreto supremo Nº 047- 2001-MTC.

establecen límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial El Artículo 5 establece que los vehículos automotores cuyas emisiones superen los Límites Máximos Permisibles (LMPs). serán sancionados conforme lo establece el Reglamento Nacional de Tránsito (El Peruano, 2001).

2.Decreto supremo N°074-2001-PCM

Articulo. 4.- Estándares primarios de calidad del aire.- Los estándares primarios de calidad del aire consideran los niveles de concentración máxima de los siguientes contaminantes del aire: a) Dióxido de Azufre (SO2) b) Material Particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM-10) c) Monóxido de Carbono (CO) d) Dióxido de Nitrógeno (N02) e) Ozono (03) f) Plomo (Pb) g) Sulfuro de Hidrógeno (H2S) Deberá realizarse el monitoreo periódico del Material Particulado con diámetro menor o igual a 2.5 micrómetros (PM-2.5) con el objeto de establecer su correlación con el PM10. Asimismo, deberán realizarse estudios semestrales de especiación del PM10 para determinar su composición química, enfocando el estudio en partículas de carbono, nitratos, sulfatos y metales pesados. Para tal efecto se considerarán las variaciones estacionales.

Al menos cada dos años se realizará una evaluación de las redes de monitoreo.

Artículo 23°. - Estados de alerta. - La declaración de los estados de alerta tiene por objeto activar en forma inmediata un conjunto de medidas destinadas a prevenir el riesgo a la salud y evitar la exposición excesiva de la población a los contaminantes del aire que pudieran generar daños a la salud humana.

El Ministerio de Salud es la autoridad competente para declarar los estados de alerta, cuando se exceda o se pronostique exceder severamente la concentración de contaminantes del aire, así como para establecer y verificar el cumplimiento de las medidas inmediatas que deberán aplicarse, de conformidad con la legislación vigente y el inciso c) del Art. 25 del presente reglamento. Producido un estado de alerta, se hará de conocimiento público y se activarán las medidas previstas con el propósito de disminuir el riesgo a la salud.

3.Decreto supremo N° 003-2008-MINIAM (22/08/2008)

Artículo 3°. - Vigencia de Estándares de Calidad Ambiental para Aire establecidos para el dióxido de azufre

Los Estándares de Calidad Ambiental para Aire establecidos para el Dióxido de Azufre en el Decreto Supremo W 074-2001-PCM mantienen su vigencia hasta el 31. 12.2008.

Conforme a lo establecido en el Anexo I del presente Decreto Supremo, los nuevos Estándares de Calidad Ambiental establecidos para el Dióxido de Azufre entrarán en vigencia a partir del primero de enero del 2009.

4.Norma de calidad ambiental o nivel referencial

En el Perú no se presenta ninguna norma o ley con respecto a los límites máximos permisibles para polvo sedimentable, sin embargo, instituciones como DIGESA Y SENAMHI cogen normas de OMS para establecer estudios de monitoreo (Marcos, 2008, p. 50).

5.Ordenanza Municipal de Lima Metropolitana N°1862-2014

Que regula el proceso de planificación del desarrollo territorial urbano del área metropolitana de Lima, en el Artículo N°16 establece los tipos de zonificación de los usos del suelo de acuerdo con el funcionamiento de las actividades económicas y sociales en la ciudad (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2016).

III. Método

3.1. Tipo de investigación

El presente trabajo es una investigación aplicada, que requiere de una descripción de las características más significativas, de un análisis de causas y efectos y de una medida de mitigación exhaustiva y eficiente.

Nivel

El presente trabajo es una investigación de nivel experimental, es decir a partir del problema fundamental se derivan los objetivos, que nos ayudaran a determinar las soluciones más adecuadas.

Diseño

El diseño que se utilizó en la presente investigación es el experimental.

Según Ramón (2000), las investigaciones y en particular, los diseños experimentales intentan establecer básicamente relaciones causa-efecto. Más específicamente, cuando se desea estudiar como una variable independiente (causa) modifica una variable dependiente (efecto). La relación causa-efecto solo puede ser atribuida mediante la aplicación de un pensamiento lógico junto a un diseño bien aplicado.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

El universo motivo de la investigación está conformado por un área total de 2.819 km², que corresponde a la ciudad de Lima Metropolitana, el cuál es el protagonista del proyecto, quien cuenta con una población de 9 millones 752 mil habitantes, al mes de mayo 2017.

3.2.2. Muestra

Para obtener la muestra se utilizó la técnica del muestreo no probabilístico o intencional o dirigido. La recolección de información se hizo mediante un cuestionario a 60 ciudadanos del distrito de Jesús María - Lima Metropolitana.

La edificación seleccionada para la investigación a juicio del investigador el área de 60 m^2 de mi domicilio, ubicado en Av. Cayetano Heredia 150 Jesús María – Lima – Perú.

3.3. Operacionalización de las variables

En este trabajo de investigación se presentan las variables en las siguientes tablas:

Tabla 3

Variable independiente

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores
Diseño e Implementación de un Manual	Elaborar un documento técnico de instrucciones y procedimientos para instalar una azotea verde en casa; para demostrar su funcionalidad se ha implementado un área piloto de 60 m2	Tamaño	1. Superficie 2. Recipientes
		Tipo de Plantas	1. Decorativas 2. Para la alimentación
		Tecnología	1. Tipos de cultivo 2. Sistema de riego

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4

Variable dependiente

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores
Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana	Mejorar la cultura de azoteas verdes, mediante el aporte al conocimiento que nos da el Manual a los ciudadanos de Lima Metropolitana	Aspecto Social	1. Educación 2. Salud
		Aspecto Económico	1. Consumo 2. Comercio
		Aspecto Ambiental	1. Calidad de aire 2. Isla de Calor

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Instrumentos

Los principales instrumentos y materiales que he utilizado en la investigación son:

Cuestionarios.

Se utilizó un cuestionario conteniendo preguntas de carácter cerrado sobre el diseño e implementación del manual, respecto a la optimización de la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana. El carácter cerrado es por el poco tiempo que disponen los encuestados para responder sobre la investigación. También contiene un cuadro de escalas.

Utilizando la técnica del muestreo no probabilístico o intencional o dirigido, se recolectó la información a 60 ciudadanos del distrito de Jesús María - Lima Metropolitana, para lo cual se utilizó un cuestionario previamente validado con 28 preguntas que nos llevan a conocer la opinión de cada uno de vecinos a cerca del Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana.

Cuyos resultados fueron muy alentadores porque en el fondo nos dan a notar que ellos saben de los beneficios que ofrece una Azotea Verde, también los menores costos para su alimentación, también lo vieron como un aporte económico, porque generaría puestos de trabajo y un negocio en casa; así mismo que nos serviría para reducir las emisiones de dióxido de carbono y la isla de calor de las zonas urbanas.

La escala de evaluación de las respuestas de las 28 preguntas fue de 5 al 1, así como sigue:

Totalmente de acuerdo	5
De acuerdo	4
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3
En desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	1

Fichas Bibliográficas.

Se utilizaron para tomar anotaciones de los libros, textos, trabajos de investigación, normas, revistas y de toda la información correspondiente al Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana.

Evaluaciones In Situ.

Se tomó información In Situ del lugar experimental para el Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana; se realizó la evaluación estructural de la vivienda, se tomó las medidas de la infraestructura utilizada en la azotea verde para diseñar los planos, calcular los metrádos, se evaluó todo el proceso de vida de las plantas, se realizó el mantenimiento durante todo el tiempo que duro la elaboración de la presente tesis.

Guías de Análisis Documental.

Se utilizó como hoja de ruta para disponer de la información que realmente se consideró en la investigación correspondiente al Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana; a fin de que el presente documento tenga su propia forma y originalidad.

Herramientas y Materiales Utilizados.

Se utilizó las siguientes herramientas y materiales:

Herramientas de procesamiento de datos

- Computadora
- Software
- Impresora

Herramientas Manuales

- Cincel
- Comba
- Martillo
- Lampa
- Pico
- Badilejo
- Espátula
- Fratacho
- Llana
- Llana dentada
- Taladro
- Cortadora de cerámicos
- Guantes de seguridad
- Lentes de seguridad
- Mascarillas de seguridad
- Nivel
- Guincha
- Carretilla
- Cubo de obra

Materiales

- ❖Cemento Portland tipo I (42.5kg)
- ❖Transformador de oxido
- ❖Arena fina
- ❖Agua para la obra
- ❖Clavos con cabeza promedio
- ❖Arena gruesa
- ❖Ladrillo arcilla hueco 8 x 30 x 30 cm
- ❖Pegamento para cerámica
- ❖Fragua (bolsa 5 kg)
- ❖Cerámico vitrificado 0.30x0.30m
- ❖Membrana impermeabilizante anti - raiz
- ❖Pegamento
- ❖Cinta para agua
- ❖Geo compuesto de drenaje
- ❖Geo malla uniaxial 120 kn/m
- ❖Piedra chancada de 3/4"
- ❖Granalla/confitillo
- ❖Pegamento para PVC
- ❖Tubería PVC ø 1/2"
- ❖Canaleta PVC 6 x 6 cm
- ❖Tubo PVC sal de 2"
- ❖Codo PVC sal de 2"
- ❖Yee PVC sal de 2"
- ❖Tierra preparada
- ❖Compost
- ❖Humus
- ❖Cadena delgada
- ❖Angulo de soporte
- ❖Tornillo 2"
- ❖Envase de botella PET
- ❖Malla electro soldada #10
- ❖Clavos 2 1/2"
- ❖Manguera 1/4"
- ❖Bandeja de desfogue de 3.30 x 0.15 x 0.10 m
- ❖Bandeja de desfogue de 2.10 x 0.15 x 0.10 m
- ❖Bandeja de desfogue de 2.80 x 0.15 x 0.10 m
- ❖Tubería PVC ø 2"
- ❖Botellas PET apisonadas
- ❖Mesas de cultivo de madera
- ❖Macetas medianas
- ❖Jardineras 80x24x20 cm
- ❖Manguera de 10 m y esparcidor
- ❖Manguera de 20 m y esparcidor

3.5. Procedimientos

El procedimiento de recolección de datos tuvo en consideración lo siguiente:

Ubicación de la Zona de Estudio.

La recolección de información que se hizo mediante un cuestionario fue en el distrito de Jesús María - Lima Metropolitana.

Y el área experimental de 60 m^2 fue las azoteas de mi domicilio, ubicada en Av. Cayetano Heredia 150 Jesús María – Lima – Perú.

Ordenamiento y Clasificación de Datos.

Se ha aplicado para tratar la información cualitativa y cuantitativa sobre el Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana en forma ordenada de modo de interpretarla, y sacarle el máximo provecho.

Registro Manual.

Se ha aplicado para digitar la información de las diferentes fuentes sobre el Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana.

Proceso Computarizado en Google Eart.

Se usó esta herramienta software para visualizar y obtener la información satelital de Lima Metropolitana y sus áreas verdes; así mismo para determinar la ubicación del lugar experimental del Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana.

Proceso Computarizado en Excel.

Se ha usado esta herramienta software para determinar diversos cálculos matemáticos y estadísticos de utilidad sobre el Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana.

Proceso Computarizado con SPSS.

Se ha usado para digitar, procesar y analizar datos y determinar indicadores promedios de asociación y otros sobre el Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana.

Proceso Computarizado usando la Metodología BIM.

Se ha usado esta herramienta software para realizar los modelamientos de información en la construcción de los diversos diseños de las Azoteas Verdes, mediante el cual usando el REVIT, se llevó al 3D, generándose una vista virtual de la vivienda experimental y al cálculo de metrados para la elaboración de los presupuestos de los tres diseños de Azoteas Verdes considerados en el manual; convirtiéndose de esta manera en una herramienta fundamental para el Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana.

Proceso Computarizado en presupuestos.pe.

Se ha usado esta herramienta software para determinar los presupuestos y programación de obra de la implementación de la azotea verde; se comparó económicamente el gasto de la implementación de las Azoteas Verdes en sus tres diseños; convirtiéndose en una herramienta fundamental para el Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana.

3.6. Análisis de datos

Se aplicó las siguientes técnicas de procesamiento de datos:

Análisis Documental.

Esta técnica permitió conocer, comprender, analizar e interpretar cada una de las normas, libros, textos, revistas artículos de internet y otras fuentes documentales sobre el

Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana.

Indagación.

Esta técnica facilitó disponer de datos cualitativos y cuantitativos de cierto nivel de razonabilidad sobre el Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana.

Tabulación de cuadros con cantidades y porcentajes.

Esta técnica facilitó la información cuantitativa sobre el Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana.

Comprensión de Gráficos.

Esta técnica facilitó graficar la información sobre el Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana.

IV. Resultados

Visto que el uso de instrumentos, técnicas, métodos y otros elementos no es limitativa, es meramente referencial; por tanto, cuando fue necesario se utilizó otros métodos para tener la información integral sobre el Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana.

4.1. Análisis e interpretación

De los cuestionarios

Se utilizó la técnica del muestreo no probabilístico o intencional o dirigido, recolectándose la información a 60 ciudadanos del distrito de Jesús María - Lima Metropolitana, mediante un cuestionario previamente validado con 28 preguntas que nos llevan a conocer la opinión de cada uno de vecinos a cerca del Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana.

Resultados obtenidos en campo

Los resultados fueron muy alentadores porque en el fondo nos dan a notar que ellos saben de los beneficios que ofrece una Azotea Verde, la contribución en la alimentación del hogar, el aporte económico, porque generaría puestos de trabajo y un negocio en casa; así mismo que nos serviría para reducir las emisiones de dióxido de carbono y la isla de calor de las zonas urbanas.

La escala de evaluación de las respuestas de las 28 preguntas fue de 5 al 1, así como sigue:

Totalmente de acuerdo5

De acuerdo4

Ni de acuerdo, ni en desacuerdo3

En desacuerdo2

Totalmente en desacuerdo1

A continuación, se muestran los resultados:

Tabla 5

Encuestados por sexo

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,886	21

Sexo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Masculino	33	55,0	55,0	55,0
	Femenino	27	45,0	45,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 19

Encuestados por sexo

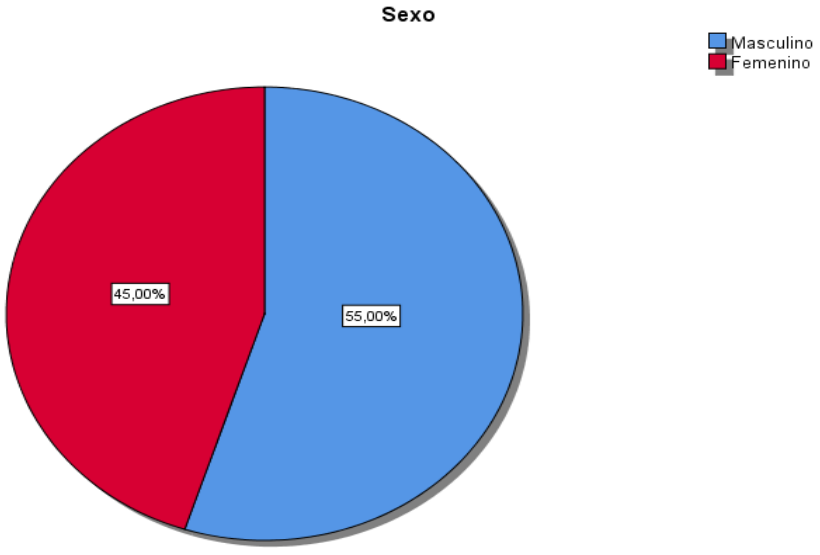


Tabla 6

Encuestados por estado civil

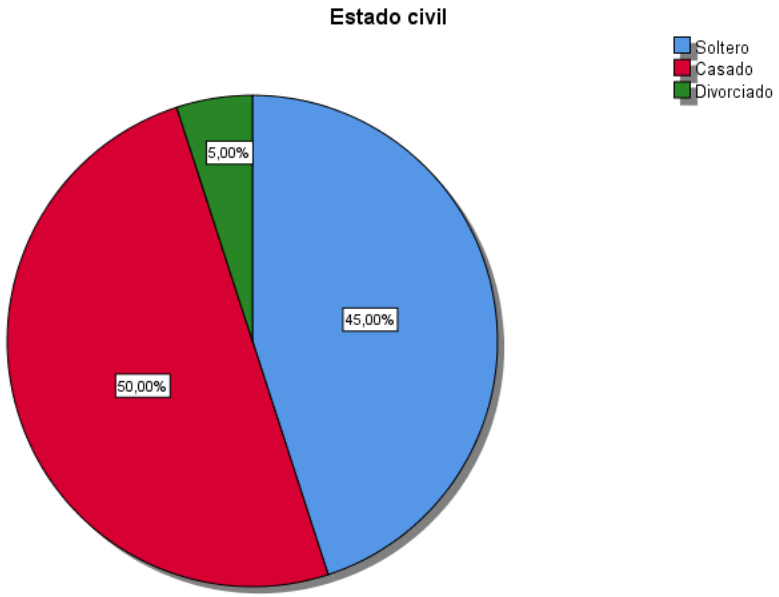
Estado civil

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Soltero	27	45,0	45,0	45,0
	Casado	30	50,0	50,0	95,0
	Divorciado	3	5,0	5,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 20

Encuestados por estado civil



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7

Encuestados por el número de hijos

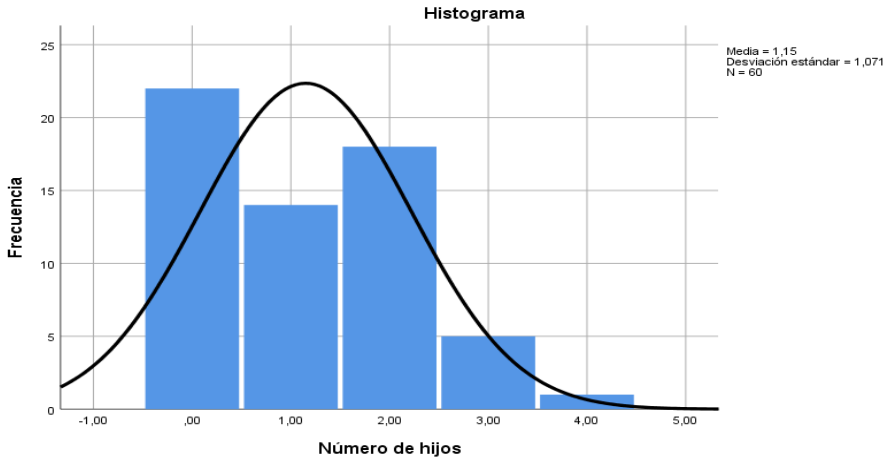
Estadísticos		
Número de hijos		
N	Válido	60
	Perdidos	0
Media		1,1500
Desviación estándar		1,07080
Varianza		1,147

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	,00	22	36,7	36,7	36,7
	1,00	14	23,3	23,3	60,0
	2,00	18	30,0	30,0	90,0
	3,00	5	8,3	8,3	98,3
	4,00	1	1,7	1,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 21

Encuestados por el número de hijos



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8

Encuestados por edad

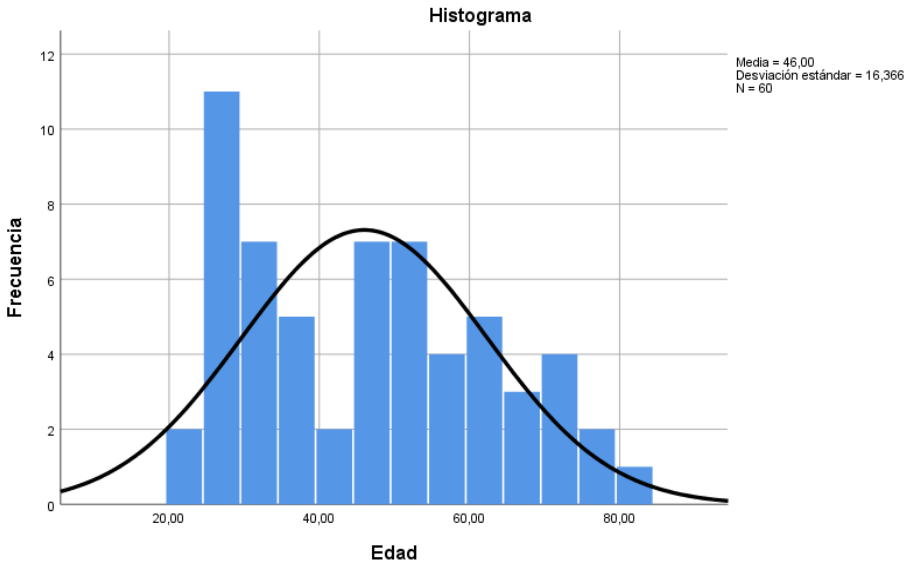
Estadísticos

Edad

N	Válido	60
	Perdidos	0
Media		46,0000
Desviación estándar		16,36553
Varianza		267,831

Figura 22

Encuestados por edad



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9

Encuestados por grado de instrucción

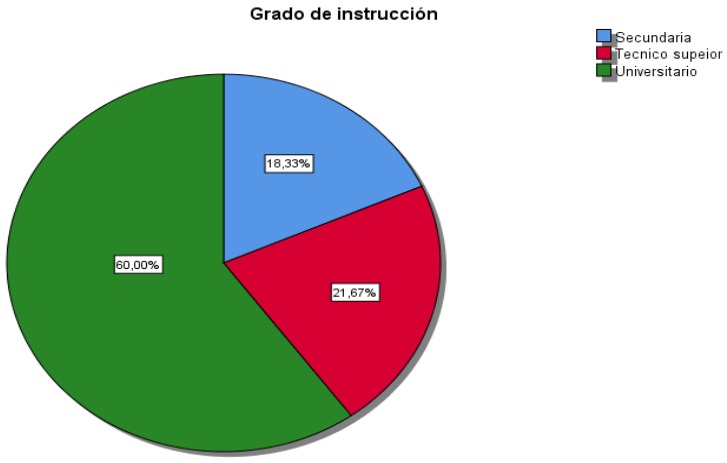
Grado de instrucción

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Secundaria	11	18,3	18,3	18,3
	Técnico superior	13	21,7	21,7	40,0
	Universitario	36	60,0	60,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 23

Encuestados por grado de instrucción



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10

Consideran que las azoteas deben ser cultivadas, en vez de tenerlas en desuso

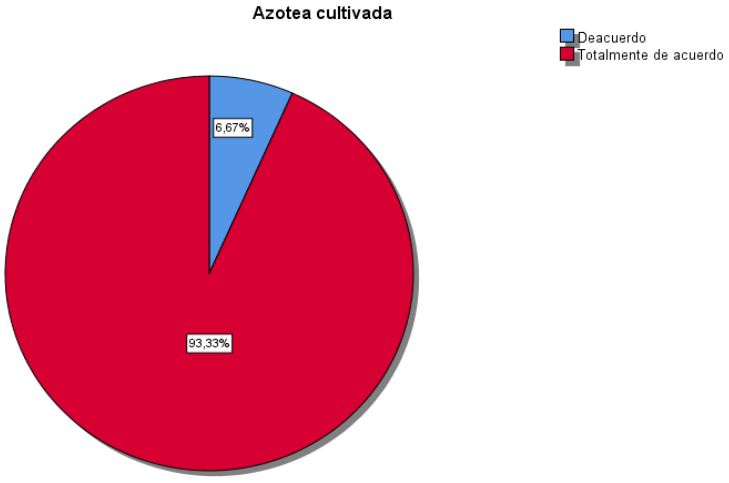
Azotea cultivada

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De acuerdo	4	6,7	6,7	6,7
	Totalmente de acuerdo	56	93,3	93,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 24

Consideran que las azoteas deben ser cultivadas, en vez de tenerlas en desuso



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11

Les gustaría tener en su casa una azotea verde y cultivar plantas alimenticias

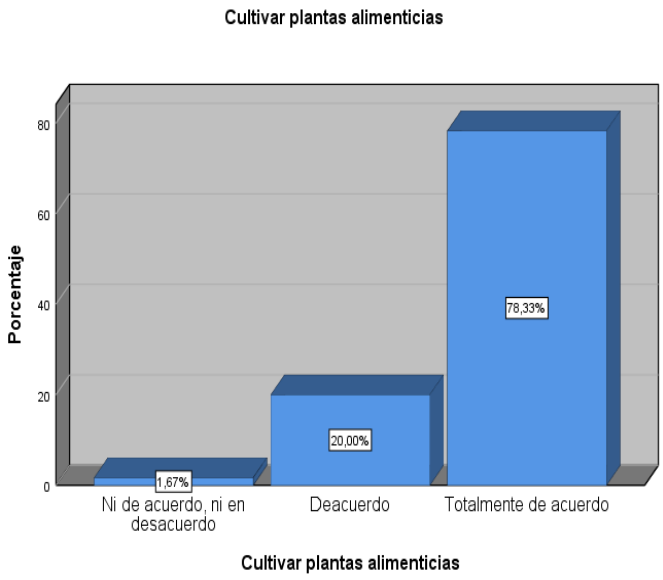
Cultivar plantas alimenticias

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	1	1,7	1,7	1,7
	De acuerdo	12	20,0	20,0	21,7
	Totalmente de acuerdo	47	78,3	78,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 25

Les gustaría tener en su casa una azotea verde y cultivar plantas alimenticias



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12

Les gustaría contar con un manual para implementar una azotea verde

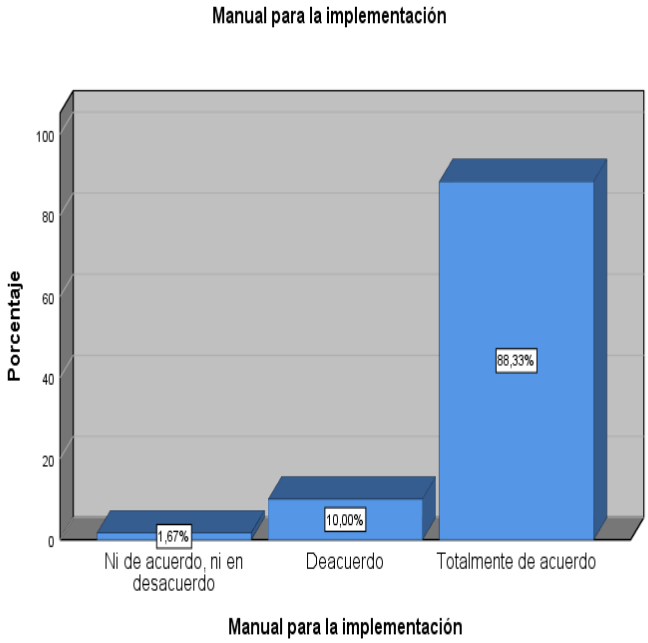
Manual para la implementación

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	1	1,7	1,7	1,7
	De acuerdo	6	10,0	10,0	11,7
	Totalmente de acuerdo	53	88,3	88,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 26

Les gustaría contar con un manual para implementar una azotea verde



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13

Les gustaría toda la superficie de su azotea convertirla en una azotea verde

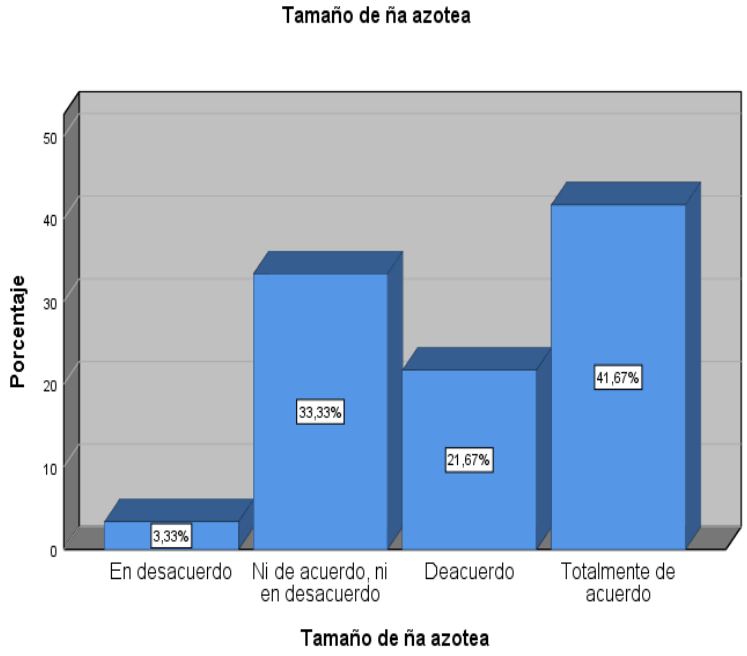
Tamaño de la azotea

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	En desacuerdo	2	3,3	3,3	3,3
	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	20	33,3	33,3	36,7
	De acuerdo	13	21,7	21,7	58,3
	Totalmente de acuerdo	25	41,7	41,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 27

Les gustaría toda la superficie de su azotea convertirla en una azotea verde



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14

Les gustaría cultivar plantas de hortalizas y frutas en su azotea verde.

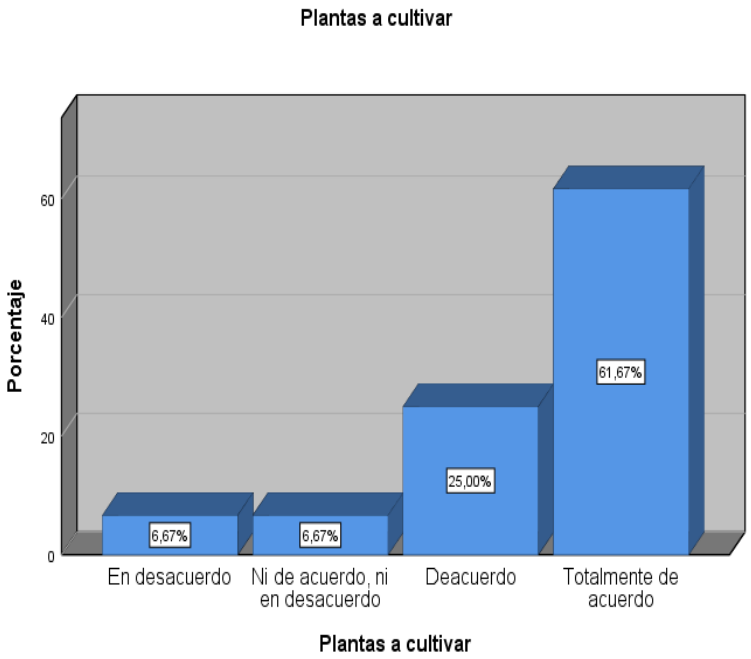
Plantas a cultivar

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	En desacuerdo	4	6,7	6,7	6,7
	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	4	6,7	6,7	13,3
	De acuerdo	15	25,0	25,0	38,3
	Totalmente de acuerdo	37	61,7	61,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 28

Les gustaría cultivar plantas de hortalizas y frutas en su azotea verde



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15

Considera utilizar las técnicas de cultivo en su azotea verde

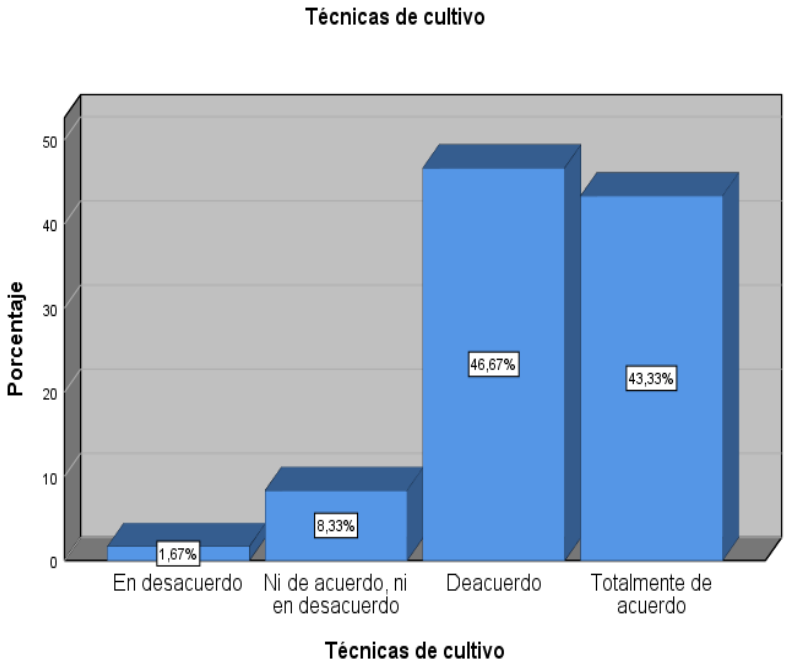
Técnicas de cultivo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	En desacuerdo	1	1,7	1,7	1,7
	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	5	8,3	8,3	10,0
	De acuerdo	28	46,7	46,7	56,7
	Totalmente de acuerdo	26	43,3	43,3	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 29

Considera utilizar las técnicas de cultivo en su azotea verde



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16

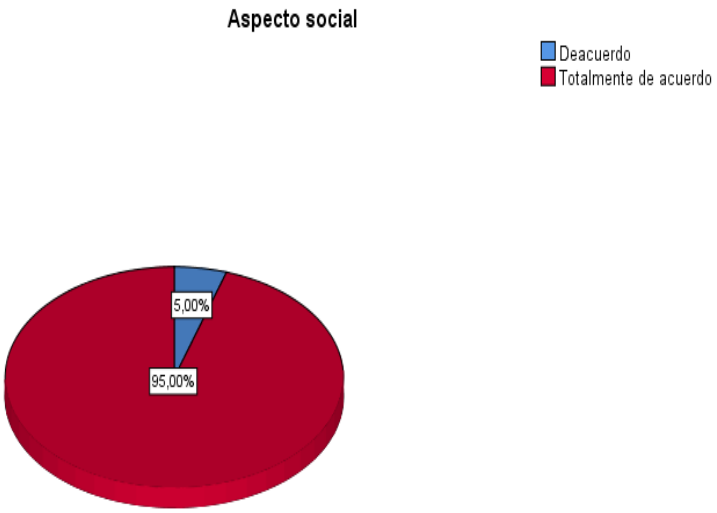
Considera que el cultivo de azoteas verdes será un aporte en el aspecto social

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De acuerdo	3	5,0	5,0	5,0
	Totalmente de acuerdo	57	95,0	95,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 30

Considera que el cultivo de azoteas verdes será un aporte al aspecto social



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17

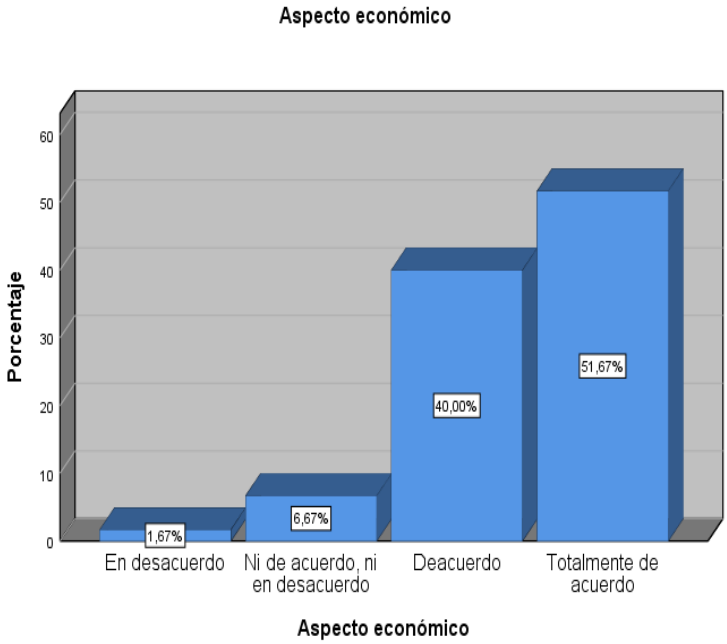
Considera que las azoteas verdes será un aporte en el aspecto económico

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	En desacuerdo	1	1,7	1,7	1,7
	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	4	6,7	6,7	8,3
	De acuerdo	24	40,0	40,0	48,3
	Totalmente de acuerdo	31	51,7	51,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 31

Considera que las azoteas verdes será un aporte en el aspecto económico



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18

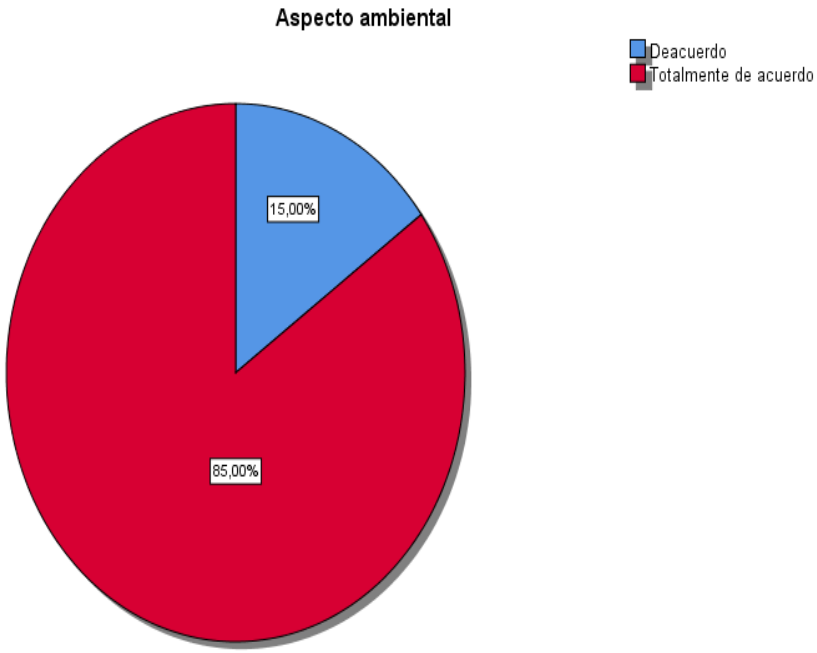
Considera que las azoteas verdes será un aporte en el aspecto ambiental

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De acuerdo	9	15,0	15,0	15,0
	Totalmente de acuerdo	51	85,0	85,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 32

Considera que las azoteas verdes será un aporte en el aspecto ambiental



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19

El diseño e implementación de un manual de azoteas verdes es buen aporte

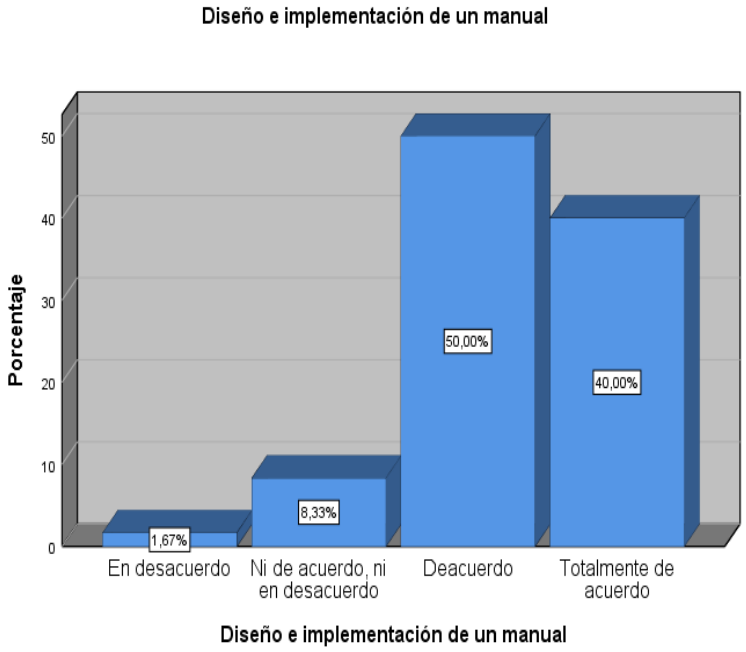
Diseño e implementación de un manual

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	En desacuerdo	1	1,7	1,7	1,7
	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	5	8,3	8,3	10,0
	De acuerdo	30	50,0	50,0	60,0
	Totalmente de acuerdo	24	40,0	40,0	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 33

El diseño e implementación de un manual de azoteas verdes es buen aporte



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20

Un manual optimizaría la cultura de azoteas verdes a Lima Metropolitana

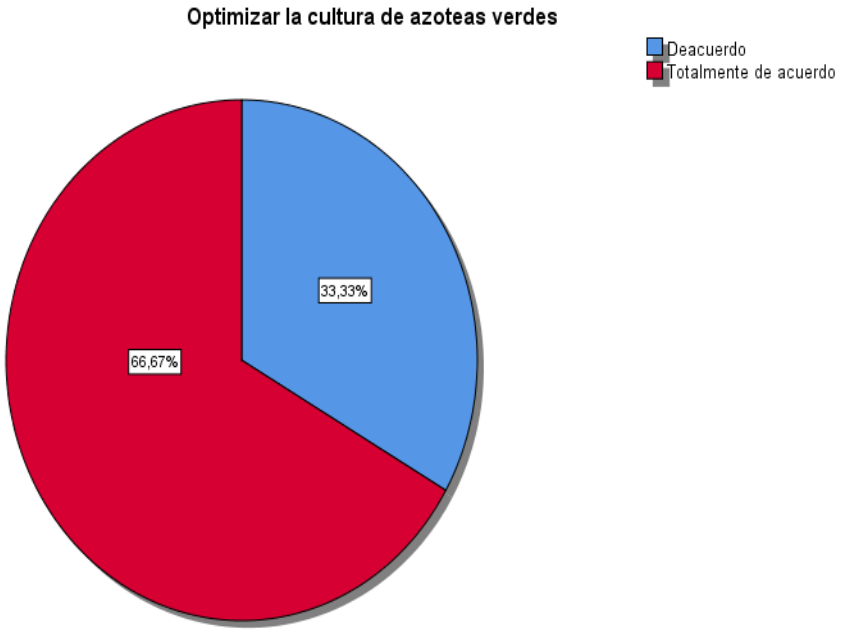
Optimizar la cultura de azoteas verdes

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	De acuerdo	20	33,3	33,3	33,3
	Totalmente de acuerdo	40	66,7	66,7	100,0
	Total	60	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 34

Un manual optimizaría la cultura de azoteas verdes a Lima Metropolitana



Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.Pruebas de hipótesis

Hipótesis general:

Ho: El Diseño e Implementación de un manual **no** influye favorablemente en optimizar la Cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana.

Ha: El Diseño e Implementación de un manual influye favorablemente en optimizar la Cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana

Tabla 21

Hipótesis general

			Diseño e implementación de un manual	Optimizar la cultura de azoteas verdes
Rho de Spearman	Diseño e implementación de un manual	Coeficiente de correlación	1,000	,607**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	60	60
	Optimizar la cultura de azoteas verdes	Coeficiente de correlación	,607**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	60	60

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración Propia

Observando la tabla Nº 21 el coeficiente de correlación es de 0.607 resultando una relación positiva, directa y alta entre las variables en estudio. Así mismo, nos muestra la significatividad de la prueba estadística de la hipótesis general con un p valor de 0.000 menor a 0.05, en consecuencia, se rechaza hipótesis nula y se acepta la Hipótesis alternativa, concluyéndose que el diseño e implementación de un manual influye favorablemente en optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana

Hipótesis Específicas

Hipótesis específica 1

Ho: El Diseño e Implementación de un manual **no** influye favorablemente en el aspecto social para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana

Ha: El Diseño e Implementación de un manual influye favorablemente en el aspecto social para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana

Tabla 22

Hipótesis especifica 1

			Diseño e implementación de un manual	Aspecto social
Rho de Spearman	Diseño e implementación de un manual	Coeficiente de correlación	1,000	,218
		Sig. (bilateral)	.	,094
		N	60	60
	Aspecto social	Coeficiente de correlación	,218	1,000
		Sig. (bilateral)	,094	.
		N	60	60

Fuente: Elaboración Propia

Observando la tabla Nº 22 el coeficiente de correlación es de 0.218 resultando una relación positiva, directa y baja entre las variables en estudio. Así mismo, nos muestra la no significatividad de la prueba estadística de la hipótesis con un p valor de 0.094 mayor a 0.05, en consecuencia, se acepta hipótesis nula y se rechaza la Hipótesis alternativa, concluyéndose que el diseño e implementación de un manual no influye favorablemente en el aspecto social

para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana. El resultado, puede ser por el poco número de encuestado.

Hipótesis específica 2

Ho: El Diseño e Implementación de un manual **no** influye favorablemente en el aspecto económico para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana.

Ha: El Diseño e Implementación de un manual influye favorablemente en el aspecto económico para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana.

Tabla 23

Hipótesis especifica 2

			Diseño e implementación de un manual	Aspecto económico
Rho de Spearman	Diseño e implementación de un manual	Coeficiente de correlación	1,000	,590**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	60	60
	Aspecto económico	Coeficiente de correlación	,590**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	60	60

**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Fuente: Elaboración Propia

Observando la tabla Nº 23 el coeficiente de correlación es de 0.590 resultando una relación también positiva, directa y moderada entre las variables en estudio. Así mismo, nos muestra la significatividad de la prueba estadística de la hipótesis con un p valor de 0.000 menor a 0.05, en consecuencia, se rechaza hipótesis nula y se acepta la Hipótesis alternativa, concluyéndose que el diseño e implementación de un manual influye favorablemente en el aspecto económico para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana.

Hipótesis específica 3

Ho: El Diseño e Implementación de un manual **no** influye favorablemente en el aspecto ambiental para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana.

Ha: El Diseño e Implementación de un manual influye favorablemente en el aspecto ambiental para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana

Tabla 24

Hipótesis especifica 3

			Diseño e implementación de un manual	Aspecto ambiental
Rho de Spearman	Diseño e implementación de un manual	Coeficiente de correlación	1,000	,242
		Sig. (bilateral)	.	,062
		N	60	60
	Aspecto ambiental	Coeficiente de correlación	,242	1,000
		Sig. (bilateral)	,062	.
		N	60	60

Fuente: Elaboración Propia

Observando la tabla Nº 24 el coeficiente de correlación es de 0.242 resultando una relación positiva, directa y baja entre las variables en estudio. Así mismo, nos muestra la no significatividad de la prueba estadística de la hipótesis con un p valor de 0.062 mayor a 0.05, en consecuencia, se acepta hipótesis nula y se rechaza la Hipótesis alternativa, concluyéndose que el diseño e implementación de un manual no influye favorablemente en el aspecto ambiental para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana. Resultado puede mejorarse incrementando el número de encuestados.

4.2. De la información científica

Se revisó en forma física y virtual muchos trabajos de investigación, libros, textos, normas, revistas, y de toda documentación concerniente al Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana; de la cual se tomó mucha información a fin de sustentar la base científica de este trabajo de investigación.

Es más mucha información está dentro de nosotros y que ha servido para poder convivir con nuestro medio ambiente; de tal manera que todos somos conscientes de que las plantas son los pulmones de la ciudad, que tenemos que cuidarlo y protegerlos, porque ellas nos dan el oxígeno que respiramos; como un doctor amigo me dijo: “Nosotros podemos vivir veinte días sin comer, cinco días sin tomar agua, pero no podemos vivir cinco minutos sin oxígeno”; es por ello que el presente trabajo de investigación científica es muy importante para cambiar y mejorar la calidad de vida de la población limeña.

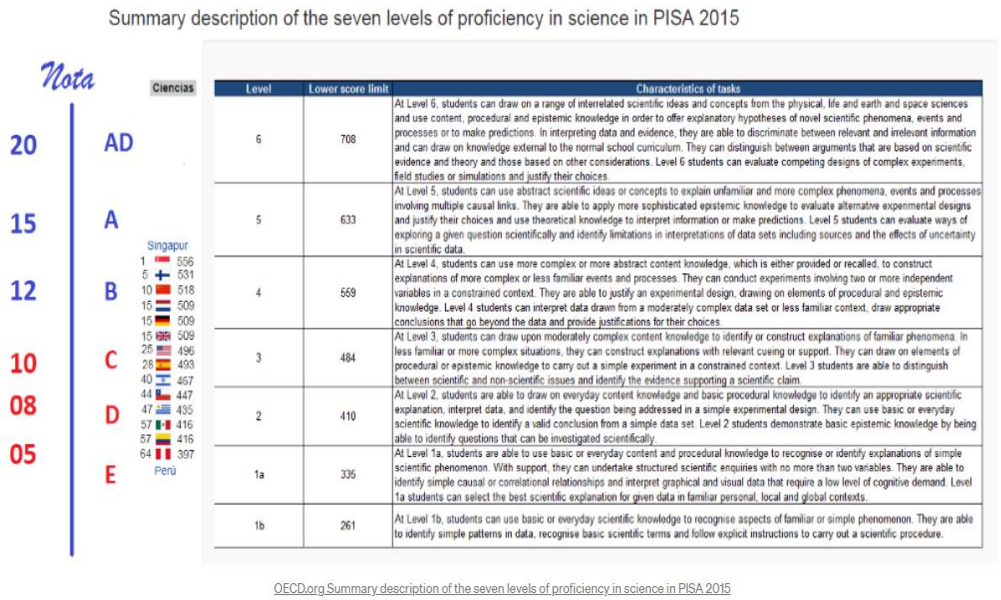
Es importante precisar que este proyecto tiene repercusiones favorables en la educación, en la salud, en la alimentación, en la economía, en la calidad de aire que respiramos, en la isla de calor y en muchos aspectos socios económicos y ambientales.

4.2.1. Las Azoteas verdes como aporte en la educación

Por la información que recibimos en el día a día, se está considerando al Perú como el país con la peor educación en Latinoamérica y del mundo, la misma que fue corroborada por el Programa internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) Programme for International Student Assessment que fue divulgada el 6 de diciembre de 2016.

Figura 35

La nota de educación del Perú se aproxima a 05, sobre una base de 20.



Fuente: PISA

En la figura adjunta podemos apreciar en la escala manejada por PISA, el Perú en el 2015 tiene una puntuación de 397, nota que se aproxima a 05, sobre una base de 20.

Esto se debe a que el alumno y la gente peruana no leen, y si lo hacen leen novelas, historias, poemas, y escritos dedicados a la chismosearía, debido a que nuestros escritores solamente publican libros de esta inclinación y raros son los peruanos que ESCRIBEN O LEEN CIENCIA; tal es así que en la última Feria Internacional del Libro de Lima, visite los stands de las universidades y me di con la sorpresa de que ninguna universidad tenía libros científicos, abundando los temas legales y las historietas. Dentro de la ciencia hay mucho que escribir, mucho que investigar, pero lamentablemente los peruanos esperan todavía que el gobierno le den financiamiento e incentivos para hacerlo; es por ello que el alumno peruano y sobretodo el limeño, en su mayoría no conocen los animales y las plantas del campo, no saben los beneficios que reciben y pueden recibir de ellos.

Figura 36

Presentando mis libros en la Feria Internacional del Libro de Lima

Fuente: Propia

Es por ello que cultivar plantas en nuestra azotea, es tener la ciencia en la casa, la teoría que nos enseñan en los centros de educativos se convertiría en la práctica, complementado de esta manera el conocimiento, convirtiéndose en un gran aporte a la educación.

Una azotea verde nos proporciona nuevos hábitats; ver volar bellas aves en nuestras casas, abejas y mariposas chupando los néctares de las flores; es sentir que estamos conviviendo con nuevas vidas, es adoptar una nueva filosofía que nos llevaría a enriquecer nuestros principios y valores. El tener una azotea verde en nuestros hogares, contribuiría con la educación ambiental.

Es por ello que Flores (2018) en su tesis de Doctorado en Educación de la Universidad Nacional Federico Villarreal “Proyecto Educativo Ambiental y su Influencia en las Actitudes Ambientales de los Estudiantes de la I. E. N° 138, Distrito de San Juan de Lurigancho – 2017” concluyo que el Proyecto Educativo Ambiental Integrado influye significativamente en las actitudes ambientales, de reducción los niveles de contaminación,

de la participación en la resolución de problemas medio – ambientales y de la recolección de residuos de los estudiantes de 4to grado de educación secundaria de la Institución Educativa mencionada.

4.2.2. Azoteas Verdes como aporte a la salud

La salud de los seres humanos se encuentra cada día más en peligro, debido a la estrecha relación que tenemos con nuestro medio ambiente y a los impactos negativos que le generamos. Los virus que prevalecen en el medio ambiente causan impactos en la salud pública y por consiguiente muchas pérdidas económicas, la inversión de los países en medicamentos, vacunas y la privacidad en ciertos casos del contacto entre los seres humanos para desarrollar sus actividades económicas se ven perjudicados por estos virus que cada vez más abundan y muchos de ellos mutan acondicionándose a el medio ambiente depredado por el ser humano.

Todos tenemos conocimiento que las medicinas son químicas, que en cierta manera sanan de una enfermedad y provocan la aparición de otra, los canceres que aparecen son diversos, la única manera es recurrir a nuestra madre naturaleza, usar sus productos y curarlos; es por ello que en nuestra azotea verde tenemos que cultivar plantas que nos curen; tal es así que en mi azotea verde vengo cultivando la Planta de la Vida (Synadenium Grantii Hook), esta produce un látex que al ingerir algunas gotas con agua nos ayuda a eliminar las células cancerosas y tumores. El profesor Gilberto Grandez Flores, en su libro La planta de la Vida, afirma su poder curativo en base diversos testimonios de curación de pacientes con cáncer y con VIH (SIDA), asi como de gangrena, diabetes, vitíligo, lupus y otras enfermedades severas. En la tesis de Cavero (2018) para obtener el título de Químico Farmacéutico de la Universidad San Pedro “Efecto Microbiano in vitro del Látex de Synadenium Grantii frente a Escherichia Coli, Sullana 2018” nos confirma también la

curación de pacientes de enfermedades severas. Hoy en día viene realizando muchas investigaciones científicas que tienen que ver con este tema.

Otra de las plantas curativas que cultivo en mi azotea verde es la Pitajaya, que nos ayuda a salir de los problemas de estreñimiento que nos trae consigo hasta llegar al cáncer de colon; el Llantén es una planta desinflamante, mucho me recuerdo cuando en el 2007 se volcó el bus que viajaba de Lima a Ayacucho, produciéndome grandes contusiones y moretones en todo mi cuerpo, durante la noche me colocaba sus hojas semi cocidas en los moretones y al día siguiente desaparecían, curándome en corto tiempo, es por ello que en mi azotea verde abunda el cultivo de esta planta. Otras plantas como la manzanilla, la menta, la muña cuantas veces me han ayudado a salir de los fuertes dolores de estómago, porque les soy sincero yo me curo con medicinas naturales, desde hace más de 20 años que no visito el médico y vivo sano sin dolencias crónicas; así como yo, muchas personas pueden recurrir a usar sus plantas medicinales cultivadas en su azotea verde.

El cultivar nuestra azotea y verla verde todos los días, con bellas flores, cosechando nuestros productos naturales nos da una buena salud mental provocado por el estrés, enfermedad de la actualidad que desencadena muchas enfermedades en nuestro organismo.

4.2.3. Azoteas Verdes como aporte en la alimentación

Los alimentos del mercado que consumimos en la actualidad mayormente son de baja calidad nutritiva, muchos de ellos contiene una gran cantidad de aditivos alimentarios; las carnes proviene de animales que usan hormonas y medicamentos para acelerar su desarrollo, las hortalizas y tubérculos que provienen de los campos para mejorar su producción son cultivados usando plaguicidas, herbicidas, hormonas y fertilizantes químicos; y lo peor de todo son regados por aguas contaminadas e inclusive con aguas servidas; es más hoy en día venimos consumiendo productos transgénicos, poniendo en riesgo nuestro esquema genético

que tarde o temprano traerá repercusiones en la raza humana. Todo ello es considerado como una alimentación chatarra, que, en vez de alimentarnos, nos reducen nuestro sistema inmunológico, poniéndonos propensos a las enfermedades y sobre todo nos convierte en seres que no podemos afrontar a las nuevas enfermedades que aparecen provocadas por nuevos virus y bacterias.

Es por ello que es muy importante que cambiemos de hábitos, cultivemos nuestras azoteas y obtengamos productos orgánicos para mejorar la alimentación en nuestros hogares, y que más si son cuidados por nosotros mismos.

La FAO (La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) con relación a la agricultura tradicional, cataloga a los huertos urbanos como los de mayor rendimiento de producción, mejor calidad alimenticia y sobre todo de producción ecológica; es por ello que, al convertir nuestras azoteas en verdes, considero que este es el sistema más apropiado de agricultura, porque nos proporcionara frutas, verduras y hortalizas ecológicas y de calidad.

Existe mucha información bibliográfica en lo que se refiere a guías y manuales que nos instruyen para sembrar productos orgánicos en las azoteas verdes para nuestro consumo; también hay muchas investigaciones científicas en donde se confirma que los productos orgánicos son de mejor calidad que los de la agricultura tradicional. Es por ello que nuestras azoteas verdes se consideran como un gran aporte en la alimentación de los nuestros.

4.2.4. Azoteas Verdes como aporte a la economía familiar

Las diversas bibliografías encontradas y los mercado que visito todos días, confirman que los productos orgánicos o ambientales gozan de mayor aceptación, debido a que las personas de hoy quieren cuidar su salud consumiendo estos productos, previniendo de esta manera enfermedades futuras; es por ello que nuestro trabajo de investigación, apunta a entregar la Lima metropolitana un manual para que les sirva como guía para la población y

cultiven sus azoteas, obtengan productos orgánicos, libre de sustancias químicas perjudiciales para la salud y que gocen de gran aceptación en el mercado.

Es por ello que con el simple hecho de vender nuestros excedentes al mercado nos daría un ingreso familiar, que podríamos gastarlo en cualquier cosa que sea necesario en nuestro hogar. Es así como lo demuestra la tesis de Victorio C (2017), para obtener el título de Ingeniero Ambiental de la Universidad cesar Vallejo del Perú "Valoración económica y ambiental de los servicios que ofrecen los techos verdes a las familias de la urbanización el Pinar – Comas, 2017" en el dónde nos da los siguientes resultados de contribución económica de los techos verdes.

Figura 37

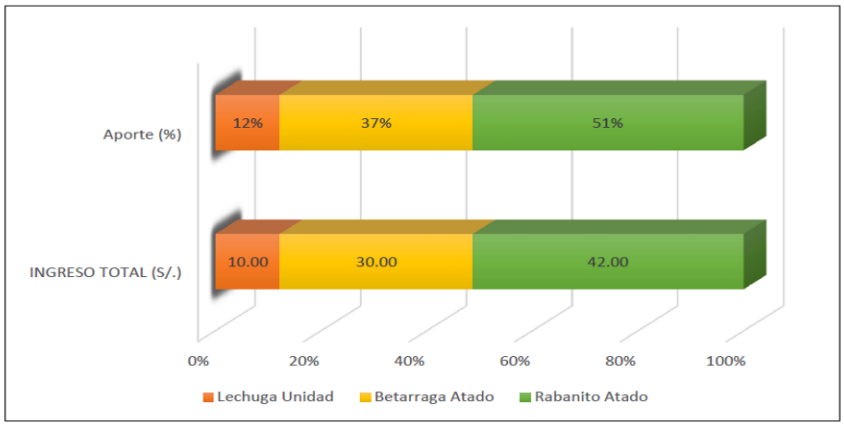
Contribución económica de los techos verdes

Producto del Techo Verde	Unidad de medida	Cantidad cosechada/vivienda	Precio (s/.)	Ingreso total (s/.)	Aporte (%)	Tiempo de producción
Lechuga	Unidad	10	1.00	10.00	12%	2 meses
Betarraga	Atado	12	2.50	30.00	37%	2 meses
Rabanito	Atado	12	3.50	42.00	51%	1 mes y medio
Total		34		82.00	100%	

Fuente: tesis de Victorio (2017)

Figura 38

Contribución económica de los techos verdes



Fuente: tesis de Victorio (2017)

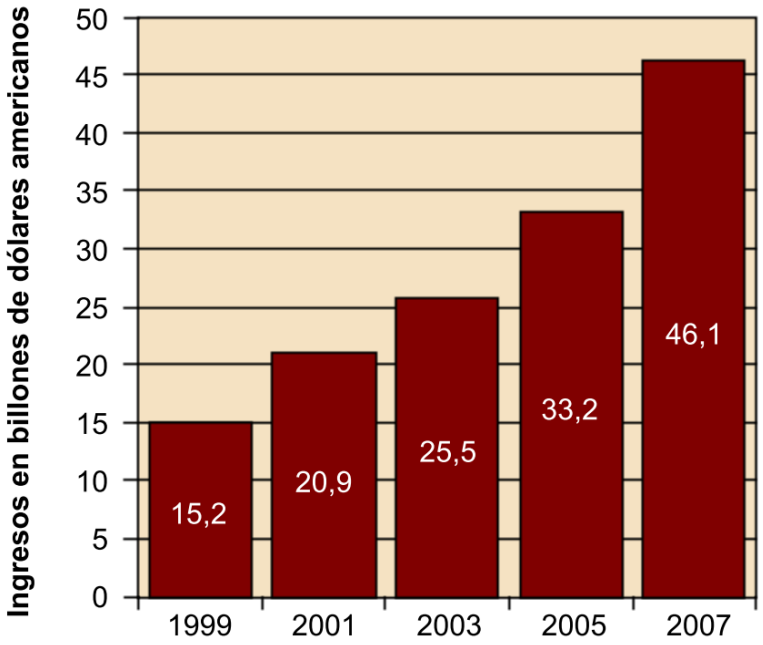
Esta joven nos ilustra después de haber hecho una evaluación de los ingresos obtenidos de 7 familias que instalaron su techo verde y cultivaron lechuga, betarraga y rabanito. Al respecto es importante aclara que la producción que se vendió se hizo sin ser considerado de que se trataba de productos orgánicos, porque si hubiera sido así el ingreso hubiera sido mayor. La presente tesis tiene como finalidad de entregar el conocimiento adecuado para que en nuestras azoteas verdes de cultiven productos orgánicos, que gocen de mayor aceptación en el mercado nacional e internacional, convirtiendo de esta manera las viviendas limeñas en empresas.

La FAO (La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) afirma que los huertos urbanos pueden ser mucho más productivos y ecológicos que la agricultura tradicional, porque en un metro cuadrado de cultivo, se puede llegar a producir hasta 20 Kg de comida al año; es por ello que convertir a nuestra azotea en verde, además de ser un hobby, nos puede proporcionar algunas mejoras en la economía familiar con miras a convertirse en un empresario, según el tamaño área de cultivo y la tecnología utilizada.

En el mundo la demanda y el consumo de productos ecológicos ha crecido considerablemente, eso lo podemos apreciar en la figura 25, sacado de la Fuente: Willer; Kilcher (eds.) (2009). The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends. Bonn: IFOAM, en donde se aprecia que a partir de la segunda mitad de la década de 1990. El valor del mercado se ha triplicado en ocho años, al pasar de unas ventas globales de 15 billones de dólares estadounidenses en 1999 a 46 billones en el 2007.

Figura 39

Crecimiento del mercado global de alimentos ecológicos 1999-2007



Fuente: Willer; y Kilcher (eds.) (2009). The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends.

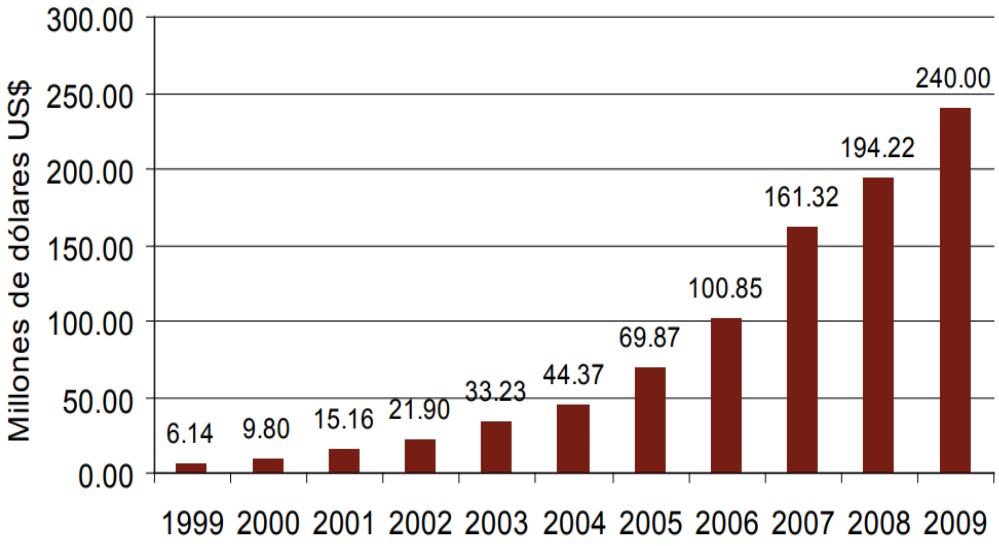
Por otro lado, la demanda de productos ecológicos está concentrada en América del Norte y Europa. Estas dos regiones concentran el 97% de los ingresos globales. En concreto, el mercado europeo es el más desarrollado, con un valor de 25 billones de dólares estadounidenses en el 2007 representa el 54% de los ingresos mundiales.

Según la Fuente Promperu, las exportaciones peruanas de productos orgánicos en el 2008 generaron un ingreso por un monto de *US$ 194.22 millones de dólares, lo que*

representa un incremento de 20% con relación al monto generado en el 2007, y un 45% promedio anual desde el año 2000, año en que se exportaba tan solo US$ 9.8 millones de dólares y se estimó que para el 2009, las exportaciones lleguen a los US$ 240 millones de dólares".

Figura 40

Exportaciones peruanas de Productos orgánicos 1999-2009



Fuente: Promperu

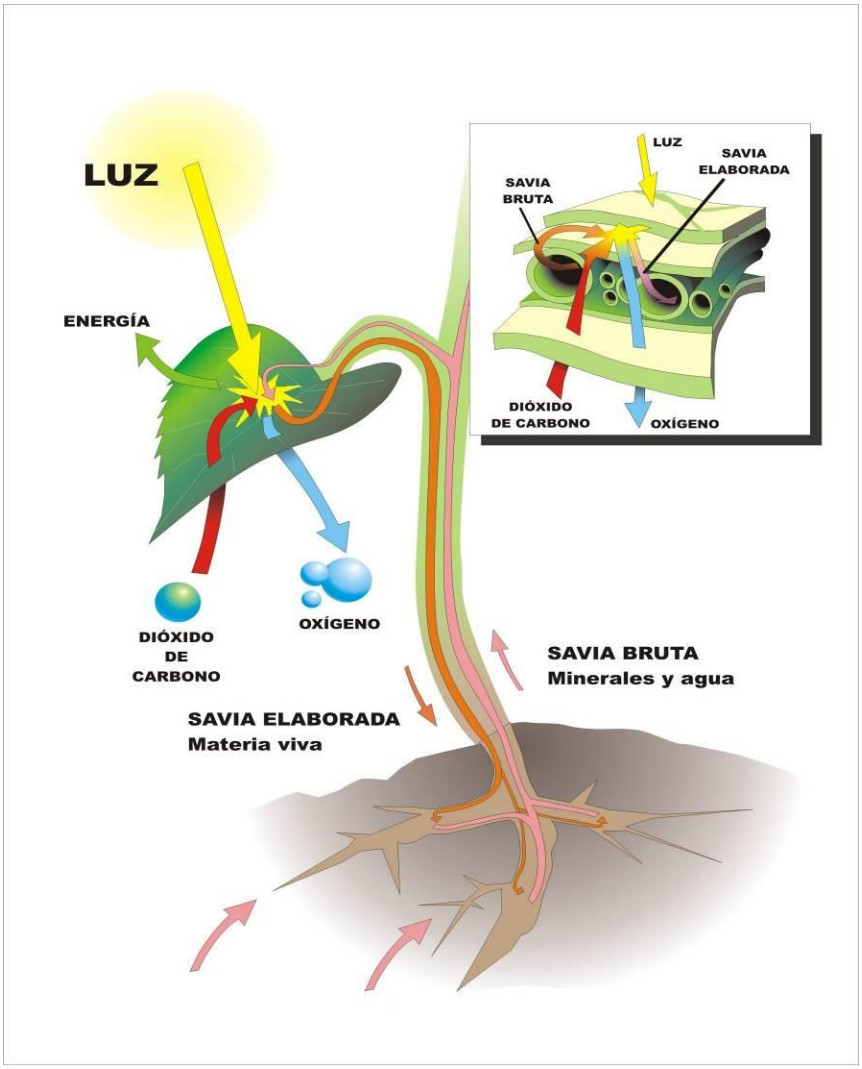
4.2.5. Las Azoteas Verdes mejoran la Calidad de Aire

Todos los seres humanos sabemos que "La vegetación mejora la calidad del aire que respiramos", porque esta información la tenemos almacenando dentro de nuestra memoria y de nuestra gnosis desde los primeros días de nuestra vida, la misma que se viene mejorando y sustentando al transcurrir los días de nuestras vidas. Con el aprendizaje acerca de este tema que recibimos en el día a día, los seres humanos seguimos cambiando nuestras conductas, aprendiendo a valorar a los árboles y todo lo que tenga que ver con las plantas, porque ahí está la salvación para las vidas de nuestros descendientes que vendrán, garantizando un mejor aire a respirar.

La fotosíntesis cumple un rol fundamental en la calidad del aire que respiramos, por el ciclo que realizan las plantas para generar oxígeno (O_2) a partir del dióxido de carbono (CO_2), que es un gas orgánico y nocivo emanado por la quema de combustibles fósiles y por los animales vivos que existen en el planeta tierra, que es expulsado al medio ambiente, depredando nuestro ecosistema.

Figura 41

Proceso de Fotosíntesis



Fuente: https://materialdeaprendizaje.com/la-fotosintesis/

En uno de los trabajos más destacados respecto a este tema realizado por la Prof. Micaela Carbajal del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España "Investigación sobre la Absorción de CO_2 por los Cultivos más Representativos de la Región Murcia" (2011), se aprecia la cantidad capturada de C y CO_2 por cada planta de hortalizas:

Figura 42

Valores modulares de C e incremento de CO2 en Tomate y Pimiento

Tabla 1. *Valores modulares de carbono e incremento de CO_2 de las distintas fracciones de biomasa (g) en tomate*

	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL PLANTA	
TOMATE	(g planta^{-1})	(g planta^{-1})	%	(% Peso seco)	(g m^{-2} año^{-1})	(T ha^{-1} año^{-1})	g C Planta^{-1}	g CO_2 Planta^{-1}
Raíz	134	22,5	83,23	38,96	17,5	0,2	8,8	32,3
Tallo	1.434	296,8	79,30	40,36	240	2,4	120	440
Hojas	866	169,7	80,40	40,99	139	1,4	69,6	255
Fruto	3.394	510,8	84,95	46,05	470,4	4,7	235,2	862
Total	5.827	1.000			867	8,7	433	1.590

Densidad de plantación: 2 plantas m^{-2}

Tabla 2. *Valores modulares de carbono e incremento de CO_2 de las distintas fracciones de biomasa (g) en pimiento*

	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL PLANTA	
PIMIENTO	(g planta^{-1})	(g planta^{-1})	%	(% Peso seco)	(g m^{-2} año^{-1})	(T ha^{-1} año^{-1})	g C Planta^{-1}	g CO_2 Planta^{-1}
Raíz	53,4	30,3	43,23	43,15	28,8	0,3	13,1	48,0
Tallo	458	269,1	41,24	40,82	241,7	2,4	109,8	402,6
Hojas	519	305,6	41,12	31,14	209	2,1	95,2	349,1
Fruto	683	135	80,25	46,34	137,5	1,4	62,5	229,2
Total	1.713	740			617	6	281	1.029

Densidad de plantación: 2,2 plantas m^{-2}

Fuente: Prof. Micaela Carbajal CSIC España (2011)

Figura 43

Valores modulares de C e incremento de CO2 en Sandía y Melón

Tabla 3. *Valores modulares de carbono e incremento de CO_2 de las distintas fracciones de biomasa (g) en sandía*

	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL PLANTA	
SANDÍA	(g planta^{-1})	(g planta^{-1})	%	(% Peso seco)	(g m^{-2} año^{-1})	(T ha^{-1} año^{-1})	g C Planta^{-1}	g CO^{2} Planta^{-1}
Raíz	46,8	8,5	81,87	37,83	1,3	0,01	3,2	11,73
Tallo	2.369	285	87,99	39,29	45	0,5	112	411
Hojas	2.691	322	88,05	37,54	48	0,5	121	444
Fruto	15.989	398	97,51	42,71	68	1	170	623
Total	21.096	1.013			162	1,6	406	1.489

Densidad de plantación: 0,4 plantas m^{-2}

Tabla 4 *Valores modulares de carbono e incremento de CO_2 de las distintas fracciones de biomasa (g) en melón*

	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL PLANTA	
MELÓN	(g planta^{-1})	(g planta^{-1})	%	(% Peso seco)	(g m^{-2} año^{-1})	(T ha^{-1} año^{-1})	g C Planta^{-1}	g CO_2 Planta^{-1}
Raíz	23,6	5	80,53	39,69	2	0,02	2	7,3
Tallo	1071	134	87,47	33,62	45,1	0,5	45,1	165,4
Hojas	764	90	88,17	36,72	33	0,3	33,0	121,0
Fruto	2972	319	89,25	43,43	138,5	1,4	138,5	507,8
Total	4.831	549			219	2	219	802

Densidad de plantación: 1 planta/m^{2}

Fuente: Prof. Micaela Carbajal CSIC España (2011)

Figura 44

Valores modulares de C y CO2 en Lechuga Cogollo y Romana

Tabla 5 *Valores modulares de carbono e incremento de CO_2 de las distintas fracciones de biomasa (g) en las distintas variedades de lechuga*

	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL PLANTA	
COGOLLO	(g planta^{-1})	(g planta^{-1})	%	(% Peso seco)	(g m^{-2} año^{-1})	(T ha^{-1} año^{-1})	g C Planta^{-1}	g CO_2 Planta^{-1}
Raíz	56,6	12,8	77,44	39,90	229,8	2,3	5,1	18,7
Tallo	96,6	6,1	93,70	36,75	100,9	1,0	2,2	8,1
Hojas	430,2	22,3	94,81	35,08	352,5	3,5	7,8	28,6
Total	583,4	41,2			682.7	6,8	15,1	55,4
	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL PLANTA	
LECHUGA	(g planta^{-1})	(g planta^{-1})	%	(% Peso seco)	(g m^{-2} año^{-1})	(T ha^{-1} año^{-1})	g C Planta^{-1}	g CO_2 Planta^{-1}
Raíz	65,4	18,4	71,90	38,69	138,9	1,4	7,1	26,0
Tallo	185,2	12,6	93,17	37,91	93,1	0,9	4,8	17,6
Hojas	1121,5	65,8	94,13	35,79	459,2	4,6	23,5	86,2
Total	1372,1	96,8			691,2	6,9	35,4	129,8

Densidad de plantación. Cogollo: 15 plantas/m^2. Lechuga: 6,5 plantas/m^2

Fuente: Prof. Micaela Carbajal CSIC España (2011)

Figura 45

Valores modulares de C y CO2 en Bróculi Pathenon y Bróculi Naxoz

Tabla 6. *Valores modulares de carbono e incremento de CO_2 de las distintas fracciones de biomasa (g) en dos variedades de bróculi*

BRÓCULI-PARTHENON	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL PLANTA	
	(g planta^{-1})	(g planta^{-1})	%	(% Peso seco)	(g m^{-2} año^{-1})	(T ha^{-1} año^{-1})	g C Planta^{-1}	g CO_2 Planta^{-1}
Raíz	228,5	42,9	81,23	41,48	186,8	1,9	17,8	65,3
Tallo	600,9	63,0	89,52	41,50	274,5	2,7	26,1	95,7
Hojas	103,9	11,0	89,41	42,04	48,6	0,5	4,6	16,9
Inflorescencia	207,4	22,2	89,57	43,98	101.8	0,5	9.7	32.5
Total	1140,7	139,1			611,75	6,1	58,2	210.4
	Peso fresco	Peso seco	Humedad	%C	Total C	Total C	TOTAL PLANTA	
BROCULI-NAXOS	(g planta^{-1})	(g planta^{-1})	%	(% Peso seco)	(g m^{-2} año^{-1})	(T ha^{-1} año^{-1})	g C Planta^{-1}	g CO_2 Planta^{-1}
Raíz	196,5	43,9	77,66	39,35	181,4	1,8	17,3	63,4
Tallo	848,5	101,7	88,01	40,00	427,1	4,3	40,7	149,2
Hojas	51,4	6,4	87,55	41,81	27,9	0,3	2,7	9,9
Inflorescencia	186,5	19,9	88,55	44,21	96,0	0,5	4,4	16,1
Total	1182,7	161,9			682,4	6,8	65,0	238,7

Densidad de plantación: 3,5 plantas/m^2

Fuente: Prof. Micaela Carbajal CSIC España (2011)

Figura 46

Valores modulares de carbono y CO2 en Coliflor y Alcachofa

COLIFLOR	Peso fresco (g planta^{-1})	Peso seco (g planta^{-1})	Humedad %	%C (% Peso seco)	Total C (g m^{-2} año^{-1})	Total C (T ha^{-1} año^{-1})	TOTAL PLANTA g C Planta^{-1}	TOTAL PLANTA g CO_2 Planta^{-1}
Raíz	83,75	20,7	75,31	38,19	83,0	0,8	7,9	29,0
Tallo	235,35	24,1	89,76	36,27	97,2	1,0	8,7	31,9
Hojas	1.246,50	118,9	90,46	38,40	479,4	4,8	45,7	167,6
Inflorescencia	801,00	74,5	90,69	41,77	326,7	3,3	31,1	114,0
Total	2.366,60	238,2			986	9,9	93,4	342,5

Densidad de plantación: 3,5 plantas/m^2

Tabla 8. *Valores modulares de carbono e incremento de CO_2 de las distintas fracciones de biomasa (g) en plantas de Alcachofa*

ALCACHOFA	Peso fresco (g planta^{-1})	Peso seco (g planta^{-1})	Humedad %	%C (% Peso seco)	Total C (g m^{-2} año^{-1})	Total C (T ha^{-1} año^{-1})	TOTAL PLANTA g C Planta^{-1}	TOTAL PLANTA g CO_2 Planta^{-1}
Raíz	827	277,5	66,5	42,20	82	0,8	117,1	429,4
Tallo	1281	397,5	69,0	39,00	108,5	1,1	155	568,3
Hojas	2281	439	80,7	39,15	120,3	1,2	171,6	629,2
Inflorescencia	598	146	75,7	42,33	43,2	0,4	61,8	226,6
Total	4987	1260			354	3,5	506	1.854

Densidad de plantación: 0,7 plantas/m^2

Fuente: Prof. Micaela Carbajal CSIC España (2011)

El experimento, para medir la cantidad de carbono de las diferentes fracciones de las plantas, mostradas en las Tablas, en la investigación, se usó un analizador de NC-Thermo Finnigan 1112 EA analizador elemental (Thermo Finnigan-, Milán, Italia) y para calcular el CO_2 se consideró que, por cada g de carbono asimilado, se retiran de la atmósfera 3.66 g de CO_2 (García, 2014). Dicha equivalencia la refiere asimismo el IPCC que indica que 1 t de C= 3.67 t CO_2.

Los resultados obtenidos del experimento de las cantidades de C y CO_2 capturados por cada planta de hortaliza; vemos que cada planta de Tomate absorbe 1,590 g de CO_2, una planta de pimiento absorbe 1,029 g de CO_2, una planta de sandía absorbe 1,489 g de CO_2, una planta de melón absorbe 802 g de CO2, de las dos especies de lechuga estudiadas, se aprecia que la de cogollo absorbe 55.4 g de CO_2 y la lechuga romana absorbe 129.8 g de CO_2;

respecto al brócoli la especie pathenon absorbe 210.4 g de CO_2 y la especie Naxos absorbe 238.7 g de CO_2; la coliflor absorbe 342.5 g de CO_2 y la Alcachofa absorbe 1854. g de CO_2; así mismo el presente documento desarrolla estudios de investigación en diversos cereales, árboles frutales y cítricos.

Por otro lado, en el Articulo "Captura de Carbono por una Fachada Vegetada" de Carbajal et al. (2017) los autores realizan una investigación muy parecida a la anterior aplicada a las plantas *Citoria ternatea* y *Pentalinon luteum* que, para medir la cantidad de carbono en las diferentes fracciones de estas plantas, utilizó un analizador elemental CNHS/O perkin Elmer 2400 series II en el modo CHN. En la figura 67 se aprecia la cantidad capturada de C y CO_2 por cada planta de las dos especies estudiadas, se aprecia que la *Citoria ternatea* absorbe 263.77 g de CO_2 y la *Pentalinon luteum* absorbe 471.28 g de CO_2

Figura 47

Carbono y fijación de CO2 de las Citoria ternatea y Pentalinon luteum

Tabla 4.
Valores de Carbono y fijación de CO_2 de la especie *Clitoria ternatea* (julio 2015 - enero 2016).

Clitoria ternatea	Peso fresco g/planta	Peso seco (%)	Peso seco /planta (g)	Humedad (%)	C /planta (%)	C /planta (g)	CO2 /planta (g)
Hoja	123.78	34.38	42.56	65.62	43.97	18.71	68.61
Tallo	164.42	44.71	73.51	55.29	43.58	32.04	117.49
Raíz	30.02	48.37	14.52	51.63	43.43	6.31	23.14
Vaina	97.66	33.08	32.31	66.92	46.04	14.87	54.53
Total	415.87		162.89			71.93	263.77

La densidad de plantación sugerida es de cada 40 cm por metro lineal.

Tabla 5.
Valores de Carbono y fijación de CO_2 de la especie *Pentalinon luteum*, año y medio después de su plantación (julio 2014 – enero 2016).

Pentalinon luteum	Peso fresco g/planta	peso seco (%)	Peso seco / planta (g)	Humedad (%)	C /planta (%)	C /planta (g) CO2 /planta (g)	CO2 /planta (g)
Hoja	227.43	22.57	51.33	77.43	38.56	19.79	72.57
Tallo	422.07	41.73	176.13	58.27	43.80	77.14	282.87
Raíz	172.38	43.23	74.53	56.77	42.39	31.59	115.84
Total	821.88		301.99			128.52	471.28

La densidad de plantación sugerida es a cada 40 cm por metro lineal.

Fuente: Rodríguez et al. (2017)

La tesis de Mosquera y Solano (2018) para obtener el título de Ingeniero Ambiental de la Universidad Libre de Colombia "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" dispone como zona de estudio, un área que cuenta con vías importantes en donde el tránsito vehicular es constante sobre todo en los fines de semana donde genera emisiones de 2,023.5 Kg de CO_2 y tiene un área disponible para la implementación de techos verdes de 5,055.23 m2, donde se pueda fijar el CO_2 emitido por los vehículos particulares. La evaluación se hizo en techos verdes extensivos con tipo de vegetación sedum que son capaz de absorber desde 4 a 30 µmol de CO_2 por m2 de superficie sembrada.

Establece dos escenarios de implementación de techos verdes uno basado en el estudio realizado en Sevilla, España y el otro México D.F; los cálculos se hacen tomando como base un estimado del promedio de emisiones de CO2 que son liberadas por los vehículos particulares en la zona durante un fin de semana y teniendo la cuenta el área disponible para la implementación de techos verdes en la zona de estudio; obteniendo los resultados que se muestran en la Figura 48.

Figura 48

Escenarios de captación de CO2

Escenarios de captación

Estudio	Índice de captación	Área de techo	% de captación
Sevillana, España	0,19 Kg de CO_2/m^2 d	5.055, 23 m^2	95
México D.F	0,081 Kg de CO_2/m^2 d	5.055, 23 m^2	40

Fuente: Tesis de Mosquera y Solano (2018)

Así como las bibliografías expuestas, concluimos que nuestras Azoteas Verdes con la siembra de hortalizas contribuyen con la calidad del aire que respiramos en Lima Metropolitana.

4.2.6. Las Azoteas Verdes contrarrestan la Isla de Calor

Para elaborar el trabajo de investigación: "Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana", respecto a la relación que existe entre las azoteas verdes y la Isla de Calor, se está tomando como referencia algunas de las muchas investigaciones que existen, donde se demuestra claramente que las Azoteas Verdes en realidad si sirven para apaliar la Isla de Calor y al bochorno que se sufre en la ciudad.

Si bien es cierto, dentro de la problemática ocasionada por el crecimiento demográfico en las ciudades, los seres humanos buscan soluciones térmicas rápidas, usando sistemas de climatización artificial para lograr un mejor confort, que en cierta forma traen consigo otras consecuencias, las misma que son reflejadas en la salud y en la economía, debido al uso de energía; es por ello que dentro de las investigaciones, muchos autores coinciden en afirmar que vegetando las viviendas se lograría equilibrar la temperatura de las viviendas y de esta manera lograríamos apaliar la Isla de Calor que domina las ciudades.

Lo que posicionaría a mi proyecto de Azoteas Verdes, como una herramienta térmica, que mejore la calidad de vida de los ciudadanos de Lima Metropolitana.

Investigación usando un Termómetro

En la tesis de Maestría en Ciencias del Ambiente "Análisis del comportamiento térmico, beneficios y costos, de dos tipos de techos verdes en sistema modular, en Poza Rica, Veracruz" México, de Cortéz (2019) en el experimento para demostrar el comportamiento térmico uso tres tipos de módulos: Modulo extensivo, Modulo semi-intensivo y Modulo testigo, afirmando que se encontraron variaciones entre las temperaturas de los tratamientos, de acuerdo a las temporadas, particularmente entre las cálidas y frías.

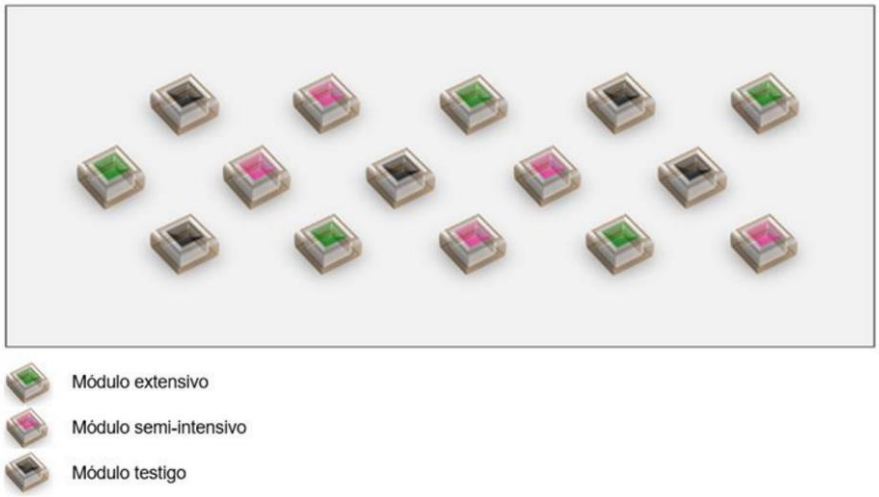
Figura 49

Sistema Modular usado en el experimento

. **Fuente: Tesis de Cortéz (2019)**

Figura 50

Distribución de las unidades de Modulo usado en el experimento



Fuente: Tesis de Cortéz (2019)

De donde obtuvo resultados favorables, en el caso de las temporadas fuertes que son las cálidas, los tratamientos con vegetación presentaron disminuciones de hasta más de 4 °C, siendo más notorias en el tratamiento extensivo y en el horario de las 2:00 pm, respecto al

testigo. El autor para la investigación uso un termómetro de laboratorio marca Brannan, con el que tomó y registró las temperaturas de los tres tipos de módulos (Módulo extensivo, Módulo semi-intensivo y Módulo testigo) durante un año (abril 2017 a marzo 2018), en 3 horarios, vaciando la información al Excel, a continuación, se puede apreciar en las cuatro figuras.

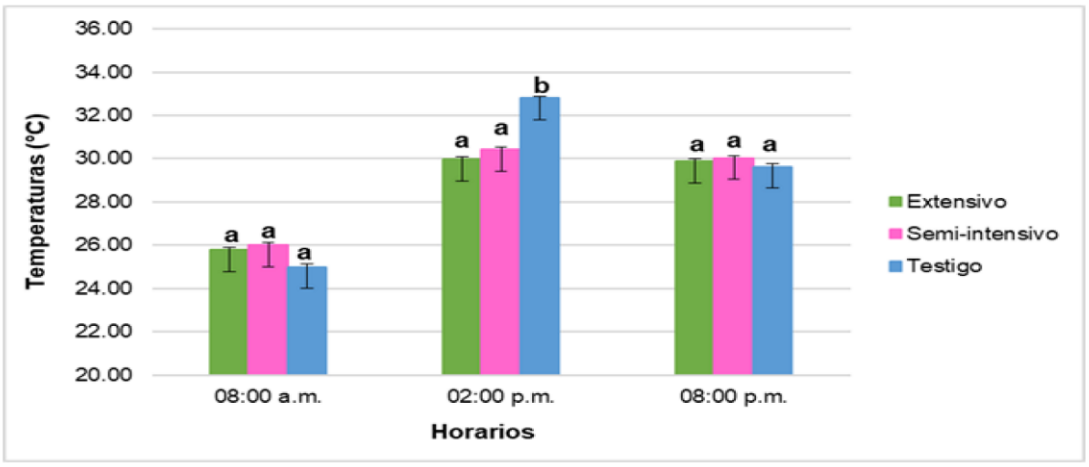
Figura 51

Toma de temperaturas con un termómetro de laboratorio marca Brannan.

Fuente: Tesis de Cortéz (2019)

Figura 52

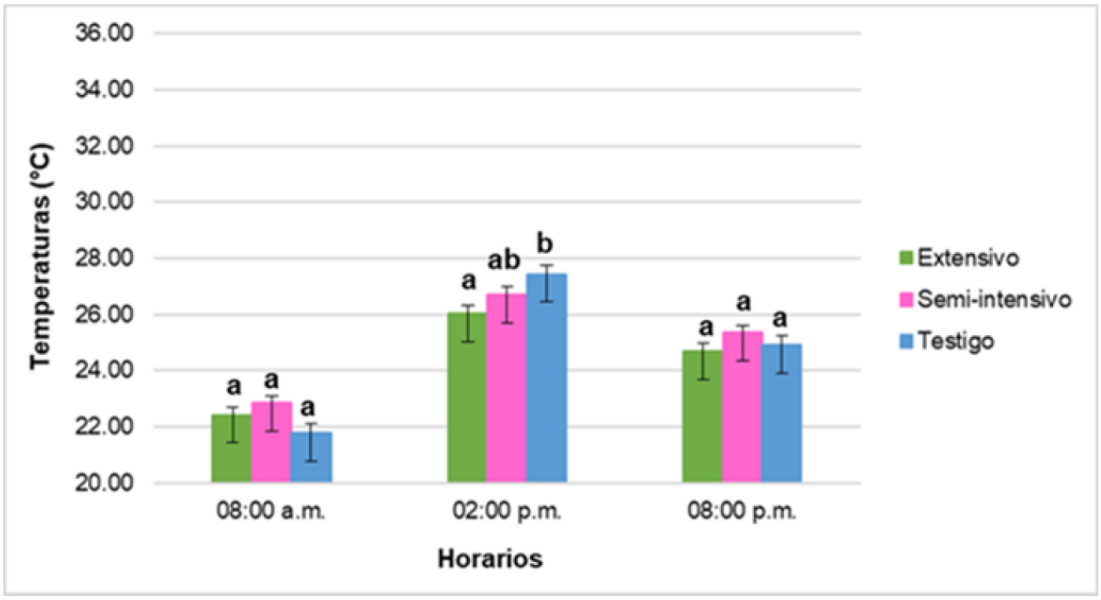
Temperaturas por módulo en tempoada cálido-húmeda (junio- octubre).



Fuente: Tesis de Cortéz (2019)

Figura 53

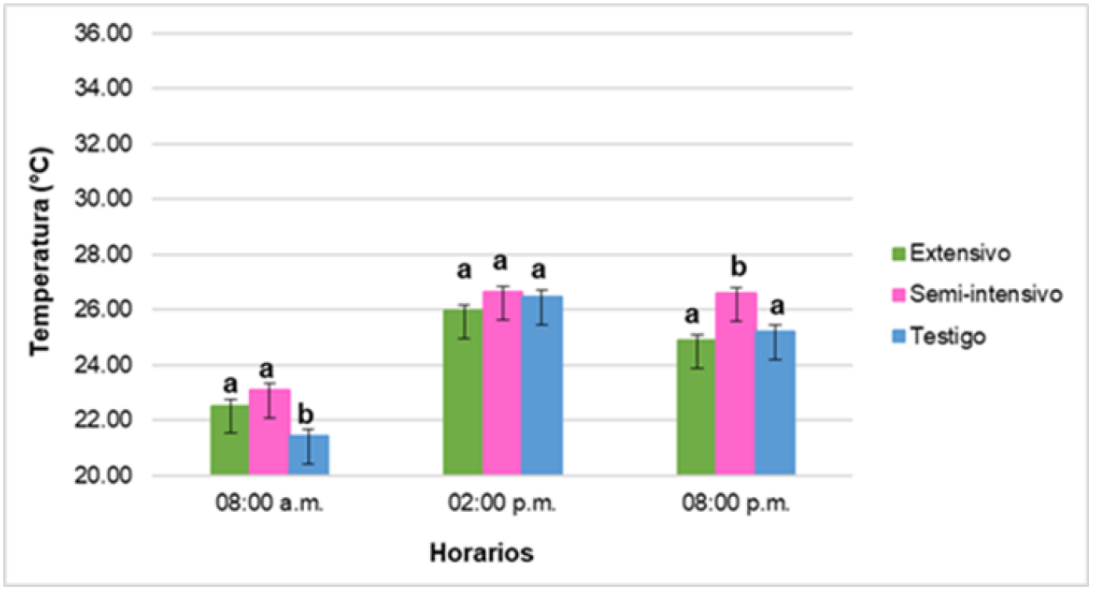
Temperaturas por módulo temporada fría- húmeda (noviembre- diciembre).



Fuente: Tesis de Cortéz K. (2019)

Figura 54

Temperaturas por módulo en temporada fría- seca (enero- marzo).



Fuente: Tesis de Cortéz (2019)

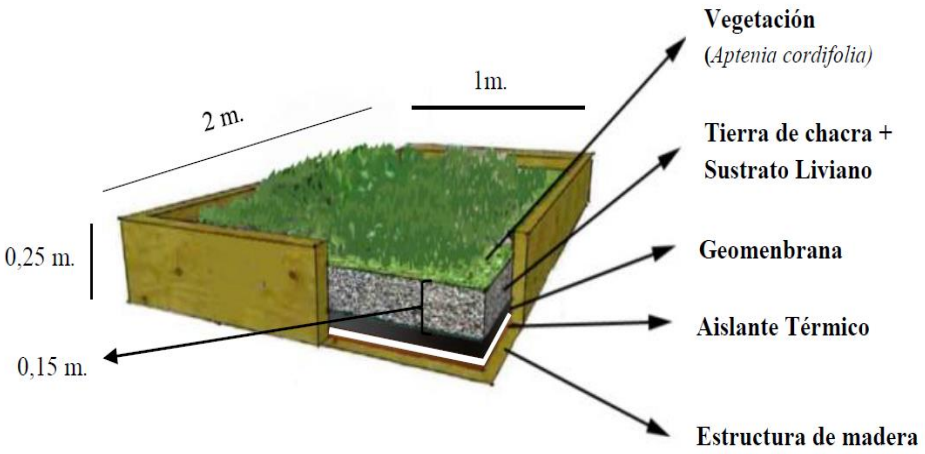
Investigación usando una Estación Registradora

En la tesis de Condori (2016) para obtener el título de Ingeniero Ambiental "Naturación de azotea aplicando Aptenia Cordifolia y su efecto sobre la temperatura y humedad relativa, en un sistema piloto" determina el confort térmico de la zona experimental.

Para lo cual el autor realizo el experimento en 2 celdas individuales de madera sobre de 1 m de ancho por 2 m de largo y 0.25 m de altura, con cubierta vegetal de *Aptenia Cordifolia*; las mismas que fueron instaladas entre el pabellón B y C (6to piso) azotea de la parcela Meteorológica de la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo, de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Figura 55

Diseño y dimensiones de la celda para la cubierta vegetal.



Fuente: Tesis de Condori (2016)

Para lo cual uso los componentes en la cubierta vegetal que se muestran a continuación:

Figura 56

Propuesta de los componentes para la cubierta vegetal en celdas.

Fuente: Tesis de Condori (2016)

Y para registrar la temperatura y humedad usó una Estación NZ (921 – 928 MHz) con sensor, transmisor y protector solar, la misma que envía los datos recolectados a una consola, almacenándolos en el datalogger y transmitirlas vía Eder net a una computadora con el software Weatherlink (Ver figura N° 77).

Figura 57

Registro, almacenamiento y procesamiento de datos de la estación.

Fuente: Tesis de Condori (2016)

El periodo utilizado fue del mes de agosto al mes de diciembre del 2015, obteniendo los siguientes resultados:

En el mes de agosto 2015

Figura 58

Cuadro de las Temperaturas y Humedad Relativa obtenidos el 04/08/2015

Fecha	Temperatura Ambiental °C			Humedad en el Ambiente %		
04/08/2015	Prom. 17.14 Max. 18.7 Min. 15.9			Prom. 84.96		
HORAS	Temperatura azotea sin cubierta vegetal	Temperatura azotea con cubierta vegetal	Variación de Temp. (°C) aumenta + reduce -	Humedad R. azotea sin cubierta vegetal	Humedad R. azotea con cubierta vegetal	Variación de la Humedad aumenta + reduce -
00:00	16.4	16.7	0.3	89.8	91	1.2
01:00	16.4	16.7	0.3	89.3	91	1.7
02:00	16.2	16.7	0.5	89.1	91	1.9
03:00	15.8	16.1	0.3	91.1	92	0.9
04:00	15.7	16.1	0.4	91.3	92	0.7
05:00	15.7	16.1	0.4	91	93	2
06:00	15.9	16.1	0.2	90.7	92	1.3
07:00	15.9	16.1	0.2	91.3	92	0.7
08:00	16.8	16.7	-0.1	89.5	93	3.5
09:00	17.4	17.2	-0.2	86	91	5
10:00	18.1	17.2	-0.9	83.8	90	6.2
11:00	19.4	17.8	-1.6	79.1	87	7.9
12:00	22	18.9	-3.1	69.2	83	13.8
13:00	22.2	18.9	-3.3	66.5	81	14.5
14:00	22.4	18.9	-3.5	66.8	80	13.2
15:00	24.2	19.4	-4.8	60.5	79	18.5
16:00	22.5	19.4	-3.1	65.2	79	13.8
17:00	19.3	18.9	-0.4	76.1	82	5.9
18:00	17.3	17.2	-0.1	83.9	87	3.1
19:00	17.2	17.2	0	85.1	88	2.9
20:00	17.2	17.2	0	85.2	87	1.8
21:00	17.2	17.2	0	85.3	87	1.7
22:00	17.2	17.2	0	85.2	87	1.8
23:00	16.8	17.2	0.4	86.7	88	1.3

Fuente: Tesis de Condori (2016)

Se aprecia que entre las 11 am. Y las 16 horas del día 04/08/2015, registra una reducción de temperatura en 1.6 ºC, llegando a 4.8 ºC a las 15 horas. Y respecto a la humedad

relativa, se muestra notoriamente el incremento en este horario de 7.9% a 18.5%. Respecto a las horas donde la temperatura es más baja, registró un incremento entre 0.2 °C a 0.5 °C.

En el mes de diciembre 2015

Figura 59

Cuadro de las Temperaturas y Humedad Relativa obtenidos el 10/12/2015

Diciembre	Temperatura Ambiental (°C)			Humedad en el Ambiente (%)		
10/12/2015	Prom. 21.11 Max. 23.5 Min. 19.5			Prom. 82.38		
HORAS	Temperatura azotea sin cubierta vegetal	Temperatura azotea con cubierta vegetal	Variación de Temp. (°C) aumenta + reduce -	Humedad azotea sin cubierta vegetal	Humedad azotea con cubierta vegetal	Variacion de la Humedad aumenta + reduce -
00:00	19.7	20	0.3	83.7	85	1.3
01:00	19.4	20	0.6	85.9	87	1.1
02:00	19.5	20	0.5	85.8	88	2.2
03:00	19.4	20	0.6	87	88	1
04:00	19.4	20	0.6	87.5	90	2.5
05:00	19.5	20	0.5	87.4	90	2.6
06:00	19.7	20	0.3	87.6	90	2.4
07:00	22.4	20.6	-1.8	78.4	89	10.6
08:00	28.8	22.8	-6	58.8	81	22.2
09:00	29.4	25	-4.4	55.1	73	17.9
10:00	29.8	22.8	-7	55.8	80	24.2
11:00	31.3	23.9	-7.4	51.2	76	24.8
12:00	31.4	25	-6.4	50.9	73	22.1
13:00	30	23.9	-6.1	54.2	76	21.8
14:00	30.6	24.4	-6.2	52.2	75	22.8
15:00	29.5	24.4	-5.1	54.7	75	20.3
16:00	28.1	22.2	-5.9	58.9	82	23.1
17:00	26.6	22.8	-3.8	63.3	80	16.7
18:00	23.1	22.8	-0.3	72.2	78	5.8
19:00	21.6	21.7	0.1	79.7	83	3.3
20:00	20.9	21.1	0.2	84	86	2
21:00	20.8	21.1	0.3	84.7	88	3.3
22:00	20.8	21.1	0.3	84.6	88	3.4
23:00	20.7	20.6	-0.1	84.8	88	3.2

Fuente: Tesis de Condori (2016)

Se aprecia que entre las 8 y las 17 horas del 10/12/2015, se registra una reducción de temperatura en 3.8 ºC, llegando a 7.4 ºC a las 11 horas. Y respecto a la humedad relativa, se muestra notoriamente el incremento en este horario de 16.7% a 24.8%. Respecto a las horas donde la temperatura es más baja, registró un incremento entre 0.1 °C a 0.3 °C.

Investigación usando un Modelamiento Virtual

En la tesis de Rivera (2015) para obtener el grado de Máster en Edificación de la Universidad Politécnica de Catalunya "Cubiertas Vegetales en la región del Caribe", el autor implementa el Software DesignBuilder para simular el comportamiento de la temperatura de una cubierta vegetal durante la semana del 10 al 17 de junio, obteniendo información del desempeño térmico, a través de su modelado virtual. Siendo este el resultado del día 13/06/2015:

Figura 60

Información de Temperatura en el segundo nivel durante el día 13 de junio

TEMPERATURA INTERIOR DE LA VIVIENDA 13 JUNIO

HORAS	TEMP. EXTERIOR	TEMP. SIN CUBIERTA VEGETAL	TEMP. CON CUBIERTA VEGETAL	DIFERENCIA DE TEMPERATURAS °C
24:00	27.5	29.0	28.7	0.3
01:00	27.0	28.5	28.2	0.3
02:00	26.6	27.9	27.8	0.2
03:00	26.1	27.4	27.3	0.0
04:00	25.7	27.0	27.0	0.1
05:00	25.3	26.7	26.7	0.0
06:00	24.8	26.3	26.4	0.0
07:00	24.4	25.9	26.0	-0.1
08:00	24.8	26.1	26.2	-0.2
09:00	26.3	27.1	27.4	-0.2
10:00	29.2	29.1	29.4	-0.3
11:00	30.5	30.3	30.5	-0.1
12:00	32.3	31.8	31.5	0.2
13:00	33.6	33.0	32.2	0.7
14:00	**35.6**	**34.3**	**32.9**	**1.4**
15:00	**35.3**	**35.2**	**33.3**	**1.9**
16:00	35.0	35.4	33.8	1.6
17:00	34.2	35.4	34.1	1.2
18:00	33.1	34.4	33.5	0.9
19:00	32.8	33.6	33.1	0.5
20:00	32.1	33.1	32.5	0.6
21:00	30.9	32.3	31.7	0.7
22:00	30.6	32.2	31.5	0.7
23:00	30.0	31.8	31.1	0.7
24:00	29.3	31.0	30.4	0.5

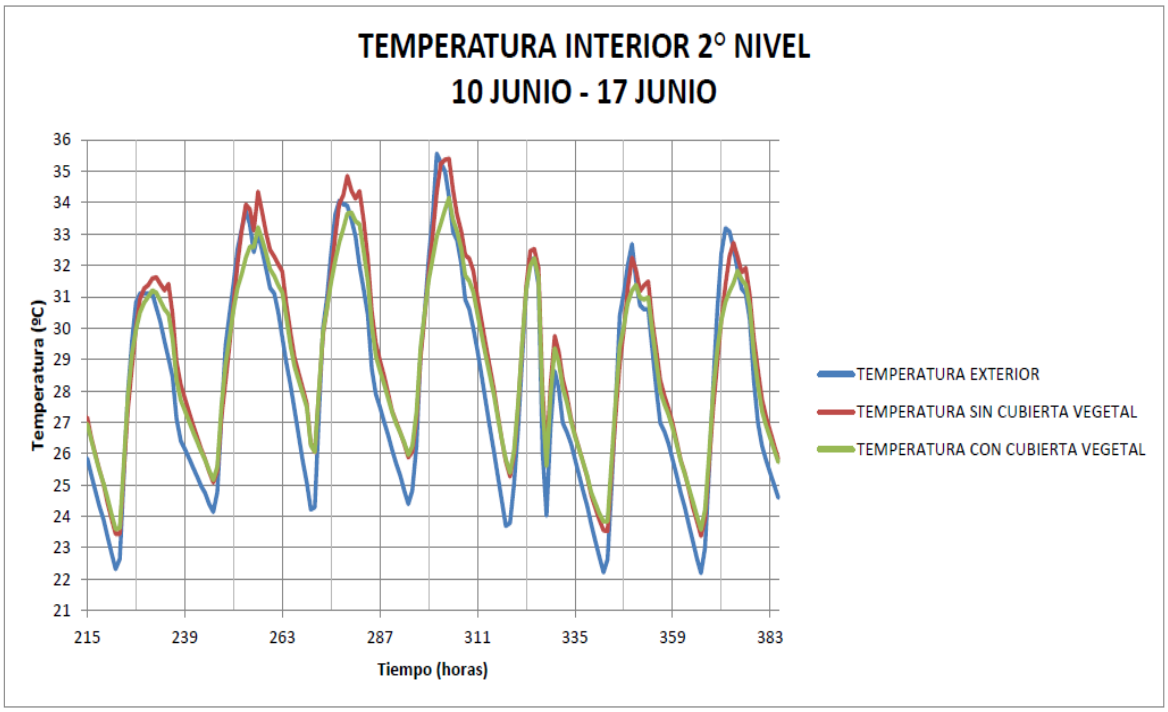
Fuente: Tesis de Rivera (2015)

En donde aprecia que entre las 14:00 horas del día 13/06/2015 alcanza su máxima temperatura exterior de 35.6 ºC, la temperatura interior de la vivienda sin cubierta vegetal es de 34.3ºC y con cubierta vegetal se obtiene una temperatura interior de 32.9ºC, notándose la diferencia entre temperaturas de 1.4ºC. Así mismo también podemos apreciar que a las 15:00 horas, es cuando se alcanza la máxima diferencia de temperaturas al interior de la vivienda de 1.9 ºC, a consecuencia de la cubierta vegetal.

La figura 61, apreciamos el comportamiento de la temperatura comprendida entre los días 10-17 de junio, siendo más notorio el día 13 de junio por alcanzar la máxima temperatura exterior.

Figura 61

Temperatura interior del segundo nivel.



Fuente: Tesis de Rivera (2015)

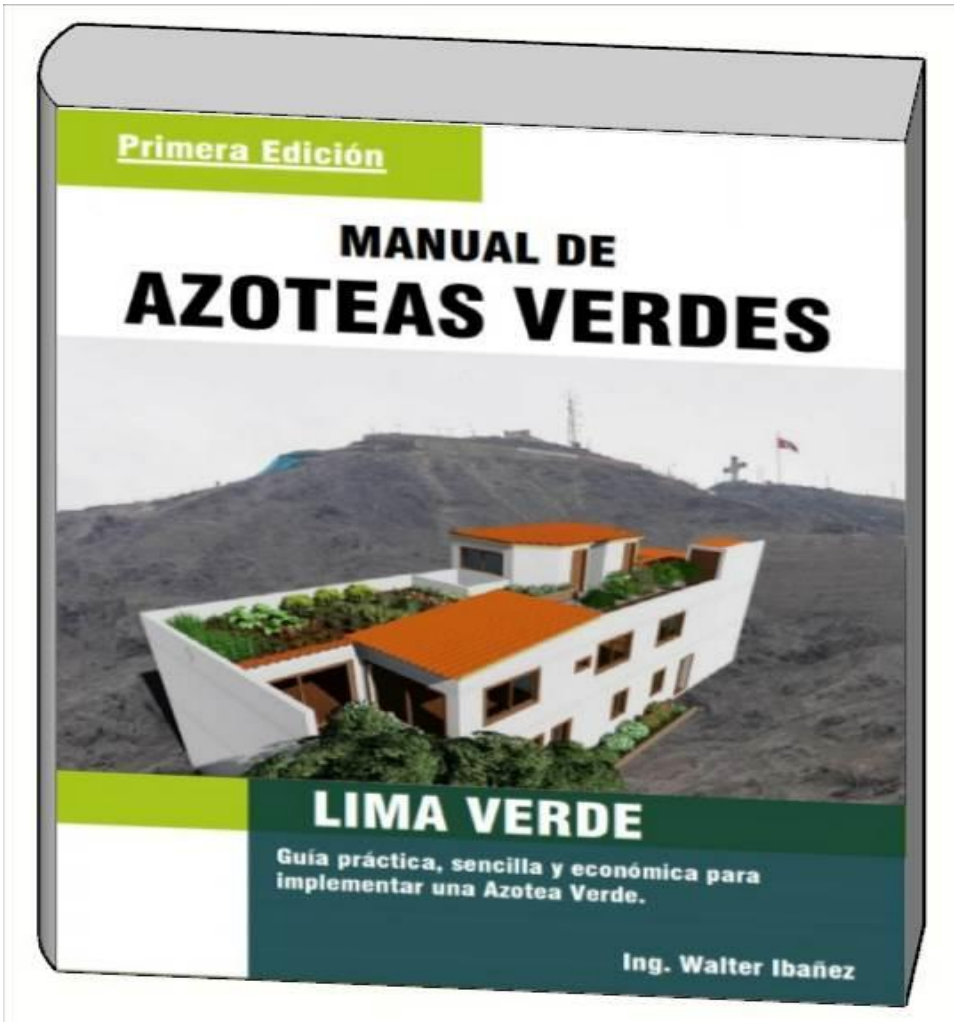
Así como las bibliografías expuestas, concluimos que las Azoteas Verdes si nos ayuda a equilibrar la temperatura en nuestras casas y si se implementara en todas las viviendas, estaríamos reduciendo la isla de calor.

4.3. Manual de azoteas verdes

Caratula

Figura 62

Caratula del Manual de Azoteas Verdes - LIMA VERDE



Fuente: Elaboración Propia

Prologo

El presente documento se encuentra enriquecido con mucha información relacionada al Diseño e Implementación de un Manual para Optimizar la Cultura de Azoteas Verdes en Lima Metropolitana, misma que ha surtido de la recolección de datos, llegando a la conclusión de que si queremos tener una Lima Metropolitana con mejor calidad de vida, sana de contaminantes, bella y empresarial, requerimos de que las Azoteas sean cultivadas y convertirlas en Verdes, en vez de tener una azotea llena de cacharpa y basura.

Pero para ello es necesario contar con un Manual de Azoteas Verdes a fin de que pueda servir como una guía para que el ciudadano limeño, pueda aplicar en su domicilio; es por ello que después de la sustentación del presente manual será impreso en muchas copias para ser entregado en forma gratuita a todas las autoridades locales, regionales y gubernamentales así como a las organizaciones e instituciones sin fines de lucro para que sean reproducidos y sean entregados en forma gratuita a quienes lo desean. Es más se abrirá una cadena de conferencias gratuitas para que de esta manera generemos una Cultura de Azoteas Verdes en todo el Perú. Porque la verdadera revolución se hace con el conocimiento en paz y armonía.

Es importante hacerles conocer las palabras de mis padres, que siempre me decían: “Guarda pan para Mayo” ello nos lleva a reflexionar de que tenemos que mirar en las necesidades del futuro, es por ello optimizando una cultura de a azoteas verdes podríamos estar preparados para cualquier Caso de Fuerza Mayor, tenemos que entender también que algún día nuestras azoteas verdes pueden apaliar nuestro hambre y curarnos de las enfermedades; mucho recuerdo la visita que hice al hermano país de Venezuela a principios de este año, cuando vi la miseria y el hambre entre los ciudadanos de este país; cuando me acerque a una botica a preguntar por el precio de las medicinas y darme con la sorpresa de

que algunas llegaban a costar hasta más de 50 veces de lo que costaban en el Perú, realmente me asuste y tuve miedo enfermarme, porque con los pocos dólares que llevaba, me podía morir por falta de medicina; es por ello que pregunté a la gente ¿con que se curan Uds. de sus enfermedades? y la gente me respondió: con hiervas; esto me hizo reaccionar y pensar el valor que tenía mi tesis para la humanidad.

La historia de la humanidad lamentablemente se repite y siempre volvemos a caer en lo mismo, nos olvidamos muy fácilmente, somos egoístas, ambiciosos y soberbios; es por ello que muchos países fueron llevados a las crisis económicas, guerras, pandemias, hambrunas y a muchos desastres. Con nuestras Azoteas Verdes, estaremos preparados para cualquier problema de estos, pues tendremos por lo menos la comida y la medicina a la mano.

Es por ello que presento el manual de Azoteas Verdes: Lima Verde, para que sea un documento que revolucione la manera de pensar del ciudadano limeño y cambie de rutina, mejorando su calidad de vida.

Walter Ibañez

MANUAL DE AZOTEAS VERDES

LIMA VERDE

INDICE

CAPITULO I: MANUAL DE AZOTEAS VERDES

1.- GENERALIDADES

1.1.- Introducción

1.2.- Objetivo

1.3.- Referencias

1.4.- Términos y Definiciones

1.5.- Abreviaturas Elementales

2.- DESCRIPCIÓN DE UNA AZOTEA VERDE

2.1.- Azotea Verde implementada por el hombre

2.2.- Recipientes de cultivo

2.3.- Cubierta Vegetal

2.3.1.- Componentes de una Cubierta Vegetal

2.3.2.- Tipos de Cubierta Vegetal

2.3.3.- Elementos Auxiliares

2.3.4.- Parámetros de Vegetación

3.- INFORMACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

3.1.- Información de la zona de la zona del proyecto de Azotea Verde

3.2.- Inventario de la Azotea Verde

3.3.- Tamaño de la Azotea Verde

3.4.- Acceso a la Azotea Verde

4.- EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA

4.1.- Tipos de Losas

4.2.- Características de los Materiales

4.3.- Análisis de Cargas

4.4.- Análisis Estructural

4.5.- Evaluación Ocular de la estructura

5.- DISEÑO DE DRENAJE

5.1.- Drenaje en Mesas de Cultivo

5.2.- Drenaje en Macetas

5.3.- Drenaje en Jardinera

5.4.- Drenaje en Cubiertas Vegetales

5.5.- Drenaje en Jardines Verticales

5.6.- Drenaje en Macetas Colgantes

6.- SELECCIÓN Y CULTIVO DE PLANTAS

6.1.- De acuerdo a cada estación del año

6.2.- Semillas y plantas

6.3.- Cultivo de plantas

6.4.- Injertos

7.- MANTENIMIENTO DE UNA AZOTEA VERDE

7.1.- Mantenimiento de la Azotea Verde

7.2.- Mejoramiento y Fertilización del suelo

7.3.- Control de Plagas

8.- TÉCNICAS DE CULTIVO DE LAS PLANTAS

8.1.- Tipos de cultivo

8.2.- Sistema de riego

9.- BENEFICIOS DE LAS AZOTEAS VERDES PARA LIMA METROPOLITANA

9.1.- Principales beneficios sociales

9.2.- Principales beneficios económicos

9.3.- Principales beneficios ambientales

10.- DISEÑO Y PRESUPUESTO DE UNA AZOTEA VERDE

10.1.- Diseño de Una Azotea Verde

10.2.- Presupuestos de una Azotea Verde

CAPITULO II: IMPLEMENTACIÓN DEL MANUAL

1.- INFORMACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

1.1.- Información de la zona de la zona del proyecto de Azotea Verde

1.2.- Inventario de la Azotea Verde

1.3.- Tamaño de la Azotea Verde

1.4.- Acceso a la Azotea Verde

2.- EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA

2.1.- Tipos de Losas

2.2.- Características de los Materiales

2.3.- Análisis de Cargas

2.4.- Análisis Estructural

2.5.- Evaluación Física de la Losa

3.- RECIPIENTES DE CULTIVO UTILIZADOS

3.1.- Mesas de cultivo

3.2.- Jardineras

3.3.- Macetas

3.4.-Cubierta vegetal

3.5.- Jardines verticales

3.6.- Macetas Colgantes

4.- DISEÑO DE DRENAJE

5.- SELECCIÓN Y CULTIVO DE PLANTAS

6.- RIEGO

7.- CONTROL DE PLAGAS

8.- DISEÑOS DE CUBIERTA VEGETAL USADOS

8.1.- Cubierta Vegetal Eco amigable

8.2.- Cubierta Vegetal Sostenible

9.- APORTE ECONÓMICO DE MI AZOTEA VERDE A HOGAR

9.1.- Primera cosecha

9.2.- Proyectos de futuros cultivos.

MANUAL DE AZOTEAS VERDES

LIMA VERDE

1.- GENERALIDADES

1.1.- Introducción

El presente Manual está entregando a los ciudadanos de Lima Metropolitana como una herramienta con toda la información técnica necesaria para convertir de una azotea en desuso a una azotea verde; para lo cual es necesario primero contar con una revisión estructural de la superficie de la azotea a utilizar, contemplando los requisitos mínimos basados en la propia estructura y a los diversos recipientes de cultivo, plantas a cultivar, tipos cultivo, sistemas de riego y control de plagas; de esta manera el manual está garantizando el buen funcionamiento de las azoteas verdes en la ciudad de Lima Metropolitana.

Es importante precisar que las disposiciones del presente manual también están concebidas para atender las condiciones económicas, ambientales y sociales de los ciudadanos de Lima Metropolitana. Cabe mencionar que el presente manual puede ser usado en otros lugares del planeta, por lo que se recomienda tener en cuenta la realidad propia de los lugares donde se implementará la azotea verde.

1.2.- Objetivo

Entregar a los ciudadanos de Lima Metropolitana el Manual de Azoteas Verdes – “Lima Verde”, que contiene mucha información técnica, producto de la investigación científica; el mismo que debe convertirse como una herramienta para todas aquellas personas que deseen enrumbarse a convertir su azotea en desuso en una azotea verde, de esta manera estaremos optimizando la cultura de los necesaria ciudadanos de Lima Metropolitana.

1.3.- Referencias

Para la elaboración del presente Manual, además de la enorme fuente bibliográfica que se ha analizado, se ha tenido en cuenta las siguientes disposiciones Nacionales e Internacionales:

Nacionales

Constitución política del Perú: El Artículo 2º inciso 22, el Artículo. 66°.- Recursos naturales y el Artículo. 67°. - Política Ambiental

Ley N° 28611: Ley General del Ambiente

Ley Nº 27446: Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental

Decreto supremo Nº 047- 2001-MTC: límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores que circulen en la red vial

Decreto supremo N°074-2001-PCM: Artículo. 4.- Estándares primarios de calidad del aire y Artículo 23°. - Estados de alerta

Decreto supremo N° 003-2008-MINIAM (22/08/2008) Artículo 3°. - Vigencia de Estándares de Calidad Ambiental para Aire establecidos para el dióxido de azufre

Norma de calidad ambiental o nivel referencial

Ordenanza Municipal de Lima Metropolitana N°1862-2014

Internacionales

Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal

Ley Ambiental del Distrito Federal

Legislación en Copenhague - Dinamarca

1.4.-Términos y Definiciones

Para fines de mayor comprensión del Manual, se están colocando los términos y definiciones usadas, las mismas que fueron elaboradas por el autor y otras sacadas de diversas bibliografías, normas y disposiciones legales relacionadas con las Azoteas Verdes.

Manual. - Es una guía de instrucciones, que tiene como finalidad establecer los procedimientos para desarrollar una actividad, usar una tecnología, usar algún equipo o artefacto, corregir problemas o hacer algún cambio. Los manuales son de gran importancia para las personas, porque les facilita desenvolverse en una situación determinada.

Azotea. - Es la parte superior de una edificación, de superficie plana y abierta al aire libre; a la misma que se le da diversos usos, tales como: tomar sol, visualizar el paisaje, colgar la ropa para que se seque, instalar antenas, y en muchos de los casos para colocar los objetos inservibles de la casa.

Azotea verde. - Es la azotea totalmente o parcialmente cubierta con plantas escogidas, cultivadas en el medio de crecimiento más adecuado, utilizando los recipientes apropiados para su desarrollo normal y aplicando la tecnología necesaria a fin de garantizar buenos resultados ambientales, económicos y sociales.

Tamaño de la Azotea verde. - Está determinado por la superficie en m2 de azotea destinada al cultivo de plantas en los diversos tipos de recipientes y a la frondosidad de las plantas cultivadas.

Recipientes de cultivo. - Es una infraestructura cóncava que sirve para cultivar plantas en su interior, existen muchos y variados, tales como: mesas de cultivo, jardineras, macetas, macetas colgantes, jardines verticales y cubiertas vegetales. Para una azotea verde, tenemos que escoger cual o cuales debemos utilizar, todo depende de que sea el más apropiado para el crecimiento de las plantas, para el desarrollo de sus raíces y que permitan el cultivo fácil a las personas encargadas.

Cubierta. - Es un elemento que se sitúa encima de otro, con el objeto de cubrirla, taparla y protegerla de algún fenómeno físico que le puede ocasionar algún efecto y en alguno de los casos, para mejorar su apariencia.

Cubierta de edificación. - Es un elemento constructivo de una edificación que se encuentra en la parte superior de esta, para protegerla en toda su extensión de los agentes climáticos y de otros factores naturales; así como también para darle intimidad, aislación acústica y térmica.

Cubierta Vegetal. - Es toda superficie exterior de una edificación que alberga diversas especies vegetales que pueden haberse desarrollado de manera natural a consecuencia del medio ambiente o también, por la influencia de la mano del hombre; quien utilizando toda la tecnología necesaria, cultiva diversas plantas para embellecer la edificación y dar el mejor confort a los que la habitan.

Cubierta Vegetal Extensiva. - Son aquellas en donde la capa de sustrato es poco profunda, su espesor debe de ser hasta los 18 cm, es ideal para el cultivo de hortalizas, flores y gramíneas; el mantenimiento relacionado con el riego y la fertilización se le debe dar de acuerdo a la necesidad de cada planta que se cultiva, tratando de garantizar su correcto desarrollo y su eficiente producción sobre todo si se trata de cultivo de hortalizas. El peso de la vegetación más la capa de sustrato en estado saturado debe menor igual a 200 kg/m2.

Cubierta Vegetal Semi-Intensiva. - Son aquellas en donde la capa de sustrato no debe ser mayor a los 30 cm, es ideal para el cultivo de árboles injertados pequeños de frutales, medicinales y alimenticios; el mantenimiento relacionado con el riego y la fertilización de los suelos se le debe dar de acuerdo a la necesidad de cada planta que se cultiva, tratando de garantizar su correcto desarrollo y su eficiente producción sobre todo si se trata de cultivo de frutales. El peso de la vegetación más la capa de sustrato en estado saturado no debe ser mayor a 200 kg/m2 hasta 350 kg/m2.

Cubierta Vegetal Intensiva. - Son aquellas en donde la capa de sustrato no debe ser mayor a los 40 cm, es ideal para el cultivo de árboles más frondosos de frutales, medicinales, alimenticios y ornamentales; el mantenimiento relacionado con el riego y la fertilización de los suelos se le debe dar de acuerdo a la necesidad de cada planta que se cultiva, tratando de garantizar su correcto desarrollo. El peso de la vegetación más la capa de sustrato en estado saturado es mayor a 350 kg/m2.

Cubierta Vegetal Convencional. - Es aquella que en su diseño se usan insumos sintéticos que no perjudican al medio ambiente, sobre todo en su drenaje usa diversas capas de geo membranas.

Capa de vegetación. - Esta capa corresponde al cultivo de las plantas adaptadas a las condiciones físicas y climáticas de la zona, destinadas a dar a la edificación un acabado vegetal que genera áreas verdes de carácter ecológico; las plantas que son diversas deben ser seleccionada de acuerdo al gusto del propietario y que requieran de poco mantenimiento.

Capa de sustrato. - Es la capa que reemplaza al suelo natural en una Cubierta Vegetal o cualquier recipiente y está diseñada para soportar a las plantas, razón por la cual el espesor depende de las plantas a cultivar. La capa de sustrato proporcionará a la planta el soporte y los nutrientes necesarios, es por eso que es el resultado de una mezcla de diversos componentes, a fin de tener un sustrato de acorde a la planta que se va a cultivar.

Capa filtrante. - Esta capa se coloca encima de la capa drenante, separándola del sustrato, la función es evitar el paso de las partículas finas de material inorgánico y orgánico del sustrato, a fin de que el agua fluya libremente hacia la capa drenante y así tener un funcionamiento adecuado.

Capa drenante. - Esta capa tiene como función, filtrar el agua producto de precipitaciones pluviales y/o el agua excedente del riego de toda la superficie de la Cubierta

Vegetal. Esta capa debe tener la capacidad de desalojar un mínimo de 2 litros de agua por minuto por cada metro cuadrado, dicha capa está ligada con el tipo de azotea huerta.

Membrana impermeabilizante anti-raíz. - Membrana que tiene como función evitar el paso del agua de la Cubierta Vegetal al interior de las edificaciones e impedir que las raíces y los microorganismos dañen la edificación, haciendo impermeable el elemento o grupo de elementos constructivos deseados.

Soporte estructural. - Es la parte superior, plana y abierta de una edificación destinada para la Cubierta Vegetal; la misma que debe de contar con elementos estructurales que le den la seguridad de soportar su propio peso, los elementos arquitectónicos, las cargas vivas, las capas de la cubierta y todos los elementos necesarios para el buen funcionamiento.

Formación de pendiente. - Acción de generar pendiente, en un elemento constructivo dado, por medio de elementos de espesor variable, con el fin de facilitar la evacuación del agua hacia los sumideros, desagües o bajadas de agua.

Sumidero. - Elemento de transición, entre el sistema de naturación y los desagües de agua pluvial, que ayuda a contener, canalizar y distribuir los volúmenes de agua de lluvia en las azoteas evitando su acumulación en la zona de descarga.

Cubierta Vegetal Eco amigable. - Es aquella que en su diseño se usan insumos naturales que no perjudican al medio ambiente, sobre todo en su drenaje usa arena, confitillo y piedra chancada.

Arena. - Es un agregado para la construcción compuesto por fragmentos de rocas o minerales de tamaño pequeño que varía entre 0.063 y 2 mm.

Confitillo. - Es un agregado para la construcción que se obtiene a partir de la trituración artificial de rocas. Para nuestra azotea verde se está usando de ¼ a 3/8”

Piedra chancada. - Es un agregado para la construcción que se obtiene a partir de la trituración artificial de rocas. Para nuestra azotea verde se está usando de ¾”

Cubierta Vegetal Sostenible. - Es aquella que en su diseño se usan insumos reciclados que no perjudican al medio ambiente, sobre todo en su drenaje usa botellas PET apisonadas.

Botellas PET apisonadas. - Son los envases hechos de polyethylene terephthalate PET que son aplastadas para votar el aire que contiene en su interior y podérsele dar diversos usos; en las azoteas verdes de diseño sostenible, es usado como una excelente capa de drenaje, debido a su facilidad de discurrir las aguas filtrantes, a su bajo peso específico y a su reducido costo.

Drenes. - Tubería perforada que recibe y elimina las aguas acumuladas que filtran del sustrato a consecuencia del riego de las plantas evitando su acumulación y el enlodamiento.

Canaletas. - Elemento de transición que recibe las descargas de agua de los drenes y los traslada hacia la tubería de desagüe, evitando su acumulación en la zona y el encharcamiento.

Plantas a cultivar en la Azotea verde. - En una azotea verde se pueden cultivar un sinnúmero de plantas desde hortalizas, frutales, plantas medicinales, aromáticas, flores, ornamentales, hasta gras inclusive.

Hierba. - Planta de tamaño pequeño que presenta un tallo sensible y no leñoso. Dentro de esta especie se pueden distinguir las anuales, bienales, perennes vivaces y perennes. Existen hierbas aromáticas y medicinales. Las gramíneas también son hierbas.

Hortaliza. - Son las plantas comestibles que se siembran en las huertas o chacras y que son usadas en nuestra alimentación por tener abundantes minerales y vitaminas. Por la cantidad de carbohidratos podemos clasificarlos en Grupo A: col, brócoli, coliflor, espinaca, etc., Grupo B: tomate, Cebolla, Zanahoria, ajo, ají, etc. y Grupo C: la papa, el camote, etc.

Frutales. - Son las plantas que proveen de frutas como alimento del ser humano; algunos son de corta estatura como la Sandilla, el Melón, los Arándanos, la Fresa, el

Aguaymanto y otros de gran estatura que mayormente lo denominamos como árboles frutales, de los cuales podemos mencionar, la Naranja, la Manzana, el Mango, el Durazno, etc. Esta designación también incluye los que producen frutos secos como la Nuez, las Almendras, las Pecanas, etc.

Arboles. - Son las plantas de gran estatura de tronco leñoso, grueso y elevado que se ramifica a cierta altura del suelo formando la copa.

Técnicas de cultivo en una Azotea verde. - Están determinado por la tecnología a usar, en los tipos de cultivo desde una vegetación tradicional utilizando el sustrato, hasta hidroponía o aeroponía, los mismos que van a determinar el sistema de riego a usar desde la forma manual con balde, regador, manguera, rociador hasta un sistema de riego tecnificado.

Implementación. - Es la Instalación y la Puesta en Marcha de un Sistema, siguiendo las indicaciones establecidas de un manual, de unas normas, reglamentos o especificaciones técnicas, a fin de obtener un mejor resultado de la idea programada; es importante precisar que en el proceso de ejecución se pueden suscitar cambios y mejoras; consideraciones que debe permitir la implementación para obtener un buen producto.

Cultura de Azoteas verdes. - Es el conjunto de conocimientos relacionados con las azoteas verdes, adquiridos por la práctica durante su implementación, los mismos que son fortalecidos con la investigación y lectura de libros especializados en el tema. Debido a que la cultura de azoteas verdes impacta al hombre en el aspecto social, económico y ambiental; su aplicación de los ciudadanos, puede hacer cambiar totalmente de costumbres a un pueblo e inclusive puede convertirlo en un símbolo de identificación de costumbres y tradiciones. Para muestra tenemos a Copenhague, la ciudad más grande de Dinamarca, hoy convertida en una ciudad verde, sorprendiendo al mundo con una ley que obliga a los propietarios de nuevas azoteas a tener algún tipo de vegetación en ellas.

Huertos urbanos. - Son los espacios ubicados en cualquier lugar de una edificación destinados a la producción agrícola, contribuyendo con la alimentación fresca, sana y orgánica; según la FAO, los huertos urbanos pueden ser mucho más productivos y ecológicos que la agricultura tradicional, porque en un metro cuadrado de cultivo puede llegar a producir hasta 20 Kg de comida al año.

Biohuerto. - Es una pequeña extensión de terreno dentro de una vivienda, destinada al cultivo de productos de pan llevar, tales como hortalizas, frutas, etc.; es recomendable aplicar técnicas de la agricultura orgánica o ecológica.

Invernaderos. - Son lugares amplios y cerrados por una cubierta exterior que puede ser de vidrio o plástico u otro material, destinados a la producción agrícola; estos ambientes se caracterizan por tener un microclima acorde al requerimiento de las plantas que se van a cultivar; las mismas que gozarán de una apropiada temperatura, humedad y otros factores ambientales; así como de un control absoluto de las plagas y enfermedades, que pueden hacerle daño. De esta manera se obtendrá un producto sano y libre de enfermedades.

Cultura Ambiental. - Es el conjunto de conocimientos que adquirimos los seres humanos respecto a nuestro medio ambiente, de que está dispuesto a sufrir cambios a consecuencia del maltrato contaminante que le damos día a día; por lo que nuestro deber es conservarlo y protegerlo, para que todos vivamos bien, gozando de nuestro único hogar, el planeta Tierra.

Ecosistema. - Es el medio que está conformado por los seres vivos y los elementos no vivos, mediante una relación vital, establecida por un sistema.

Productos naturales. - Son aquellos alimentos que se han obtenido de la naturaleza mediante la agricultura tradicional usando sustancias químicas para su cuidado, los mismos que pueden afectar nuestra salud y al medio ambiente.

Productos orgánicos o ecológicos. - Son aquellos alimentos sanos que durante su proceso productivo son cultivados usando tecnologías que estén en armonía con el medio ambiente y que guarden su calidad nutritiva, guardando coherencia con los principios de responsabilidad social y respetando la integridad cultural, optimicen el uso de los recursos naturales y socioeconómicos, con el objetivo de garantizar una producción agrícola sostenible.

Agricultura orgánica. - Es un sistema de producción que solamente usa insumos naturales por medio de controles que satisfacen que no contengan pesticidas, plaguicidas, herbicidas o ningún insumo químico, que afecten nuestra salud y al medio ambiente.

Control de plagas. - Tratamiento aplicado para librar a la planta de plagas que la estén afectando, una vez diagnosticado con precisión el tipo de plaga.

Fitotoxicidad. - Daño o lesión provocado en las plantas cultivadas por la acción de algún producto químico, tal como pueden ser pesticidas, fertilizantes, reguladores de crecimiento.

Sostenibilidad urbana. - Es un sistema que se encuentra bajo un enfoque de desarrollo sostenible con dimensiones científicas, económicas y políticas que proporcionen calidad de vida a los ciudadanos, sin degradar el entorno urbano. Es por ello que hoy día más ciudades optan por ser sostenibles, luchan por reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, disminuyendo los niveles de contaminación y consumo de energía e incrementando el uso eficiente del transporte, al igual que promoviendo el aumento de áreas verdes y el reciclaje.

Calidad de aire. Se refiere al aire limpio que tenemos que respirar, con bajo contenido de contaminantes, para que no afecten nuestra salud.

Para poder controlarlo es necesario tomar como referencia a los índices máximos permisibles de los contaminantes, haciendo las mediciones correspondientes con los equipos

apropiados. El índice de calidad de aire (ICA) de un determinado lugar, nos proporciona la cantidad de contaminantes, para ver si se puede respirar libremente sin que nuestra salud sea afectada o también para tomar todas las prevenciones y acciones del caso y no correr el riesgo de afectar nuestra salud.

Dióxido de carbono (CO2). Es un gas incoloro, inodoro e incombustible generado por la combustión de materiales que dentro de su estructura molecular contienen carbono. El dióxido de carbono (CO2) es un compuesto químico que se encuentra en la atmosfera, muy importante en el ciclo del carbono y vital para la vida en el planeta tierra, pero en forma equilibrada; desde la revolución industrial su incremento que se viene produciendo a consecuencia de la quema de combustibles fósiles y la deforestación excesiva, nos está provocando el efecto invernadero y por lo tanto el calentamiento global; problema grave para el planeta y la vida.

Sumidero de carbono. Es cualquier elemento, proceso, actividad o mecanismo que libera al carbono contenido en la molécula de dióxido de carbono, para incorporarse en otra estructura molecular. La fotosíntesis realiza generalmente este proceso de manera natural, es por ello que se convierte en el mayor sumidero de carbono, en la vegetación fija el CO2 atmosférico y lo transforma en cadenas de carbono que componen una parte de la biomasa vegetal.

Parque automotor. Es la composición vehicular que se movilizan por las vías, calles o avenidas de una ciudad; la misma que está conformada por vehículos de pasajeros, autobuses, camiones, camionetas y motocicletas.

Isla de calor. Es la acumulación de calor en las ciudades, debido a la construcción indiscriminada de edificios y casas de material noble, así como de vías de concreto y asfalto, considerando escasas áreas verdes, que son tan indispensables para atemperar el calor del ambiente.

Confort térmico. Es el placer que siente un individuo dentro de un ambiente al percibir condiciones neutrales y favorables de temperatura y humedad. El confort térmico en una vivienda, nos garantiza salud, bienestar y comodidad.

Aislamiento térmico. Aquellos materiales de bajo coeficiente de conductividad térmica dispuestos para reducir los intercambios térmicos entre el interior y exterior de una edificación.

Microclima. Es el conjunto de condiciones climáticas particulares de un lugar determinado, bajo la influencia por diferentes factores ecológicos y medioambientales.

Carga admisible. E**s** cualquier combinación de esfuerzos donde la respuesta del elemento no llega a la falla quedando dentro del rango de una deformación aceptable.

Especialista estructural. Es el Ingeniero que evalúa las estructuras de la vivienda y se responsabiliza de la aprobación para la instalación de la azotea verde, respondiendo a la seguridad estructural del inmueble.

Edificación existente. Cualquier edificación que se pretenda naturar, la cual haya sido construida previo a la intención de naurarla y en la cual, consecuentemente, la naturación no es parte integral del proyecto inicial.

Edificación nueva. Cualquier edificación en la que el sistema de naturación forme parte integral del proyecto inicial, previo a la etapa de construcción de la edificación en su conjunto.

Carga. En ingeniería civil se utiliza para nombrar la acción de aplicar una fuerza sobre una superficie. Por lo que, cargar un material significa aplicar un esfuerzo.

Capacidad de carga. Es la respuesta Fuerza-Desplazamiento o Esfuerzo-Deformación necesaria para poner en equilibrio un mecanismo de inestabilidad los cuales están en función de la geometría, esfuerzos aplicados a las partículas y las propiedades mecánicas del elemento.

Capacidad última. Se refiere a un esfuerzo uniformemente distribuido en área unitaria bajo la cual ocurre la falla del elemento.

Esfuerzo. Es una carga aplicada en la superficie de un material sólido, ya sea a tensión o compresión dividida entre el área.

Esfuerzo axial. Es el que se aplica en el eje perpendicular a la superficie de un volumen; estos pueden ser de compresión o tensión.

Esfuerzo cortante. Es el resultante de la aplicación de fuerzas paralelas a la sección transversal de una que se aplica sobre la superficie del elemento.

Combustibilidad. Cualidad de poder arder o quemarse, inflamabilidad.

Estanquidad. Cualidad de un elemento de estar perfectamente sellado en sus uniones.

Impermeabilidad. - Propiedad de los cuerpos de no dejar pasar líquidos a su través.

Paisaje. Sistema territorial tomado por componentes y complejos de diferente rango tomados bajo la influencia de los procesos naturales y de la actividad modificadora de la sociedad humana en permanente interacción y desarrollo.

Servicios ambientales. Aquellos derivados de los ecosistemas o sus elementos, cuyos valores o beneficios son económicos, ecológicos o socioculturales y que inciden directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente, propiciando una mejor calidad de vida de los habitantes que justifican la necesidad de desarrollar acciones para promover la preservación, recuperación y uso racional de aquellos elementos relevantes para la generación de estos servicios en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

1.5.- Abreviaturas Elementales

MINAM - Ministerio del Ambiente

SERNANP- Servicio Nacional de áreas Naturales protegidas por el Estado

SERFOR – Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre

MML – Municipalidad Metropolitana de Lima

SERPAR – Servicio de Parques de Lima

MDSMP – Municipalidad Distrital de San Martin de Porres

MDJM - Municipalidad Distrital de Jesús María

SALMUND – ONG Salvemos al Mundo

GRHC – Green Roofs for Healthy Cities

Asociación Techos Verdes para Ciudades Saludables.

IGRA - International Green Roof Association, Asociación Internacional de Azoteas Verdes

ASTM - American Society of Testing Materials, Asociación Americana de Ensayo de Materiales

CIMA – Centro de Conservación, Investigación y Manejo de Áreas Naturales

ACCA - Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica

AIDER - Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral

IBC Perú - Instituto del Bien Común

FV – ONG Fondo Verde

USAID – Agencia de los estados Unidos para el Desarrollo Internacional

TNC – The Nature Conservancy

KFW – Kreditanstalt fur Wiederaufbau

AECID - Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo

UICN – Union Internacional para la Conservacion de la Naturaleza

RAP – Red Ambiental Peruana.

UICN – Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

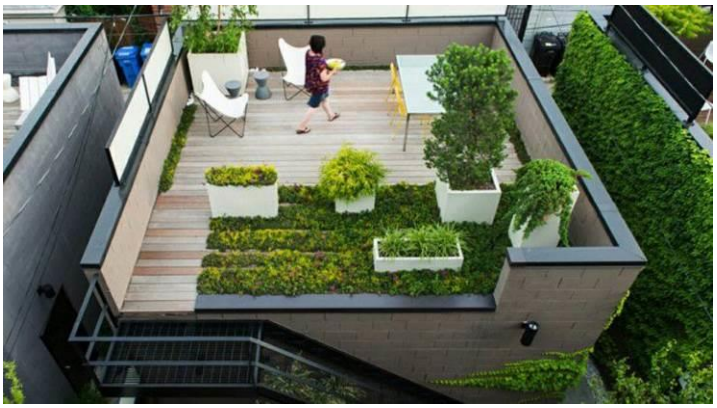
2.- Descripción de una azotea verde

Es una azotea o parte de ella que soporta una cubierta vegetal, la misma que puede estar instalada en cualquiera de sus diferentes superficies o estructuras que lo compongan; cabe mencionar que las cubiertas vegetales pueden haber sido generadas por el medio

ambiente o por la mano del hombre. Así mismo es importante precisar de que las áreas de la azotea que pueden estar cubiertas son: los muros, pisos, columnas, vigas y los pequeños techos que los conformen.

Figura 63

Azotea verde



Fuente: https://interiores.alterblogs.com/22-ejemplos-de-techos-verdes-que-inspiran/

2.1.-Azotea Verde implementada por el hombre

Es la azotea totalmente o parcialmente cubierta con diversos tipos de vegetación, cultivados en el medio de crecimiento más adecuado, utilizando los recipientes apropiados para su desarrollo normal y aplicando la tecnología necesaria a fin de garantizar buenos resultados ambientales, económicos y sociales.

Instalar una Azotea Verde en nuestras casas es generar un nuevo ecosistema porque dará aparición de nuevos organismos vivos independientes que van a compartir el mismo hábitat; así mismo es generar un nuevo microclima; gracias a este, los espacios internos de la vivienda se verán beneficiados debido a que la temperatura y la humedad se equilibrarán, lo cual generará un confort térmico a los individuos que habitan este hogar.

Por otro lado, es importante aclarar que, en algunos casos, sobre todo cuando las plantas son trepadoras, penetran también a los techos vecinos, convirtiéndolos en verdes; tal

es así una planta de uva o una de maracuyá que pertenecen a nuestra azotea por su desarrollo normal, invaden techos aledaños, sin interesarles la inclinación que tengan, llenándolos de frutos.

2.2.-Recipientes de cultivo

Son infraestructuras cóncavas que sirve para cultivar plantas en su interior, existen muchos y variados tipos de recipientes, tales como: mesas de cultivo, jardineras, macetas, macetas colgantes, jardines verticales y cubiertas vegetales. Para una azotea verde, tenemos que escoger cual o cuales debemos utilizar, todo depende de que sea el más apropiado para el crecimiento de las plantas, para el desarrollo de sus raíces y que permitan el cultivo fácil a las personas encargadas. Así mismo dependerá de los siguientes factores:

De la superficie destinada para la azotea verde.

Del diseño de ordenamiento de la azotea verde.

De las plantas que se van a cultivar.

De la inversión con que cuenta el propietario para realizar este proyecto.

Mesas de cultivo

Son estructuras elevadas generalmente construidas de madera o metal, que permiten cultivar diversos tipos de plantas propias de los huertos urbanos, tales como: hortalizas, plantas aromáticas y medicinales. Las mesas de cultivo son muy cómodas para su uso, ideal para los niños, la gente mayor o la discapacitada, porque permite desarrollar las actividades agrícolas de cultivo, riego y mantenimiento sin arquear la espalda.

Las mesas de cultivo se construyen a medida, de acuerdo a la solicitud del cliente, por lo que se tiene que tener en cuenta de que se hagan en relación a la altura de la persona que lo va a usar; así mismo que el tamaño dependa del espacio libre que se disponga en la azotea; lo

más indispensable es que el espacio de cultivo debe tener una profundidad no menor a 25 cm. y en el fondo un conducto para su drenaje.

Figura 64

Mesas de cultivo

Fuente: https://www.bekiahogar.com/articulos/como-hacer-mesa-cultivo/

Macetas.

Son recipientes en forma de vasijas con un pequeño hueco al fondo que sirve para el drenaje. Las macetas por su forma y profundidad pueden alojar plantas de diversos tamaños y formas de raíz, lo importante es que estas se mantengan siempre cubiertas de sustrato y con un riego apropiado, para que se desarrollen normalmente.

Estos recipientes de cultivo son muy flexibles respecto a los espacios; se acondicionan muy fácilmente a las azoteas o cualquier área de la vivienda, se deben instalar sin perjudicar el acceso y el transito normal dentro del hogar.

Las jardineras

Son recipientes tipo contenedor, en el que se coloca el sustrato en un espesor apropiado a la profundidad de las raíces de las plantas que se van a cultivar; es muy

importante para su buen funcionamiento las jardineras deben estar dotadas de drenaje y un aparente sistema de riego.

Figura 65

Jardineras

Fuente: http://apuntesdearquitecturadigital.blogspot.com/2017/04/diseno-de-jardineras-vida-en-verde.html

a)Jardines verticales

Es un sistema que usa mayormente las técnicas de la hidroponía, siendo el agua el que se encargue de entregar los nutrientes a las plantas para que crezcan sanas y fuertes. Su riego se hace mediante un circuito cerrado y controlado, a fin de garantizar a las plantas, la humedad y los nutrientes que la requieran. En los jardines verticales se pueden cultivar lechugas, espinacas, fresas, plantas aromáticas u ornamentales; lo importante es que se adapten al clima de la zona donde se ubiquen.

Figura 66

Jardines verticales

Fuente: https://www.sf23arquitectos.com/2016/06/jardines-verticales.html

b)Macetas Colgantes

Es un recipiente ideal para zonas muy pequeñas, Balcones o terrazas; en ellas mayormente se cultivan flores, pero también es apropiada para el cultivo de fresas, tomates cherry u otras plantas que proporcionen frutos y de esta manera tener un huerto sin renunciar al pequeño espacio. Su inversión es baja.

Figura 67

Maceta Colgante

Fuente: https://www.pinterest.com.mx/pin/793689134302016347/

e) Cubierta Vegetal

Es un recipiente estable que ocupa una parte o toda la superficie de la Azotea Verde, la misma que ha sido diseñada y acondicionada por un especialista, tomando en cuenta todas las precauciones necesarias para su buen funcionamiento.

En una Cubierta Vegetal se puede cultivar cualquier tipo de plantas, todo depende del espesor del sustrato que haya sido considerado por el diseñador; pueden cultivarse desde gras hasta frondosos árboles frutales y ornamentales.

Figura 68

Cubierta Vegetal

Fuente: https://disenodehabitaciones.com/30-ideas-para-hacer-tu-propia-azotea-verde/

2.3.- La Cubierta Vegetal de una Edificación

Es toda superficie exterior de una edificación que alberga diversas especies vegetales, las mismas que pueden haber desarrollado de manera natural a consecuencia del medio ambiente o también, por la influencia de la mano del hombre.

Las cubiertas vegetales hechas por la mano del hombre, pueden ocupar cualquier superficie de una edificación, sea plana o inclinada o vertical; todo depende de su estructura y del área que destine el propietario para tal fin. El diseñador se encargará de adecuar la cubierta vegetal y aplicar toda la influencia arquitectónica y paisajística, a fin de que sirva para mejorar las condiciones de vida a los usuarios.

Figura 69

Las cubiertas vegetales pueden ocupar cualquier tipo de superficie.

Fuente: https://disenodehabitaciones.com/30-ideas-para-hacer-tu-propia-azotea-verde/

En las cubiertas vegetales de una Azotea Verde, se puede cultivar cualquier tipo de plantas utilizando sustrato, en reemplazo del suelo en su estado natural y para proteger las estructuras de la azotea de la humedad utiliza una capa filtrante, otra de drenaje y una membrana impermeable anti raíces.

Figura 70

Cubierta Vegetal de una Azotea Verde. Cultivo de Hortalizas

Fuente:https://www.meteored.cl/noticias/ciencia/naturacion-urbana-la-irrupcion-de-los-techos-verdes-construcciones-sustentables.html

2.3.1.- Componentes de una Cubierta Vegetal

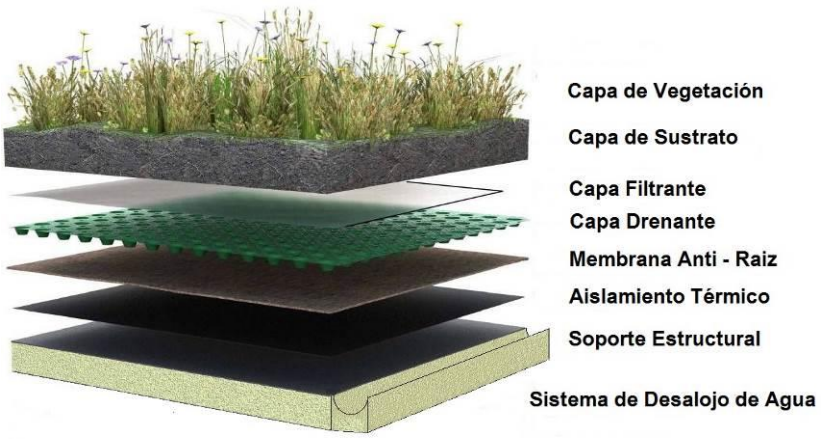
La Cubierta Vegetal de una Azotea Verde es un sistema integral conformado por varias capas de diferentes materiales, dispuestos para proteger la edificación contra daños por la exposición al medio ambiente y a su vez promover el crecimiento de vegetación. El instalar una azotea verde reemplaza cualquier acabado que pudiera tener la azotea.

Debido a que en el Perú los conocimientos de esta tecnología son escasos, en el presente manual consideraremos como diseño base la de una Cubierta Vegetal Convencional, Basados en las Normas Tecnológicas de jardinería y paisajismo de la Fundació de la Jardineria i el Paisatge, (2012) y la Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017.

Por lo que la estructura de la Cubierta Vegetal de una Azotea Verde para Lima Metropolitana está compuesta por las siguientes capas ilustradas en la Figura 78 y descritas más adelante en forma descendente:

Figura 71

Capas que integran la cubierta vegetal de diseño convencional



Fuente: http://vivirelverde.com/terrazasverdes.html. Adecuada por el autor de acuerdo a las Normas usadas

a) Capa de vegetación

Esta capa corresponde al cultivo de las plantas adaptadas a las condiciones físicas y climáticas de la zona, destinadas a dar a la edificación un acabado vegetal que genera áreas verdes de carácter ecológico; las plantas que son diversas deben ser seleccionada de acuerdo al gusto del propietario y que requieran de poco mantenimiento. Ver la figura 79 se muestra una capa de vegetación.

Figura 72

Instalando la Capa de vegetación en una Cubierta Vegetal.

Fuente: http://www.viverochaclacayo.com.pe/techos-y-azoteas-verdes-715-general.html

b) Capa de sustrato

Es la capa que reemplaza al suelo natural en una Cubierta Vegetal o cualquier recipiente y está diseñada para soportar a las plantas, razón por la cual el espesor depende de las plantas a cultivar. La capa de sustrato proporcionará a la planta el soporte y los nutrientes necesarios, es por eso que es el resultado de una mezcla de diversos componentes, a fin de tener un sustrato de acorde a la planta que se va a cultivar. Ver la figura 80 se muestra una capa de sustrato.

Figura 73

Colocando la Capa de sustrato de una Cubierta Vegetal.

Fuente: https://www.singulargreen.com/la-importancia-del-sustrato-en-las-cubiertas-vegetales/

c) Capa filtrante

Esta capa se coloca encima de la capa drenante, separándola del sustrato, la función es evitar el paso de las partículas finas de material inorgánico y orgánico del sustrato, a fin de que el agua fluya libremente hacia la capa drenante y así tener un funcionamiento adecuado. Ver la figura 81 se muestra una capa filtrante.

Figura 74

Capa filtrante encima de la capa drenante

Fuente: https://www.archiexpo.es/prod/zinco-gmbh/product-66390-1134231.html

d) Capa drenante

Esta capa tiene como función, filtrar el agua producto de precipitaciones pluviales y/o el agua excedente del riego de toda la superficie de la Cubierta Vegetal. Esta capa debe tener la capacidad de desalojar un mínimo de 2 litros de agua por minuto por cada metro cuadrado, dicha capa está ligada con el tipo de azotea huerta. En la figura 13 se muestra una capa drenante.

Figura 75

Capa drenante

Fuente: http://es.chinatinhy.com/dimple-drainage-sheet/55141401.html

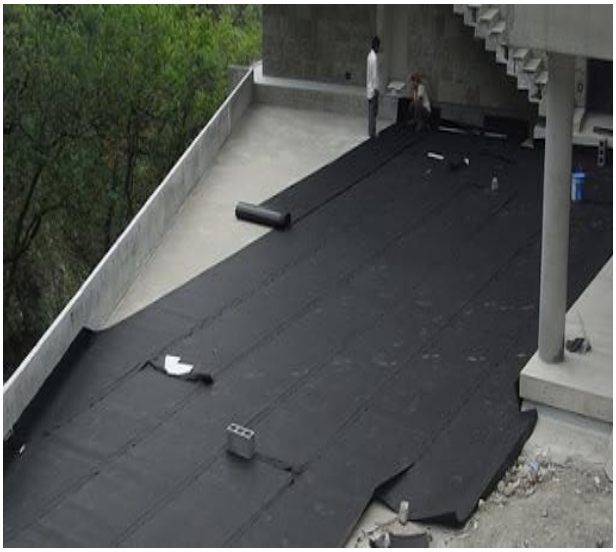
d) Membrana impermeabilizante anti-raíz

Membrana que tiene como función evitar el paso del agua de la Cubierta Vegetal al interior de las edificaciones e impedir que las raíces y los microorganismos dañen la edificación, haciendo impermeable el elemento o grupo de elementos constructivos deseados.

Existen varios tipos de membranas anti-raíz, pero en el Perú la más usadas es la membrana de asfalto polímero, obtenida a través de la modificación de asfalto con polímeros elastoméricos de SBS (estireno butadieno estireno) o plastomérico de APP (polipropileno atático), con armadura central en Geotextil de Poliéster de 160 g, logrando una mayor resistencia a los esfuerzos de punzonamiento. Tiene en su composición un exclusivo herbicida no tóxico, que inhibe el ataque de las raíces.

Figura 76

Instalación de la membrana anti-raíz impermeabilizante



Fuente: http://www.abinco.com.mx/impermeabilizacion-de-jardineras.htm

e) Aislamiento Térmico

Para Lima Metropolitana en forma opcional se colocará esta membrana por encima del soporte estructural; siendo la función principal, disminuir la temperatura de la edificación en época de verano y elevar la temperatura de la edificación en época de invierno.

Dentro de los materiales que posean la propiedad de aislamiento térmico, tenemos: la lana de vidrio o de roca, la espuma de polietileno y al plietileno expandido. En la figura 82 se muestran algunos de estos aislantes.

Figura 77

Lana de vidrio un aislante térmico

Fuente: https://arquigrafico.com/lana-de-vidrio-como-aislante-termico-y-acustico/

c) Soporte estructural

Es la parte superior, plana y abierta de una edificación destinada para la Cubierta Vegetal; la misma que debe de contar con elementos estructurales que le den la seguridad de soportar su propio peso, los elementos arquitectónicos, las cargas vivas, las capas de la cubierta y todos los elementos necesarios para el buen funcionamiento. El soporte estructural está conformado por una losa fijada a 4 vigas y soportada por 4 columnas. Los cálculos estructurales para su construcción deberán ceñirse al Reglamento Nacional de Edificaciones del Ministerio de Vivienda.

Figura 78

Soporte estructural de una cubierta vegetal.

Fuente: http://www.viverochaclacayo.com.pe/techos-y-azoteas-verdes-715-general.html

Es importante tener en cuenta que la losa donde se instalará la Cubierta Vegetal deberá tener una pendiente del 2% al 5%, inclinación que favorecerá para su buen funcionamiento.

Para las edificaciones construidas, se recomienda hacer previamente la evaluación estructural correspondiente, a fin de determinar si soportara o no las cargas de la Cubierta Vegetal, en caso de que sea negativo, se procederá a reforzar las estructuras para garantizar su instalación.

2.3.2.- Tipos de Cubierta Vegetal

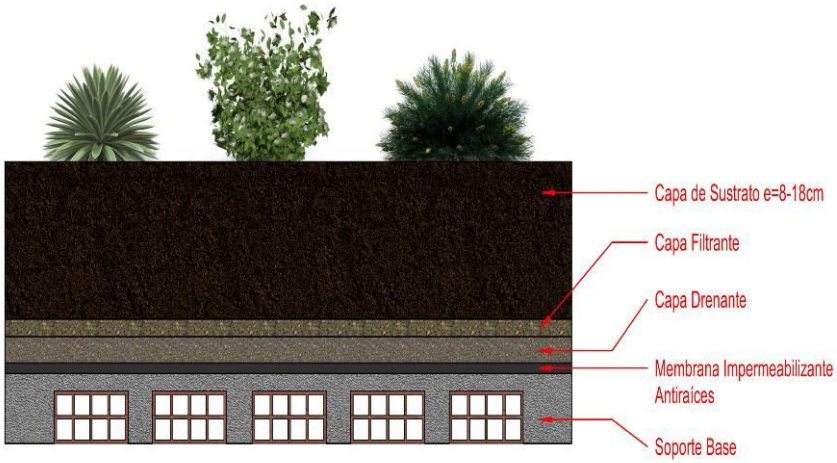
Las Cubiertas Vegetales son de cuatro tipos diferentes, dependiendo a la función de los usos a que serán destinadas, la profundidad del medio de cultivo, la vegetación y de los requisitos o grado de mantenimiento requerido; factores que inciden en su construcción y de los métodos utilizados para su realización.

a) Cubierta Vegetal Extensiva:

Son aquellas en donde la capa de sustrato es poco profunda, su espesor debe de ser hasta los 18 cm, es ideal para el cultivo de hortalizas, flores y gramíneas; el mantenimiento relacionado con el riego y la fertilización se le debe dar de acuerdo a la necesidad de cada planta que se cultiva, tratando de garantizar su correcto desarrollo y su eficiente producción sobre todo si se trata de cultivo de hortalizas. El peso de la vegetación más la capa de sustrato en estado saturado debe menor igual a 200 kg/m^2.

Figura 79

Cubierta Vegetal Extensiva



Fuente: Propia

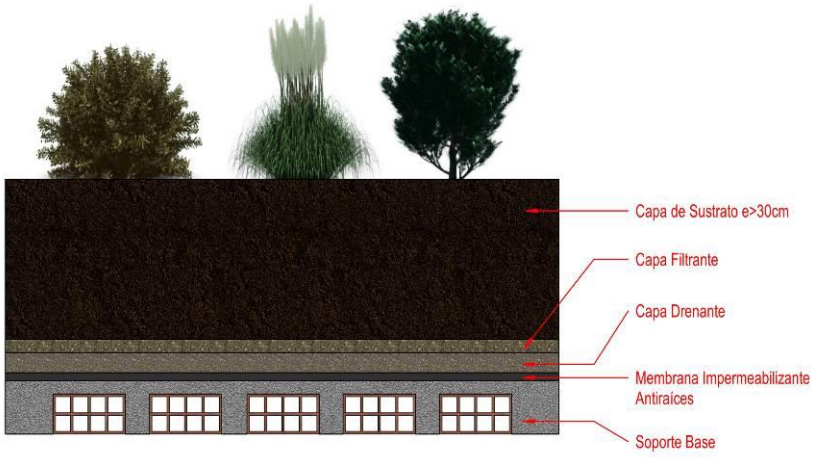
b) Cubierta Vegetal Semi - Intensiva:

Son aquellas en donde la capa de sustrato no debe ser mayor a los 30 cm, es ideal para el cultivo de árboles injertados pequeños de frutales, medicinales y alimenticios; el mantenimiento relacionado con el riego y la fertilización de los suelos se le debe dar de acuerdo a la necesidad de cada planta que se cultiva, tratando de garantizar su correcto desarrollo y su eficiente producción sobre todo si se trata de cultivo de frutales. El peso de la

vegetación más la capa de sustrato en estado saturado no debe ser mayor a 200 kg/m^2 hasta 350 kg/m^2.

Figura 80

Cubierta Vegetal Semi - Intensiva



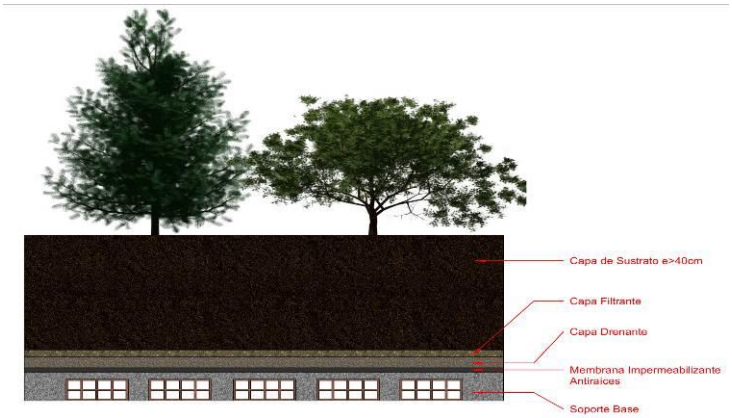
Fuente: Propia

c) Cubierta Vegetal Intensiva:

Son aquellas en donde la capa de sustrato no debe ser mayor a los 40 cm, es ideal para el cultivo de árboles más frondosos de frutales, medicinales, alimenticios y ornamentales; el mantenimiento relacionado con el riego y la fertilización de los suelos se le debe dar de acuerdo a la necesidad de cada planta que se cultiva, tratando de garantizar su correcto desarrollo. El peso de la vegetación más la capa de sustrato en estado saturado es mayor a 350 kg/m2.

Figura 81

Cubierta Vegetal Intensiva



Fuente: Propia

2.3.3.- Elementos Auxiliares

En una Cubierta Vegetal es necesario que se utilice ciertos elementos que sirvan para la evacuación del agua que son:

Sumidero

Elemento de transición, entre la cubierta vegetal y los desagües de agua pluvial, que ayuda a contener, canalizar y distribuir los volúmenes de agua que filtran del riego o de la lluvia en la azotea, evitando su acumulación en la zona de descarga.

Drenes

Tubería perforada que recibe y elimina las aguas acumuladas que filtran del sustrato a consecuencia del riego de las plantas evitando su acumulación y el enlodamiento.

Canaletas

Elemento de transición que recibe las descargas de agua de los drenes y los traslada hacia la tubería de desagüe, evitando su acumulación en la zona y el encharcamiento.

2.3.4.- Parámetros de Vegetación

Es importante tener en claro que una cubierta vegetal no deberá rebasar la carga máxima admisible determinada por el cálculo y evaluación de la estructura de la edificación en estudio. El diseño y la sobre carga deberán de ser realizados con base en lo establecido en el RNE y las NTP. En la tabla 25 se muestran los parámetros para cada tipo de vegetación.

Tabla 25

Parámetros por cada tipo de Vegetación

	Vegetación Extensiva	**Vegetación Semi Intensiva**	**Vegetación Intensiva**
Espesor sustrato	Hasta 18 cm	Hasta 30 cm	Hasta 40 cm
Riego	Periódicamente	Periódicamente	Regularmente
Vegetación	Hierbas y hortalizas	Hortalizas y frutales	Frutales y arboles
Altura de plantas	Max 50 cm	Mayor 50 a 200 cm	Mayor a 200 cm
Peso*	≤ a 200 kg / m2	>200 a 350 kg / m2	> 350 kg/m2
Costos	Bajo	Medio	Alto
Uso	Eco Productiva	Jardín Ecológico	Parque Ecológico

*En estado saturado

Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

3.- INFORMACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

3.1.-Información de la zona de la zona del proyecto de Azotea Verde

La información de la zona donde se va a diseñar el proyecto de azotea verde es muy importante, porque debemos de conocer el lugar donde está ubicado la edificación a ser

vegetada y algunos pormenores respecto al tema, pero la información básica más importante requerida es lo siguiente:

a) Ubicación geográfica señalando las coordenadas del proyecto;

b) Clima;

c) Altitud sobre el nivel del mar;

d) Otra información que tenga que ver con la zona del proyecto;

e) Planos

3.2.-Inventario de la Azotea Verde

Para implementar una azotea verde, es necesario contar con un inventario que abarque toda la azotea, la misma que deberá contener la recopilación y sistematización de la información respecto a las instalaciones sanitarias, eléctricas, electrónicas, de estructuras y construcciones aledañas al proyecto a fin de que genere problemas durante la etapa de la implementación o durante la etapa de operación de la azotea verde.

Se anotarán las siguientes informaciones y los puntos de ubicación, las mediciones, el estado de conservación de lo siguiente:

a) Instalaciones que discurren por la superficie de la azotea;

b) Juntas estructurales comprendidas en la superficie de la azotea;

c) Tomas de agua de riego más cercanas a la superficie de la azotea;

d) Elementos singulares tales como tubos, ductos, muretes, entre otros, así como demás elementos constructivos de la superficie de la azotea;

e) Puntos de desagüe y/o bajadas de agua pluvial en la superficie de la azotea;

d) Otras instalaciones que estén cerca la superficie de la azotea;

e) Planos con detalles

f) Porcentaje y ubicación de la superficie a naturar protegida(s) del agua de lluvia por elementos constructivos;

g) Porcentaje y ubicación de la superficie a naturar que reciben sombra de construcciones y/o vegetación aledaña o de los elementos constructivos de la propia edificación durante la mayor parte del día; y

h) Orientación de la superficie a naturar en relación al asoleamiento y vientos dominantes.

3.3.-Tamaño de la Azotea Verde

La superficie destinada para la azotea verde tiene que darse en m^2, la cual deberá estar bien definida por el propietario, porque en ella haremos el diseño correspondiente a fin de cultivar plantas de diversa frondosidad y en los diversos tipos de recipientes; por otro lado, la azotea deberá tener una pendiente entre el 2% al 5%, si no lo existiera, se tendrá que adecuar a la pendiente establecida, a fin de que pueda discurrir las aguas con facilidad. Dentro de la superficie a vegetar debe estar contemplados la ubicación de los accesos a la azotea verde.

4.- EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA

Las estructuras de una vivienda son muy importantes, porque ellas son las que van a soportar las cargas de una azotea verde, es por ello que a las edificaciones existentes hay que realizarles obligatoriamente una evaluación bien minuciosa y a las que están en proceso de construcción o diseño se tiene considerar para que cumplan con los requerimientos técnicos mínimos para soportar el peso adicional que nos dará una azotea verde.

Es importante hacer resaltar que las viviendas de Lima Metropolitana en un 80% son de material noble y cuentan con losas que sirven para implementar las azoteas verdes; pero todo depende de los recipientes de cultivo y de las plantas para determinar la carga que recibirá la estructura de la edificación.

Consideraciones respecto a los recipientes de cultivo

Puesto que, para hacer la revisión estructural, es necesario saber la carga que va a soportar la losa donde se implementará la azotea verde, es indispensable determinar el tipo de recipiente que se usará; si se eligiera macetas, jardineras, mesas de cultivo, etc., estos recipientes no afectarían mucho la estructura de la losa, debido a que su peso no es significativo y que su ubicación no es estable, que pueden cambiar de lugar a otro. Para el presente manual se está considerando una Cubierta Vegetal por ser estática y puntual.

4.1.-Tipos de losas

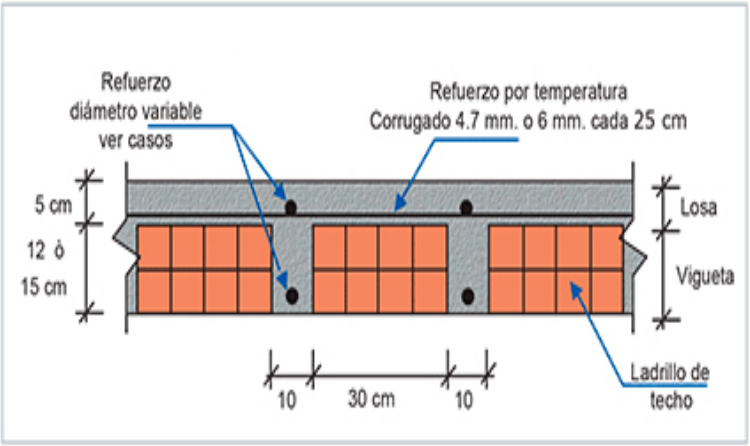
Existen diversos tipos de losas, las mismas no se comportan de igual manera, por lo que para un Jardín azotea el su análisis dependerá del tipo de losa existente en la edificación.

Losas aligeradas

Son aquellas losas constituidas por viguetas de concreto armado cuyo espacio entre ejes es de 0.40 m y se encuentran conectadas por una losita superior de concreto de 5 cm de espesor. El espacio entre viguetas es completado por ladrillos de arcilla o bloques huecos de concreto que sirven para aligerar la losa y para conseguir una superficie plana en cielo raso. (Figura N° 82).

Figura 82

Detalle General de Losa Aligerada



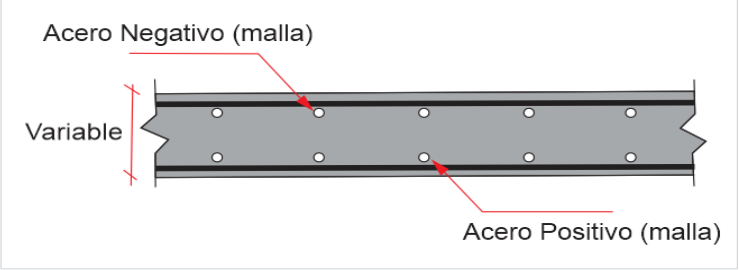
Fuente:https://www.acerosarequipa.com/manual-para-maestro-de-obra/recomendaciones-sobre-el-refuerzo/losas-aligeradas/tuberias-que-pasan-a-traves-de-la-losa-aligerada.html

Losas macizas

Se refiere a aquellas losas constituidas por concreto en toda su extensión y espesor. (Figura N° 83).

Figura 83

Detalle General de Losa Maciza (Vista en corte)



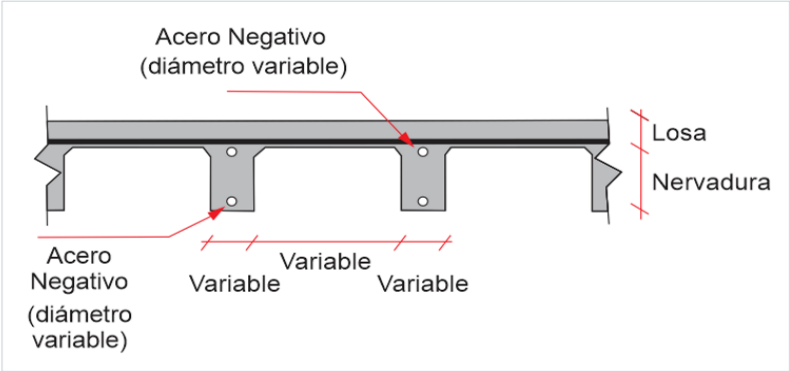
Fuente: Elaboración propia

Losa nervada

Constituida por nervaduras o viguetas de concreto armado en una o dos direcciones, sin elementos de relleno. (Figura N° 94).

Figura 84

Detalle General de Losa Nervada (Vista en Corte)



Fuente: Elaboración propia

Para explicar la consideración de la carga que representa una azotea verde en el diseño de una losa, se presenta el diseño de una de tipo aligerada, ya que es la más utilizada en nuestro país. Dicho diseño está basado en la Norma E020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

4.2.-Características de los materiales

La determinación de los materiales a utilizar es de suma importancia, ya que, de esto dependerá la resistencia de la losa, así como del criterio de diseño.

En el caso de no tener planos de la estructura existente, se podrá verificar la resistencia del concreto usando un esclerómetro; de acuerdo a la experiencia se ha podido definir que los elementos estructurales en las viviendas de Lima Metropolitana mayormente son construidos con un Concreto F’c = 210 kg/cm2 y Acero de refuerzo Fy= 4200 kg/cm2.

4.3.-Análisis de cargas

En el diseño de una losa, es necesario el análisis de cargas que serán soportadas por la losa en estudio, para lo cual, se tomarán en cuenta las cargas muertas y vivas.

La determinación de las cargas que inciden sobre la capa base es de suma importancia, ya que en las edificaciones existentes se debe tomar en cuenta los cálculos previos, y en los nuevos inmuebles en el diseño de la losa, es decir, la carga que se tomará en cuenta es igual al peso total del techo, el peso del sustrato en el estado de saturación y la vegetación. En cualquier caso, debe evitarse el sobrepasar puntualmente la capacidad de carga admisible, ya sea por transporte de los elementos y materiales o por almacenaje de los mismos.

Cargas Muertas

El diseño de la losa se realizará para una azotea verde extensiva y con un espesor propuesto de 20 cm. Se considerarán como Cargas muertas, el peso de la losa, el peso del piso terminado y el peso de la naturación extensiva del área verde.

Siendo necesario para la evaluación de techos de otros espesores, se muestran los pesos unitarios para las losas armadas en una sola dirección establecidas por la Norma E020.

Tabla 26

Pesos unitarios de las losas armadas unidireccionales

Espesor del Aligerado (m)	Espesor de Losa Superior en metros	Peso Propio kPa (kgf/m2)
0.17	0.05	2,8 (280)
0.2	0.05	3,0 (300)
0.25	0.05	3,5 (350)
0.3	0.05	4,2 (420)

Fuente: Norma E020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla 27

Diseño por tipo de Vegetación

Cubierta Vegetal	Peso kg/m2	Espesor (cm)	N° de varilla	Separación (cm)
Sin vegetación	0	14	3	25
Extensiva	≤ a 200	14	3	25
Semi-intensiva	>200 a 350	14	3	25
Intensiva	> 350	15	3	20

Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

Usando esta información se calculará el Metrado de Cargas de la siguiente manera:

Metrado de Cargas:

Carga Muerta (CM):

Peso Propio de la Losa (e=…..) = …… kg/m^2

Acabado de la Losa = …… kg/m^2

Peso de la Cubierta Vegetal = …… kg/m^2

CM= …… kg/m^2

Cargas Vivas

Para las cargas vivas, se considera sólo la carga de mínima de vivienda establecida también por la Norma E020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Sobrecarga = 200 kg/m2

Resistencia requerida

Para el caso del diseño por carga muerta y carga viva se está considerando la combinación de carga establecidos en la Norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones:

$$U = 1.4\ CM + 1.7\ CV$$

Carga repartida por vigueta

Evaluamos la carga distribuida por cada una vigueta mediante la siguiente ecuación:

$$Wu = \frac{U}{2.5}$$

4.4.-Análisis estructural

Según Abanto (2002) "…para el diseño de vigas continuas y losas armadas en una dirección (no presforzadas), se podría utilizar para el análisis de cargas de gravedad los momentos y fuerzas cortantes que se obtienen con la aplicación del Método Simplificado de Coeficientes: siempre y cuando cumplan con las condiciones establecidas en el Capítulo 8 de la Norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones":

Diseño por flexión

Se verificará que el acero cumpla con las solicitaciones de las cargas impuestas. La verificación se puede realizar por una comparación de momentos en las viguetas, si el momento teórico resistente de la vigueta es mayor al momento actuante debido a las cargas, las viguetas tienen un comportamiento adecuado, caso contrario, las viguetas fallan.

Diseño de cortante

El análisis de diseño por cortante se realizará para verificar que el peralte efectivo propuesto de la losa cumpla las solicitaciones de esfuerzos internos, ya que el cortante debe

de resistir las fuerzas resultantes de las tensiones paralelas de una sección transversal de la viga.

Se calculará Fuerza cortante actuante y Fuerza cortante que toma el concreto, para definir si es que es necesario modificar la vigueta o no.

4.5.-Evaluación Ocular de la estructura

Se verificará físicamente toda la superficie destinada para la azotea verde en ambas caras y las áreas aledañas a esta, a fin de que se encuentre en condiciones óptimas, libres de rajaduras, fisuras, grietas, invasión de salitre u otras sustancias perjudiciales para la estructura; si se encontrara alguna deficiencia, es necesario darle la solución para subsanar la deficiencia, para que la azotea verde no se sienta perjudicada, ni la estructura ni la vivienda en general.

5.- Diseño de drenaje

El diseño del sistema de drenaje de una azotea verde en Lima Metropolitana, se realizara cumpliendo los requerimientos propios de la zona, debiéndose tener en cuenta las precipitaciones fluviales que esporádicamente se presentan y las periódicas lluvias a consecuencia del Fenómeno de El Niño, ya que las azoteas verdes cumplen un rol fundamental en la protección y conservación los techos de problemas de encharcamiento de las aguas producto de las lluvias, debido a que parte de estas aguas se quedaran contenidos en los recipientes de cultivo y en mayor magnitud en las cubiertas vegetales que almacenan una parte importante de las precipitaciones, pero una parte de agua requieren de un buen sistema de drenaje para un buen desfogue.

Para diseñar un sistema de drenaje de una azotea verde en Lima Metropolitana depende mucho de los recipientes que se utilizaran para el cultivo de las plantas; debido a que

cada uno de ellos tiene su propio desfogue de los sobrantes del agua del riego; por tal razón más adelante se presentaran los diseños de drenaje para cada recipiente.

En las cubiertas vegetales se deberá tener en cuenta la pendiente o inclinación de la azotea, la misma que se tiene que contemplar en el proceso de construcción de la edificación nueva o en la adecuación de una edificación ya construida, porque al no contar con una apropiada pendiente se pueden producir diversos problemas, tal como la acumulación de agua, lo cual ahogaría a la vegetación, sobre todo cuando se trata del recipiente cubierta vegetal.

El techo donde se va a instalar la azotea verde debe contar con una pendiente mínima del 2% y máxima de 5%. En la tabla 28 se da la equivalencia para pendientes de porcentajes a grados.

5.1.- Drenaje en Mesas de Cultivo

El sistema de drenaje en una mesa de cultivo, es muy importante, debido a que los materiales que está hecho, pueden sufrir algún daño, de manera especial los que son de madera; un encharcamiento puede perjudicar el recipiente de cultivo, es por ello que tiene que forrarse antes de su uso con una membrana impermeabilizante y se debe colocar una capa de piedra chancada debajo la del sustrato, para que las aguas del riego, discurran libremente hasta llegar a una tubería PVC perforada, quien la captara y la llevara para ser eliminada por la tubería de desfogue.

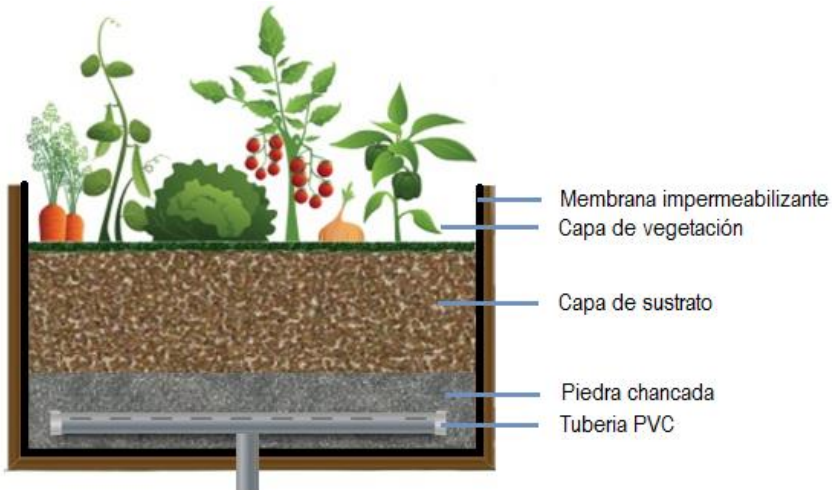
Figura 85

Detalle del drenaje de la mesa de cultivo

Fuente:https://www.consejosparamihuerto.com/macetas-y-jardineras/huertos-urbanos-y-mesas-de-cultivo/mesas-de-cultivo-de-madera/

Figura 86

Detalle del drenaje de la mesa de cultivo (Vista en Corte)



Fuente: Propia

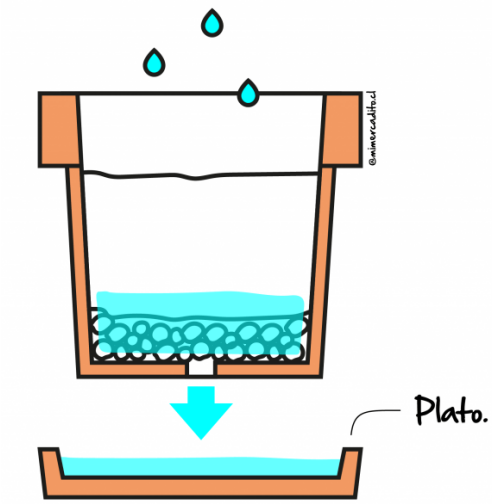
5.2.- Drenaje en Macetas

El sistema de drenaje en una maceta, es muy importante, debido a que un encharcamiento de las aguas de riego puede perjudicar el desarrollo de la planta, es por ello que se colocará una capa de piedra chancada debajo la del sustrato, para que las aguas del

riego, discurran fácilmente hasta llegar al ducto de desfogue, para acumularse en un recipiente y luego ser eliminada.

Figura 87

Detalle del drenaje de una maceta (Vista en Corte)



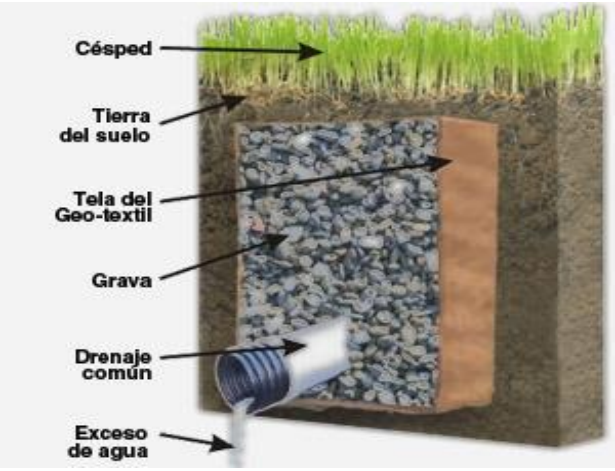
Fuente: https://www.mimercadito.cl/blog/macetas-drenaje-vs-sin-drenaje/

5.3.- Drenaje en Jardinera

El sistema de drenaje en una jardinera, es muy importante, debido a que un encharcamiento de las aguas de riego o de las lluvias puede perjudicar la estructura de soporte y el desarrollo de las plantas que se están cultivando; de acuerdo a la experiencia, con el propósito de garantizar el buen funcionamiento de la jardinera, vamos a utilizar un sistema de drenaje que es usado en grandes extensiones de terreno enlodadas, nos estamos refiriendo a un sistema tipo Drenaje Francés es por ello que se tiene que forrar toda la jardinera con membrana impermeabilizante, luego instalar tubería PVC perforada cubierta de una capa de piedra chancada, con la finalidad de las aguas discurran libremente y ser evacuada externamente a la jardinera hacia una canaleta que se encargara de eliminar el agua por el sistema de desfogue.

Figura 88

Detalle del drenaje de una jardinera (Vista en Corte)



Fuente: http://sudsostenible.com/tipologia-de-las-tecnicas/medidas-estructurales/drenes-filtrantes-o-franceses/

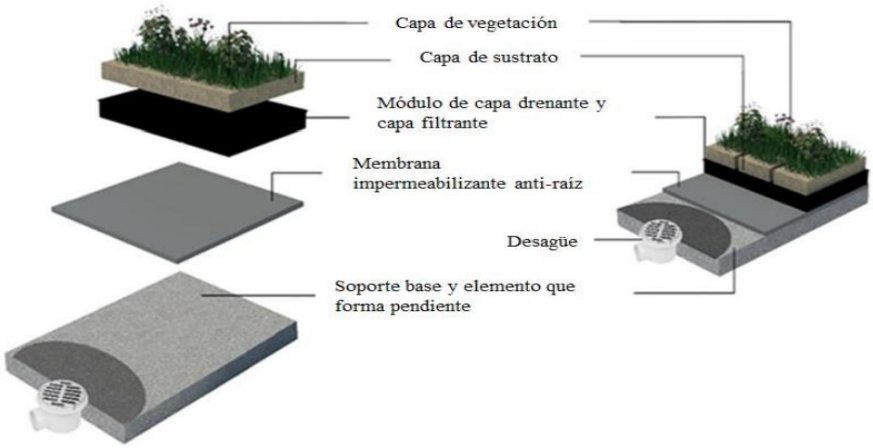
5.4.- Drenaje en Cubiertas Vegetales

El sistema de drenaje de las cubiertas vegetales, está definido por las capas sintéticas que lo conforman, es más este sistema es el más conocido, donde el agua sale directamente al sifón de desfogue.

De acuerdo a la Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017, el diseño es el siguiente.

Figura 89

Drenaje en Cubiertas Vegetales



Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017

Es importante precisar que para el diseño se tiene que tener presente lo indicado en la tabla 29 se muestran los porcentajes de desagüe de agua pluvial en las superficies de cubiertas vegetales, es decir, el porcentaje expresado será el que no puede ser retenido por la vegetación, por ejemplo, en el sistema de vegetación extensivo el 30% de la precipitación es retenido por la vegetación, mientras que el 70% será desalojado y descargado al drenaje.

Figura 90

Porcentajes de desagüe de agua pluvial en las cubiertas vegetales

Tipo de vegetación	% de desagüe
Expansiva	Espesor mayor a 10 cm 30%, Espesor menor de 10 cm 50%
Semi - Intensiva	40
Intensiva	70

Fuente: Propia

Por lo tanto, la capacidad de retención y acumulación de agua de la cubierta vegetal, tiene que ser ajustado a la precipitación promedio local.

Por otro lado, también para el diseño de la cubierta vegetal se tiene que establecer una pendiente entre el 2% y 5%

5.5.- Drenaje en Jardines Verticales

Los jardines verticales requieren de un sistema de riego más tecnológico, con el uso de una bomba para que expulse el agua sobrante del riego vertical para que nuevamente sea reutilizado con los nutrientes que les hacen bien a las plantas.

Figura 91

Drenaje de un jardín vertical

Fuente: https://www.pinterest.ch/pin/835628905855734139/

5.6.- Drenaje en Macetas Colgantes

Las macetas colgantes el filtro se encuentra en el sustrato, el mismo que debe de tener más contenido de musgo y el agua sobrante ser contenida en un recipiente para ser reutilizado con sus nutrientes que les hacen bien a las plantas.

6.- SELECCIÓN Y CULTIVO DE PLANTAS

En una azotea verde se pueden cultivar plantas que estén de acorde a los diversos factores climáticos y ambientales. En las azoteas de Lima Metropolitana se pueden cultivar plantas ornamentales, hortalizas, frutas y plantas medicinales, solamente es importante para poder decidir qué sembrar, se tiene que tener las siguientes condiciones:

6.1.- De acuerdo a cada estación del año

No podrás sembrar lo mismo en verano que en invierno, por lo que para vuestro conocimiento a continuación enumeraremos las plantas que se pueden cultivar por cada estación del año:

Tabla 28

Plantas que se pueden cultivar por cada estación del año

PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO	INVIERNO
Albahaca	Vainita	Vainita	Lechugas
Perejil	Rabanito	Alverjas	Espinacas
Culantro	Betarraga	Habas	Alverjas
Espinacas	Maíz	Lechuga	Perejil
Lechugas	Perejil	Espinaca	Rabanito
Vainita	Albahaca	Perejil	Habas
Rabanito	Culantro	Rabanito	Acelga
Betarraga	Lechugas	Betarraga	Cebolla
Tomate	Espinacas	Acelgas	Aguay manto
Pimiento	Tomate	Aguay manto	Papa
Berenjena	Pimiento	Frijol	Camote
Fresas	Berenjena	Piña	Acelgas
Chincho	Camote	Papa	Brócoli
Moringa	Moringa	Rosas	Zanahoria

Fuente: Propia

6.2.- Semillas y plantas

Hay varias formas de obtener la planta, las mismas que están determinada por germinación de las semillas y por plantas.

Las semillas los podemos comprar en el mercado y los plantones también, solamente nos queda sembrarlo en un buen sustrato.

También nosotros podemos utilizar algunos pedazos de los productos que compramos en el mercado para nuestro consumo y convertirlo en semillas o plantas de hortalizas, frutas u ornamentales, los mismos que muchas veces por desconocimiento, lo botamos a la basura, que fácilmente podemos convertirlos en plantas para su sembrado y su producción. Asimismo, de algunos cereales como el haba, la quinua, el maíz, las alverjas, los frijoles, pallares, etc. que podemos usarlos directamente como semilla y producir aproximadamente 10 veces el producto sembrado. Algunos de ellos lo mencionaremos:

Las plantas aromáticas. -los tallitos se les cortan dejando algunas hojitas en la parte superior, se coloca en agua y obtenemos las plantas de menta, hierbabuena, orégano, tomillo, etc.

La Manzanilla. - las flores se hacen secar, una vez seco se hace espolvorear sobre la tierra y obtendremos sus plantas.

El Tomate. - las semillas se obtienen del centro del tomate, después de cortarlo en dos se les extrae se para ponerlas a secar y después hacerlo germinar y obtener la planta de tomate; también se hace germinar vaciando directamente las semillas a la tierra, las plantitas de tomate se pueden trasplantar en diversos recipientes, lo importante es tener un buen sustrato.

Figura 92

Plantita de tomate después de ocho días de sembrado.

Fuente: Propia

Este procedimiento de cultivo es igual para el aguay manto, pepinillo, papaya, ajíes, pimientos, zapallo y todas las plantas que tiene semilla.

El Camote.- Los camotes pasados y con brotes en vez de botarlos a la basura, pueden convertirse en una planta y producir nuevos camotes, para lo cual procedemos a lo siguiente: 1) lo cortamos al camote en la zona de los brotes, 2) incrustamos palitos de diente y colocamos en un recipiente de vidrio con agua hasta que broten sus raíces, tallo y hojas, 3) luego se planta en el sustrato para su crecimiento, 4) después de dos meses las plantas empiezan a producir nuevos camotes y están listos para la cosecha.

Figura 93

Procedimiento para el cultivo del camote.

Fuente: Propia

Figura 94

Las plantas de camote lo trasplantamos en el sustrato.

Fuente: Propia

Figura 95

Producción y cosecha de camote.

Fuente: Propia

La papa. - Las papas arrugadas y con brotes, en vez de botarlos a la basura, se pueden convertir en una linda planta que nos puede producir muchas papas, el procedimiento es el siguiente: 1) cuando la papa vieja tiene varios brotes lo cortamos obtenido varias semillas, 2) se siembra en el sustrato para que broten las raíces, el tallo y las hojas, 3) a la planta se le riega una vez por semana, lasta que floreen, 4) después de cuatro meses empieza a amarillarse y está lista para ser cosechada.

Figura 96

Sembrando en macetas papas con brotes que se iban a botar a la basura.

Fuente: Propia

Figura 97

Hermosas plantas de papa cultivadas en macetas

Fuente: Propia

La Moringa. - es conocido como el árbol de la vida, originario de la India; sus hojas, flores y vainas verdes se comen crudas o en ensaladas por su alto contenido de carbohidratos; es una planta medicinal que posee un elevado contenido de vitaminas y minerales como hierro, carotenoides, quercetina, vitamina C, polifenoles, ácido clorogénico, entre otros, que le proporcionan un potente efecto antioxidante y antiinflamatorio. Esta planta se adapta al clima de Lima, su forma de sembrado es: 1) se compra la semilla en el mercado, 2) se remoja por el periodo de una semana, 3) luego se siembra el almacigo en el sustrato para su germinación, 4) después de veinticinco días nacen las plantas 5) las plantas se trasplantan a maceteros más grandes y se deja desarrollar regándolo cada tres días 6) dejar crecer en tu azotea, este árbol frondoso tiene buena altura por lo que es necesario podarlo siempre, además que de sus hojas podemos hacer harina de moringa.

La Haba. - su forma de sembrado es: 1) se elige las semillas de habas, de las compradas en el mercado para nuestro consumo, 2) su germinación se hace en cualquier recipiente, inclusive se siembra en el macetero o jardinera directamente, cubriéndose con sustrato, 3) dejar crecer en tu azotea, pasan la etapa de la flor y empiezan a brotar las vainas las mismas que son consumidas 4) también se dejan madurar para consumirlas.

Figura 98

Germinación de la Haba.

Fuente: Propia

La Piña. - las coronas de las piñas son las plantas, que por desconocimiento las cortamos y lo tiramos a la basura; ahora que ya conocemos para cultivar la piña procederemos de la siguiente manera:

1) compra una piña con corona,

2) cortar la piña 2.5 cm antes del extremo a partir de donde se inicia las hojas de la corona

3) pelar la cascara y quitar la pulpa al entorno del tronco amarillo del centro de la piña,

4) colocarlo en un recipiente con agua y cambiarle el agua todos los días

5) se espera que las raíces broten y

6) luego se siembra en una maceta con sustrato para su crecimiento de la planta.

Este procedimiento es igual para la zanahoria, el nabo, el poro, la cebolla, el rabanito y todas las plantas que tienen brotes en la parte superior del producto.

La Manzana. Las semillas están en el centro de la manzana, que por desconocimiento después de comer esta rica fruta, tiramos a la basura el centro de la manzana incluido las semillas; para cultivar la manzana, procederemos de la siguiente manera:

1.- Sacar la semilla del centro de la manzana.

2.- Sobre un pedazo de papel aluminio poner las semillas entre dos capas de papel toalla húmedo escurrido, luego lo empaquetamos con el papel aluminio.

3.- Luego lo sometemos proceso de estratificación, metiendo el paquete que contiene las semillas al refrigerador entre temperaturas de 2-5 grados C durante 1 o 2 meses.

4.- Sacar del refrigerador y ponerlo en un lugar a una temperatura de 15 a 25 grados C.

5.- Abrir el paquete y revisar por unos 10 minutos cada 2 días para evitar la aparición de hongos, si fuese necesario deberá humedecer un poco al papel toalla; en caso aparecieran hongos, hay que enjuagar bien a las semillas, limpiar el papel aluminio, tirar el papel toalla reemplázalo con uno nuevo.

6.- La raíz empieza a desarrollarse y las dos tapas de la semilla empieza a enverdecer y a tomar forma de hojita; entonces esta lista para ser trasplantada a una maceta para culminar su germinación.

7.- La plantita de manzana empieza botar sus hojitas y su tallo a crecer, para luego ser trasplantado a una maceta más grande.

El procedimiento es igual para la pera, la uva, membrillo, melocotón y todas las plantas que tienen semillas dentro de la fruta.

La Pitahaya. - las semillas están en el centro de la pitahaya, que por desconocimiento lo comemos con pepas y todo. Para cultivarla, procederemos de la siguiente manera:

1.- Sacar la semilla del centro de la pitahaya.

2.- Sobre un pedazo de papel aluminio poner las semillas peladas entre dos capas de papel toalla húmedo escurrido, luego lo empaquetamos con el papel aluminio hasta que germine.

3.- Abrir el paquete y revisar cada 2 días para evitar la aparición de hongos, si fuese necesario deberá humedecer un poco al papel toalla; en caso aparecieran hongos, hay que enjuagar las semillas, limpiar el papel aluminio y reemplazar el papel toalla.

4.- La raíz empieza a desarrollarse y a enverdecer; entonces esta lista para ser trasplantada a una maceta con sustrato para culminar su germinación.

5.- La plantita de pitahaya empieza botar sus hojitas y a formarse el cactus, para luego ser trasplantado a una maceta más grande.

El procedimiento es igual para el plátano, la granadilla y todas las plantas que tienen semillas en el centro de la fruta.

6.3.- Cultivo de plantas en la Azotea Verde

Desde que se siembra una planta en nuestra Azotea Verde, debemos darle un poquito de nuestro tiempo, para controlar su desarrollo, ver cómo evoluciona día a día una plantita que hemos sembrado es una emoción diferente siempre, al convivir ver sus problemas sus necesidades y ver también cómo reacciona su crecimiento.

El proceso de cultivo inicia con el trasplante de las plantitas, asegurándose de que se haga en las noches o cuando no esté nublado, las raíces y parte del tallo serán cubiertos con un excelente sustrato, que contenga los nutrientes adecuados, para lograr alcanzar el mejor rendimiento de cultivo, el mismo que de preferencia debe estar húmedo.

Durante el desarrollo de las plantas hay que inspeccionar siempre, detectando el crecimiento de las malas hiervas, las misma que deberán ser eliminadas a fin de que no retengan el crecimiento normal de las plantas, empobrecer el suelo y que por nada en el mundo estas no deben quitarles los nutrientes y debilitando a las plantas. Otra de las actividades que también se tiene que dar, es la poda, porque hay veces como el suelo es fértil la planta se va solamente en hojas, por lo que hay que cortar las hojas o chupones que están en exceso y eliminarlas. Como convivimos con las plantas de la Azotea verde, hay que revisar sus hojas o su suelo a fin de que no existan larvas o animales nocivos u hongos, que maltraten el desarrollo y la futura producción de nuestras plantas.

La cosecha es una actividad muy impresionante porque ves el resultado de muchos días de dedicación, convertido en un producto orgánico, listo para la mesa familiar o para su venta correspondiente.

6.4.- Injertos

Durante el proceso de cultivo, hay muchas plantas, sobre todo las frutícolas que van a requerir de ser injertadas para mejorar su producción, esta técnica consiste en la unión de un

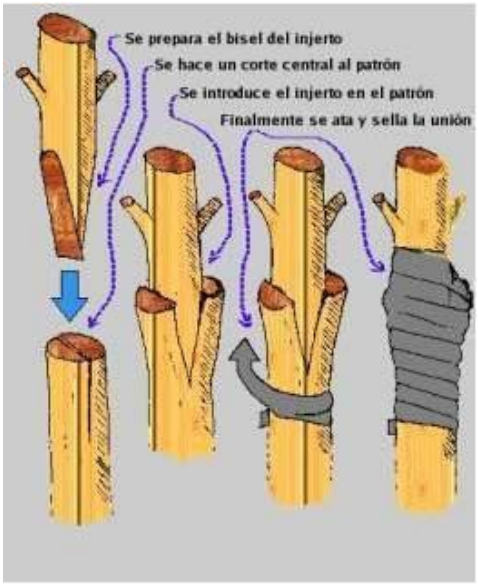
fragmento del tallo o rama de una planta que ya produce, con el tallo de una planta nueva, con la finalidad que luego ambos desarrollen como si fuera una misma planta

Los injertos nos van a beneficiar a una mayor resistencia a las condiciones climáticas y a las enfermedades o plagas que podrían ser atacadas; por otro lado, también nos va a acelerar la producción, para que sea cosechado en menos tiempo.

A continuación, mostrare el injerto más conocido y que es posible que sea usado en el cultivo de las plantas en la Azotea Verde, sobre todo para los frutales como la palta, el mango, el limón, la mandarina, la papaya, etc.

Figura 99

Proceso de injerto de dos plantas



Fuente: https://www.ecured.cu/Injerto

7.- MANTENIMIENTO DE UNA AZOTEA VERDE

Una vez instalada la azotea verde, se debe de garantizar el funcionamiento correcto, para así obtener el mayor tiempo de vida útil, de aquí la importancia de realizar las tareas de operación y mantenimiento de forma adecuada para todos los elementos que la conforman.

7.1.- Mantenimiento de la Azotea Verde

Para llevar a cabo la operación y mantenimiento de una azotea verde se recomienda:

1. Revisión y limpieza de los elementos de desalojo de agua (drenaje).
2. Revisión visual de todas las capas y elementos de la azotea verde, principalmente la capa anti-raíz y la impermeabilización.
3. Mantenimiento de la vegetación. Se deberá podar al menos 2 veces por año.
4. Riego. Se tiene que considerar el tipo de riego ya sea por goteo, regadera de jardinería, aspersión, y en ocasiones, con la captación de aguas pluviales después de un tratamiento, considerando la época del año.
5. Abono. Se deberá suministrar el abono pertinente para cada tipo de naturación.

Cada uno de los criterios antes descritos son de suma importancia, pero uno fundamental es el soporte base, ya que, si esta falla de igual forma los componentes de la azotea verde, por lo cual en el siguiente capítulo se dan a conocer de manera detallada cada elemento de una azotea verde.

7.2.- Mejoramiento y Fertilización del suelo

De la calidad del suelo para sembrar, depende la mejor producción de nuestra azotea verde, es por ello que su mejoramiento y fertilización es una tarea constante para el que se dedica a esta labor.

Por tal razón, se propone realizar las siguientes recomendaciones:

1.- El área para la azotea verde, debe plana, con buena luminosidad, limpio y con disponibilidad de agua para riego.

2.- En la fertilización del suelo no debemos considerar productos químicos. El problema de estos tipos de fertilizantes es que hacen mal a la salud del consumidor, la fertilización orgánica, generada a partir del cultivo de plantas y obtenida del excremento de los animales, mejoran la calidad del sustrato.

3.- Para mejorar el sustrato con nutrientes, tenemos que usar el compost y el humus; así mismo es bueno apostar por la siembra de lombrices quienes por la búsqueda de comida cavan pequeños túneles en la tierra, facilitando la ventilación del suelo para que las raíces de las plantas respiren mejor

7.3.- Control de Plagas

Es de suma importancia mantener libre de plagas las áreas verdes a naturar, ya que, representaría una gran erogación la fumigación de dicha área, además del peligro que representa el posible brote de cualquier tipo de plaga. Para evitar y controlar de manera adecuada la infección de la vegetación, se propone realizar las siguientes recomendaciones:

1.- Mantener bien podadas las plantas y libres de maleza o malas hierbas para evitar las plagas.

2.- Limpiar frecuentemente el jardín cortando las hojas y flores secas o enfermas, y retirar las frutas u hortalizas caídas o muy maduras para prevenir plagas.

3.- Evitar el uso de insecticidas químicos, pues éstos contienen contaminantes que modifican la estructura de los suelos.

4.- Algunos animales como el ciempiés, ayudan a eliminar las plagas, pues se alimentan de insectos que son perjudiciales para las plantas

8.- TÉCNICAS DE CULTIVO DE LAS PLANTAS

8.1.- Tipos de cultivo

El cultivo de las plantas en una azotea verde es artificial, totalmente distinto al cultivo en el suelo normal; pero con la ayuda de la tecnología, se logra un cultivo equivalente al suelo en condiciones naturales.

Las raíces definitivamente se encontrarán dentro de un área limitada, pero será la adecuada para poderse desarrollar sin que puedan dañar a las plantas cultivadas; por otro lado, el agua y los fertilizantes, se usaran en forma más eficiente, teniendo en cuenta un mayor control de las condiciones climáticas, que repercuten sobre el rendimiento productivo, tanto en cantidad como en calidad de la cosecha.

Los medios de crecimiento de las plantas en una azotea verde se clasifican de acuerdo al lugar donde se desarrollan las raíces de las plantas, tales como:

a) Cultivo con sustrato

Se refiere al cultivo de las plantas en un material equivalente al del suelo en condiciones naturales, con muchos nutrientes, denominado sustrato; el mismo que se encuentra contenido en el recipiente adecuado para el anclaje de las raíces de cada planta, garantizando su desarrollo normal. Existen muchos sustratos, unos pueden emplearse en forma pura y otros pueden mezclarse de acuerdo a la necesidad de habitad de cada planta; lo importante es que el sustrato elegido debe retener la humedad necesaria para que le puedan llegar los nutrientes adecuados a las plantas para su desarrollo normal.

Figura 100

Medio de crecimiento de las plantas en sustrato

Fuente: https://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/haz-una-buena-medicion-de-ph-y-ce-en-tus-sustratos/

b) Hidroponía

Cultivo donde se requiere de una estructura de soporte para contener netamente agua, permitiendo que las raíces puedan nutrirse de manera continua, sin embargo, puede presentar problemas debido a la falta de oxígeno, para lo cual necesita de un sistema de oxigenación para que su desarrollo sea el óptimo.

Figura 101

Cultivo de las plantas en agua (hidropónico)

Fuente: https://agriculturers.com/mitos-y-realidades-de-la-hidroponia/

c) Aeroponía

Se refiere al cultivo donde se realiza mediante un entorno de niebla, sin hacer uso de suelo o de agua en su totalidad. Su principio es hacer en un entorno cerrado o semi cerrado, pulverizando con nebulizadores o aspersores, las raíces colgantes y el bajo tallo con una solución rica en nutrientes.

Figura 102

Cultivo de las plantas en aire (aeropónico)

Fuente: https://agriculturers.com/que-es-la-aeroponia/

8.2.- Sistema de riego

a)Manual

La regadera o manguera sigue siendo una buena solución para huertos pequeños. Lo ideal es disminuir regar muy poco a poco, para que el agua se infiltre bien por toda la tierra. Al hacerlo muy de golpe, se generan grietas que hacen que el agua fluya rápido y no de tiempo a las raíces a absorberla.

b)Sistema de auto riego

Perfectos para complementar el modo manual, son macetas con depósito que acumulan el agua y la van filtrando poco a poco. También existen accesorios que funcionan

como depósitos “móviles” que puedes colocar en las macetas en las épocas más calurosas o cuando te vas de vacaciones.

c)Sistema por goteo

Si la superficie de cultivo es grande ya sea horizontal o vertical es necesario recurrir a un sistema de riego más complejo, te dará mayor autonomía y podrás regular la frecuencia y la intensidad del riego de forma automática.

9.- BENEFICIOS DE LAS AZOTEAS VERDES PARA LIMA METROPOLITANA

9.1.- Principales beneficios sociales

1. Aislamiento acústico y absorción de ruido.
2. Aumento del espacio utilizable y de recreación.
3. Beneficios para la salud física y mental.
4. Alivio visual.
5. Participación.
6. Educación Ambiental.

9.2.- Principales beneficios económicos

1. Aumento de la durabilidad de la base de soporte estructural que comúnmente son deterioradas por la radiación solar, las fluctuaciones térmicas y las precipitaciones pluviales.
2. Incremento del valor comercial del edificio
3. Reducción del consumo energético, costos de operación y confort térmico.
4. Proporcionan aislamiento acústico, son un medio captador y filtrador de agua de lluvia y aumentan las eficiencias de sistemas fotovoltaicos.

5. Las azoteas verdes están en la capacidad de producir alimentos y productos agrícolas para el autoconsumo o la venta.

9.3.- Principales beneficios ambientales

1. Manejo sostenible del agua lluvia
2. Mitigación del efecto de isla de calor y reconstitución del equilibrio climático
3. Aumento de zonas verdes.
4. Creación de hábitat natural para especies vegetales y animales.
5. Captura de CO2, partículas en suspensión y otros compuestos contaminantes y emisión de oxígeno.

10.- DISEÑO Y PRESUPUESTO DE UNA AZOTEA VERDE

10.1.- Diseño de Una Azotea Verde

Para el diseño de una Azotea Verde en Lima Metropolitana, las consideraciones descritas en los 9 ítems anteriores se deben considerar en forma total, además de otras que a continuación se describen:

a.- Acceso a la Azotea

Durante la etapa de planeación de la azotea verde, se debe de tomar en cuenta el acceso, éste es de suma importancia, ya que permitirá realizar el mantenimiento de la misma y disfrutar de una estadía en la misma. En la figura 4.20 se muestra una azotea verde con acceso.

b.- Prevención de Accidentes

Para evitar accidentes al subir a una azotea es fundamental colocar elementos de protección, tales como barandillas, andamios o redes, así como cuerdas y cadenas. En la figura 89 se muestra el aspecto que tiene una barandilla como elemento de protección.

Figura 103

Baranda de Protección

Fuente:https://www.pauta.cl/calidad-de-vida/el-verde-desde-el-suelo-al-cielo-el-nuevo-fervor-por-terrazas-y-azoteas

c.- Prevención de Incendios

La prevención de incendios es fundamental en las azoteas verdes con naturación intensiva, ya que es la que presenta mayor densidad de vegetación. Por esta razón se debe de tener el mayor cuidado en época de sequía, ya que al secarse la vegetación puede producir un incendio debido a que se convierte en un material seco y por ende inflamable.

10.2.- Presupuestos de una Azotea Verde

La inversión que va a generar la instalación de una Azotea verde, es muy importante saberlo, porque tal vez puede afectar a la economía de los hogares de bajos recursos. Es por ello que se ha recurrido al software presupuestos.pe para calcular los costos.

El costo de inversión de una Azotea Verde depende de los recipientes y de la tecnología que se va a usar; tal vez pueden usarse macetas o jardineras de lindos acabados que cuestan caro; así como también de las de diseño convencional cuyo costo es menor; es por ello que en el presente manual se está considerando el costo unitario de los recipientes

para cultivo con sustrato, considerando todos sus insumos, listos para sembrar; estos costos unitarios se pueden multiplicar por la cantidad que se requiera y se obtendrá el Costo Directo a invertir.

Tabla 29

Costos Unitarios de los Recipientes de Cultivo

COSTOS UNITARIOS DE RECIPIENTES DE CULTIVO CON SUSTRATO

Nº	CONCEPTO	UNIDAD	CU S/.
1.00	Construcción de una Jardinera de 0.30 m. x 0.30 m.	ml	103.61
2.00	Construcción de Macetas Colgantes de botellas PET	unid	14.86
3.00	Construcción de Jardines verticales de botellas PET	m^2	64.03
4.00	Implementación de Cubierta Vegetal Convencional	m^2	98.36
5.00	Mesas de Cultivo Prefabricadas	unid	96.29
6.00	Macetas Medianas	unid	38.58
7.00	Jardineras de 80 cm.	unid	69.66

Fuente: Elaboración Propia

Es importante precisar que las empresas dedicadas a este rubro incrementan el Costos Directo a 50% más y consideran también los Costos Indirectos, referidos a la dirección técnica en otros 50% más, a parte de otros gastos. Es por ello que siempre se ha considerado que solamente pueden tener una azotea verde las familias con una economía más solvente; lo cual no es verdad, porque con el siguiente manual, todos los ciudadanos de Lima Metropolitana podrán instalar una Azotea Verde y convertir una Lima Verde.

SEGUNDA PARTE: IMPLEMENTACIÓN DE UNA AZOTEA VERDE

Todos los días los investigadores buscan desarrollar nuevas teorías para mejorar la calidad de vida de los seres vivos; pero lo preocupante es que todo lo ven como un gran negocio; es por ello que grandes empresarios y gobiernos de diversos países invierten mucho dinero en la investigación científica, países que no cuentan con grandes recursos naturales que hoy en día tienen más dinero que los que son beneficiados por la naturaleza.

Existen muchas y hermosas teorías, que por falta de recursos económicos o por falta de la toma de decisiones del hombre casi nunca se implementan, convirtiéndose solamente en una información de cultura general; es por ello que invoco a que todos los seres humanos debemos implementar las teorías descubiertas por el sacrificio de muchos investigadores, para que de esta manera estas teorías sirvan para desarrollar a tu hogar de donde perteneces, a tu pueblo, a tu país y por qué no decir al mundo entero.

Pues entonces con el fin de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos de Lima Metropolitana implementé en mi casa el Manual de Azoteas Verdes que he diseñado, para convivir con el proyecto, ver muy de cerca sus necesidades, sus cambios, sus modificaciones, sus problemas y empaparme sobre todo con todo el conocimiento, que en cierta manera se convierte en un tema fascinante la implementación de las disposiciones elaboradas por uno mismo.

Tenemos que entender que la implementación del Manual de azoteas verdes, tiene dos aristas muy importantes: la Instalación y la Puesta en Marcha del Sistema de Azoteas Verdes; para lo cual, he seguido las indicaciones establecidas en el manual, y sugiero al lector aplicarlas porque serán de gran utilidad a los ciudadanos de Lima Metropolitana que se sientan fascinados con tener una azotea verde.

1.- INFORMACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO

1.1.- Información de la zona de la zona del proyecto de Azotea Verde

La zona donde se implementó la azotea verde fue en un área de 60 m^2, de mi casa ubicado en Av. Cayetano Heredia 150 Jesús María – Lima – Perú.

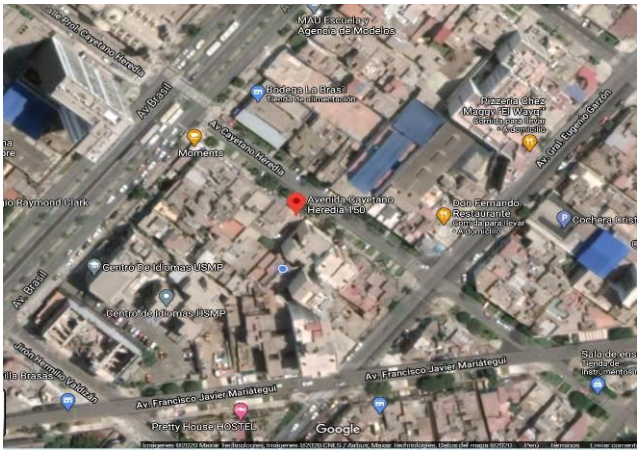
Figura 104

Distrito de Jesús María, donde se implementó el Manual.

Fuente: Propia.

Figura 105

Se implementó en mi vivienda de Cayetano Heredia 150 Jesús María.

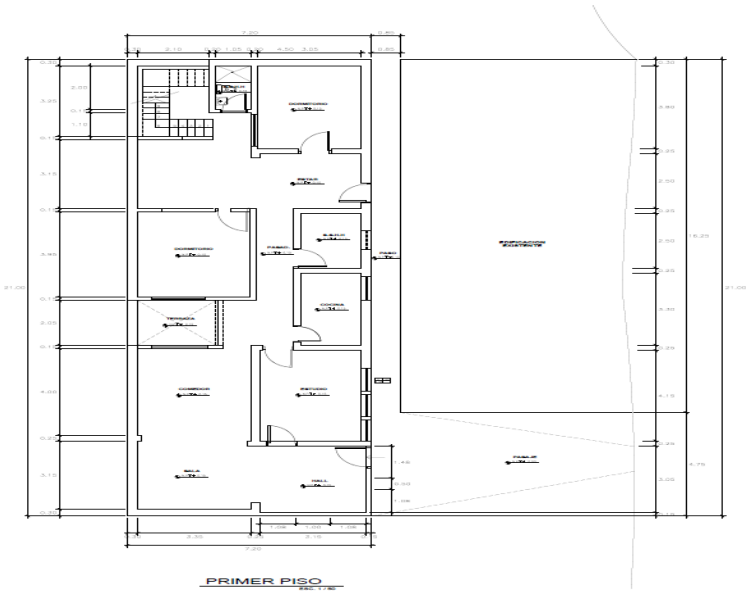


Fuente: Propia

En los planos en 2D y en 3D, se muestran las áreas implementadas de color verde, que se aprecian en las figuras 93, 94, 95, 96, 97 y 98.

Figura 106

1ra nivel que soporta la instalación de la azotea verde.



Fuente: Propia

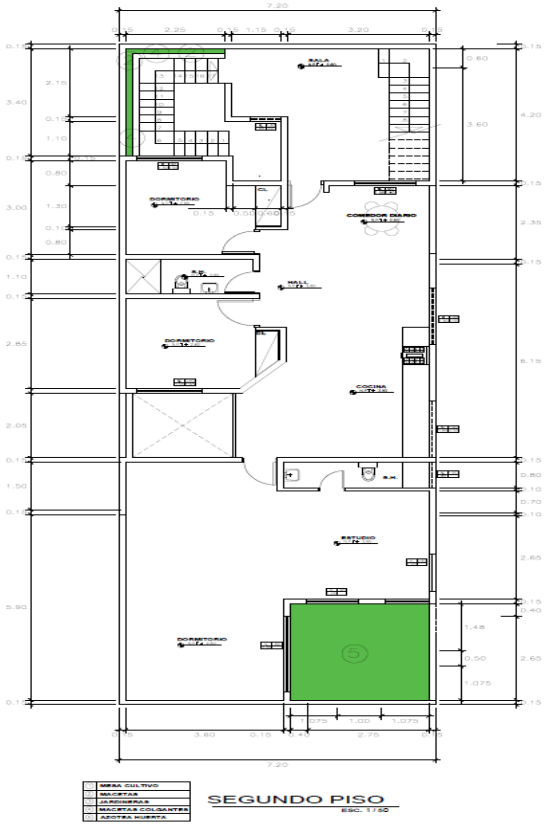
Figura 107

Vista en 3D de la vivienda con azotea verde.

Fuente: Propia

Figura 108

2do nivel donde se instala la azotea verde



Fuente: Propia

Figura 109

Vista en 3D del 2do nivel con la azotea verde.

Fuente: Propia

Figura 110

Vista en 3D del 3er nivel con la azotea verde.

Fuente: Propia

2.- EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA

El área destinada para el experimento de 60 m^2, se evaluó estructuralmente, con la finalidad de comprobar si esta podía recibir la instalación de la azotea verde; de esta manera asegurarme que no afecte la estructura de la losa y de la edificación.

Es importante precisar que esta azotea verde tiene diversos recipientes de cultivo:

- Recipientes de cultivo estables: 1 cubiertas vegetal en el segundo piso de 2.80 m. x 3.10 m., otra en el tercer piso de 3.20 m. x 7.50 m. y una jardinera longitudinal de 0.30 m. x 7.50 m.
- Recipientes movedizos: 2 mesas de cultivo, 10 macetas colgantes, 6 macetas prefabricadas y 5 jardineras prefabricadas.

Es por ello que la evaluación estructural se hizo en las zonas donde se instalaron las cubiertas vegetales, que por ser recipientes estables las cargas se van a mantener como cargas muertas hasta que sean demolidos. Así mismo para tomar precauciones de seguridad para el

cálculo se ha modificado el diseño de cubierta vegetal de diseño convencional, a una cubierta vegetal eco amigable.

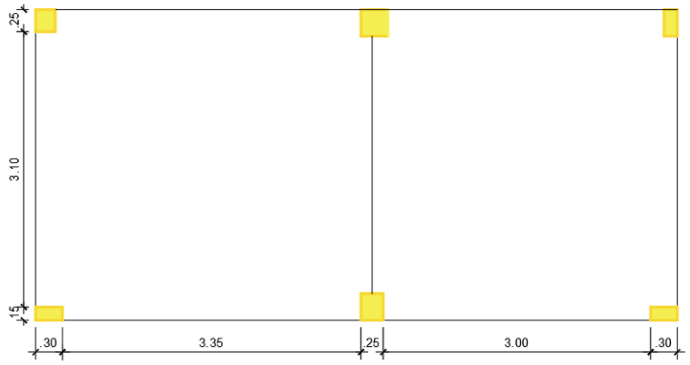
2.1.- Tipo de Losa Identificada

En la revisión se encontró que se trataba de una losa aligerada de e = 0.20 m, constituida por viguetas de concreto armado cuyo espacio entre ejes es de 0.40 m y se encuentran conectadas por una losita superior de concreto de 5 cm de espesor. El espacio entre viguetas es completado por ladrillos de arcilla que sirven para aligerar la losa y para conseguir una superficie plana en cielo raso. Es importante precisar que el diseño está basado en la Norma E020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

La losa del área a ser utilizada del segundo nivel, compromete dos tableros. En la figura 138 se aprecia la planta y sus dimensiones.

Figura 111

Planta de la Losa en estudio



Fuente: Propia

2.2.- Características de los Materiales

La losa está que se aprecia en la Figura 96, está conformada por ladrillos de techo, Concreto F’c = 210 kg/cm2 y el Acero a con resistencia Fy= 4200 kg/cm2.

2.3.-Análisis de cargas

Se procedió a hacer el análisis de cargas que soporta la losa, tomándose en cuenta las cargas muertas y vivas.

Cargas Muertas

La losa utilizada para instalar una Cubierta Verde Extensiva, tiene un espesor de 20 cm. Se considerarán como Cargas muertas, el peso de la losa (Tabla 30), el peso del piso enchapado con mayólica y el peso de la cubierta vegetal (Tabla 31) y el peso del cultivo estimado, que por tratarse de plantas del pan llevar su peso no es significativo. El cálculo se ha realizado considerando los Pesos Unitarios, de acuerdo a la Norma E020.

Por seguridad estructural de mi vivienda, para el cálculo se consideró una cubierta vegetal de diseño eco amigable, por ser la que tiene más peso, la misma que debe contener una vegetación extensiva de plantas aromáticas, medicinales, hortalizas, frutas de tallo pequeño y flores.

Tabla 30

Peso de Cubierta Vegetal usada (Eco Amigable).

PESO DE LA CUBIERTA VEGETAL ECO AMIGABLE

MATERIAL	CANTIDAD (M3)	PESO ESPECIFICO (Kg/M3)	TOTAL (Kg/M2)
Piedra Chancada	0.02	1,700	34.00
Confitillo	0.01	1,700	17.00
Arena	0.01	1,600	16.00
Sustrato para jardinería de azotea	0.160	769	123.04
PESO TOTAL (Kg/M2)			**190.04**

Fuente: Elaboración Propia

Metrado de Cargas:

Carga Muerta (CM):

Peso Propio de la Losa (e=0.20m) = 300 kg/m^2

Piso enchapado con mayólica = 14 kg/m^2

Peso de la Azotea Verde = 190 kg/m^2

Peso del cultivo estimado = 36 kg/m^2

CM= 540 kg/m^2

Cargas Vivas

Para las cargas vivas, se considera sólo la carga de mínima de vivienda establecida también por la Norma E020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Sobrecarga = 200 kg/m2

Resistencia requerida

Para el caso del diseño por carga muerta y carga viva se está considerando la combinación de carga establecidos en la Norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones:

$$U = 1.4\ CM + 1.7\ CV$$

Resultando el siguiente resultado:

$$U = 1.4\ (540) + 1.7\ (200)$$

$$U = 1096\ kg/m2$$

Carga repartida por vigueta

Evaluamos la carga distribuida por cada una vigueta mediante la siguiente ecuación:

$$Wu = \frac{U}{2.5}$$

Resultando:

$$Wu = \frac{1096}{2.5} = 438.4\ kg/ml$$

2.4.- Análisis estructural

Según Abanto (2002) "…para el diseño de vigas continuas y losas armadas en una dirección (no presforzadas), se podría utilizar para el análisis de cargas de gravedad los momentos y fuerzas cortantes que se obtienen con la aplicación del Método Simplificado de Coeficientes: siempre y cuando cumplan con las condiciones establecidas en el Capítulo 8 de la Norma E060 del Reglamento Nacional de Edificaciones":

(a) Haya dos o más tramos.

(b) Las luces de los tramos sean aproximadamente iguales, sin que la mayor de dos luces adyacentes exceda en más de 20% a la menor.

(c) Las cargas sean uniformemente distribuidas y no existan cargas concentradas. Las cargas uniformemente distribuidas en cada uno de los tramos deben tener la misma magnitud.

(d) La carga viva en servicio no sea mayor a tres veces la carga muerta en servicio.

(e) Los elementos sean prismáticos de sección constante.

(f) Si se trata de la viga de un pórtico de poca altura, este debe estar arriostrado lateralmente para las cargas verticales.

•Momento positivo

(a)Tramos extremos

El extremo discontinuo no está restringido ..... $(1/11)wu\ ln^2$

El extremo discontinuo es monolítico con el apoyo ..... $(1/14)wu\ ln^2$

(b)Tramos interiores .....…… $(1/16)wu\ ln^2$

- Momento negativo en la cara exterior del primer apoyo interior

(a)Dos tramos: ..... $(1/9)wu\ ln^2$

(b)Más de dos tramos: ……..... $(1/10)wu\ ln^2$

- Momento negativo en las demás caras de apoyos interiores……..…… $(1/11)wu\ ln^2$
- Momento negativo en la cara de todos los apoyos para losas con luces que no excedan de 3 m y vigas en las cuales el cociente entre la suma de las rigideces de las columnas y la rigidez de la viga exceda de 8 en cada extremo del tramo: ..... $(1/12)wu\ ln^2$
- Momento negativo en la cara interior de los apoyos exteriores para los elementos construidos monolíticamente con sus apoyos:

Cuando el apoyo es una viga de borde: ..... $(1/24)wu\ ln^2$

Cuando el apoyo es una columna: ..... $(1/16)wu\ ln^2$

- Fuerza Cortante

Cara exterior del primer apoyo interior: .....…….…… $1{,}5\ (1/2)wu\ ln^2$

Caras de todos los demás apoyos: ..... $(1/2)wu\ ln^2$

Habiendo cumplido con las condiciones establecidas, se idealizan a las viguetas como vigas continuas simplemente apoyadas, para poder aplicar el método simplificado de los coeficientes.

Apoyos: Momentos negativos

M1 y M5 Se consideran como vigas de borde en los extremos, por lo cual, se usa la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{24}\ Wu\ ln^2$$

M3: Se considera como aquel momento negativo en la cara exterior del primer apoyo interior, para este caso de 2 tramos, aplicándose la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{9}\ Wu\ ln^2$$

Donde:

Wu = 438.40 kg/ml

ln = 3.35 m y 3 m

Dando los siguientes resultados:

M1= 205.00 kg-m

M3= 546.66 kg-m

M5= 164.40 kg-m

Tramos: momentos positivos

M2 y M4: Se consideran como momentos positivos en tramos interiores.

$$\frac{1}{16}\ Wu\ ln^2$$

Dando los siguientes resultados:

M2= 307.50 kg-m

M4= 246.60 kg-m

2.4.1.- Diseño por flexión

Para el caso de una edificación existente, se deberá utilizará este análisis para verificar que el acero que se está asumiendo cumple con las solicitaciones de las cargas impuestas.

La verificación se puede realizar por una comparación de momentos en las viguetas, si el momento teórico resistente de la vigueta es mayor al momento actuante debido a las cargas, las viguetas tienen un comportamiento adecuado, caso contrario, las viguetas fallan.

De acuerdo al código ACI 318-99 se fijan los siguientes límites para las cuantías de diseño:

Cuantía Balanceada (Pb):

$$Pb = \frac{0.85\ f'c\ \beta 1}{fy}\ \frac{6000}{6000 + fy}$$

Donde:

$\beta 1 = 0.85\text{m}$ para f'c $\leq$ 280 kg/cm2

f'c= 210 kg/cm2

fy= 4200 kg/cm2

Reemplazando los valores en la ecuación tenemos:

$$Pb = \frac{0.85\ (210)(85)}{4200}\ \frac{6000}{6000 + 4200} = 0.02125$$

Cuantía Máxima (Pmáx):

$Pmáx \leq 0.75\ Pb$

Reemplazando:

$Pmáx \leq 0.75\ (0.02125)$

$Pmáx \leq 0.01594$

Momento positivo máximo para vigueta que trabaja con sección rectangular b=40cm

A= k1 t; a= 0.85 x 5 = 4.25 cm

$$As = 0.85\ x\ \frac{f'c}{fy}\ ba\ ;\ As = 0.85\ x\ \frac{210}{4200}\ x40x4.25 = 7.23\ cm2$$

Para el cálculo del momento último máximo se tomará como peralte efectivo del concreto al espesor de la losa menos el recubrimiento:

d= 20-3 = 17 cm

$$Mumáx = \Phi\ As\ fy\ \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$Mumáx = 0.90\ x\ 7.23x\ 4200\ x\left(17 - \frac{4.25}{2}\right) = 406{,}525 \text{ kg-cm}$$

Momento negativo máximo que toman las viguetas

$$Pmáx = 0.0159$$

$$a = \frac{Pd\ fy}{0.85\ f'c} = \frac{0.0159x17x4200}{0.85x210} = 6.36\ cm$$

$$Mmáx = \Phi\ x\ 0.85\ x\ f'cx\ ab\ \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$Mmáx = 0.90\ x\ 0.85\ x\ 210x\ 6.36\ x\ 10\ x\ \left(17 - \frac{6.36}{2}\right) = 110{,}552\ kg - cm$$

Como el momento a la rotura resistente Mumáx = 406,525 kg-cm > Mmáx = 110,552 kg-cm, no necesita ensanche de vigueta.

2.4.2.- Diseño de cortante

El análisis de diseño por cortante se realizará para verificar que el peralte efectivo propuesto de la losa cumpla las solicitaciones de esfuerzos internos, ya que el cortante debe de resistir las fuerzas resultantes de las tensiones paralelas de una sección transversal de la viga.

Fuerza cortante actuante:

Para el apoyo interior se considera Fuerza cortante en tramos extremos en el primer apoyo interior mediante la siguiente fórmula:

$$V1 = 1.15\ \frac{Wu\ ln}{2}$$

$$V1 = 1.15\ x\ \frac{438.4\ x\ 3.35}{2} = 844.47\ kg$$

Fuerza cortante en todos los demás apoyos.

$V2 = \frac{Wu\ ln}{2}$

$V2 = \frac{Wu\ ln}{2}$

$V2 = \frac{438.4\ x\ 3.00}{2} = 657.60\ kg$

Fuerza cortante que toma el concreto:

$Vc = 0.53\sqrt{f'c}\ x\ b\ x\ d$

$Vc = 0.53\sqrt{210}\ x\ 10\ x\ 17$ = 1,305.67 kg

Como Vuact(máx) = 844,47 kg < Vc = 1,305.67 kg ---> **No se necesita anchar la vigueta.**

2.5.- Evaluación Física de la Losa

También se procedió a hacer la evaluación física de la losa, encontrándose algunas fisuras, a consecuencia de la oxidación parcial de las armaduras.

Los mismos que fueron picados hasta llegar a los fierros oxidados, para luego tratarlos con el Transformador de Oxido Chema. Siguiendo las especificaciones técnicas del producto.

Figura 112

Aplicación el Transformador de Oxido Chema.

Fuente: Propia

Luego tartajeo el techo y se pintó, subsanando de esta manera el problema encontrado.

3.- RECIPIENTES DE CULTIVO UTILIZADOS

Los recipientes que usamos para cultivar nuestras plantas, fueron diversos, tales como: mesas de cultivo, jardineras, macetas, cubiertas vegetales y jardines verticales; para lo cual se tomó como referencia, la raíz de las plantas y la necesidad de la luz solar.

3.1.- Mesas de cultivo

Se usaron estos recipientes por su comodidad para el cultivo de mis hortalizas, lechugas, rabanitos y culantro. Los mande construir con maderas en desuso que se encontraban en mi techo, que fueron saldos de los encofrados de la construcción.

3.2.- Jardineras

Se construyó una jardinera de 7.50 m de largo por 0.30 m de ancho, en donde se cultivan granadillas, el árbol de vida, pitajaya, haba y moringa.

Así mismo se compraron jardineras pequeñas, en donde se cultivaron maíz morado, quinua y otras plantas de raíces cortas, se pegaron al muro de la pared de unos cuartos que tengo en mi azotea y su producción fue muy buena. Realmente es impresionante como con poco sustrato, se pudo cultivar el maíz morado para el refresco y la mazamorra. Ver figuras 142 y 143.

Figura 113

Maíz morado cultivado en Jardineras.

Fuente: Propia

3.3.- Macetas

Las macetas fueron de diversos tamaños y formas, se eligió de acuerdo a la planta que se iba a cultivar, a la profundidad de sus raíces y a los pequeños espacios que contaba.

Figura 114

Cultivo de Uva en Macetas en mi Azotea Verde

Fuente: Propia

También se usaron macetas de botellas recicladas de agua, que fueron cortadas por la mitad, usándose la parte inferior; en ellas cultive plantas aromáticas y medicinales.

3.4.- Cubierta Vegetal

Se implementó una Cubierta Vegetal en un área de 9.30 m2 que corresponde a mi segunda planta, en la azotea frente de mi dormitorio.

Figura 115

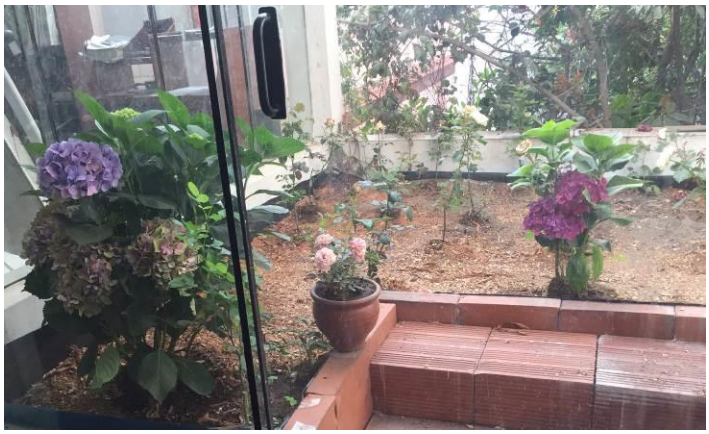
Azotea frente a mi dormitorio, antes de instalar la Cubierta Vegetal.

Fuente: Propia

El espesor del sustrato es de 16 cm; inicialmente fue utilizado para la germinación de las semillas y cultivos tiernos para luego ser trasplantados. En la actualidad se cultivan hortensias de diversos colores y rosas blancas y amarillas, que además de embellecer mi dormitorio, se pueden comercializar muy bien.

Figura 116

Cubierta Vegetal instalada frente de mi dormitorio.



Fuente: Propia

En el área de 22.90 m2 de la azotea de la tercera planta, también se instaló una cubierta vegetal sostenible, con la utilización de botellas PET apisonadas y sustrato con un espesor 20 cm, actualmente se viene sembrando hortalizas.

3.5.- Jardines verticales

Se tiene proyectado instalar dos jardines verticales en las paredes libres, al costado de mi escalera y en el muro de mi cubierta vegetal frente de mi dormitorio, donde se cultivarán lechugas y plantas aromáticas, en la de la escalera y flores en el de mi dormitorio. Hasta la fecha no han sido utilizadas.

3.6.- Macetas Colgantes

Estas han sido usadas para el cultivo de diversas plantas, pero las que más se han adaptado a estas macetas han sido los tomates Cherry, en donde use las macetas colgantes de botellas recicladas de agua, las mismas que fueron hechas por mi persona. Ver figura 117.

Figura 117

Tomates Cherry en Macetas colgantes

Fuente: Propia

4.- DISEÑO DE DRENAJE

Para el drenaje se ha usado un sistema que es aplicado en la construcción de las carreteras, en zonas donde predominan las aguas superficiales, generando lodazales; este sistema es conocido como “Dren Francés”, el mismo está conformado por zanjas rellenas de material drenante, geo malla y una tubería perforada en donde se va a captar el agua superficial para eliminarla. Este sistema llevado a nuestro proyecto tuvo los siguientes componentes las capas de arena, confitillo, piedra chancada y la tubería PVC; los mismos que trabajaron en la filtración del agua sobrante para que sea eliminada, sin causar encharcamientos; así mismo una membrana impermeabilizante anti raíz, para proteger la losa aligerada de filtración de aguas, producto de los riegos o de las precipitaciones pluviales.

Figura 118

Sistema de Dren Francés, utilizado en mi azotea verde.

Fuente: Propia

4.- SUSTRATO

El sustrato utilizado para el cultivo de las plantas en mi azotea verde es producto de la mezcla del 60 % Tierra preparada, 25 % de Compost y 15% Humus de lombriz; todos estos componentes lo compré por bolsas en el mercado de flores de Acho - Lima. De esta manera estoy garantizando que el sustrato utilizado es natural y rico de nutrientes necesarios para el buen desarrollo de las plantas y buena oxigenación para obtener una excelente producción orgánica.

5.- SELECCIÓN Y CULTIVO DE PLANTAS

En mi azotea verde, he cultivado hortalizas y verduras, cada día he aprendido los secretos y el comportamiento de cada una de mis plantas, convirtiéndose en un libro abierto de conocimientos y de experiencias.

A continuación, menciono las plantas que he cultivado en mi azotea verde:

-Tomate Cherry
-Maíz
-Ají
-Moringa
-Higo
-Lucma
-Manzanilla
-Fresa
-Aguay manto
-Papa
-Camote
-Rabanito
-Haba
-Hierva Luisa
-Pitajaya
-Chincho
-Hierva buena
-Llantén
-Zapallo
-Menta
-Perejil
-Lechuga
-Maracuyá
-Papaya
-Uva
-Limón
-Culantro

Es importante precisar que, en el cultivo de las plantas, se usaron semillas obtenidas de los frutos comprados en casa para el consumo, así como también algunas semillas y plantones fueron comprados en el Mercado de Flores de Acho.

Lo hermoso es ver germinar una semilla para convertirse en una plantita, verla crecer y después dar sus frutos hasta cumplir el ciclo de su vida para entregar sus semillas y así sucesivamente.

De esta manera sembré muchas plantas y los acompañé en todos sus ciclos de vida, dedicando parte de mi vida con el deseo de aprender mucho de la savia naturaleza, porque ella es capaz de ayudarnos a salir de la crisis ambiental que se nos avecina y a mejorar nuestra calidad de vida e instruirnos con el conocimiento necesario para que todos los limeños, logremos optimizar la cultura de las azoteas verdes.

Figura 119

Cultivo de la Haba

Fuente: Propia

Figura 120

Cosechando Rabanitos

Fuente: Propia

Figura 121

Cosechando Aguaymanto

Fuente: Propia

Figura 122

Cosechando uva quebranta

Fuente: Propia

Figura 123

Cosechando Tomates Cherry

Fuente: Propia

Las plantas de mi azotea verde, me dan sus frutos, que lo venimos utilizando en mi familia para que tengan una alimentación sana, nutritiva y orgánica (fuera de plaguicidas y pesticidas); diversos platillos fueron preparados usando la materia prima de las cosechas, tal como el platillo: Tomates Cherry a la Campesina, que es a base de muchas verduras.

Figura 124

Platillo Tomates Cherry a la Campesina

Fuente: Propia

6.- RIEGO

El agua es indispensable, cuya función es recoger los nutrientes del sustrato para alimentar las plantas. Se usa el agua potable de mi casa, esparciendo mediante un sistema de riego adquirido en Promart Homecenter que incluye la manguera y rociador, es muy cómodo y me facilito el riego de mis pantas; es importante precisar que cada planta tiene su periodo de riego.

Figura 125

El sistema de riego usado es el manual con manguera y rociador.

Fuente: Propia

7.- CONTROL DE PLAGAS

Durante el cultivo de las plantas de mi azotea verde, empezaron a aparecer algunas plagas tales como gusanos, larvas, hongos, pulgones, ácaros, y mosca blanca, que en muchos casos lograron reducir mi cosecha e inclusive perderla totalmente.

Figura 126

Gusanos que atacan a las hojas del Maracuyá.

Fuente: Propia

Pero como mi posición fue, no acceder a plaguicidas químicos, porque según la Organización Mundial de Salud, estos son considerados como elementos potencialmente tóxicos para la salud de los seres humanos; es más mi objetivo lograr una cosecha de productos orgánicos; por lo que procedí a consultar a personas entendidas con el tema, además de buscar información en internet y leer algunos libros; con dicha información me puse a fabricar mis pesticidas y plaguicidas con productos naturales, los mismos que lo explico para el uso correspondiente:

El Ajo. - es un excelente repelente para los insectos, los aleja, no dándoles opción de regresar.

La forma de preparar y aplicar es la siguiente: triturar en una licuadora una cabeza de ajo con 6 clavos de olor y medio litro de agua, hasta obtener una mezcla homogénea; se dejamos reposar durante 24 horas y después le añadimos 2 litros de agua más, se llena en un en una botella con spray y se le aplica a las hojas de las plantas.

Las hojas de Tomate. - es un excelente repelente de pulgones gusanos u orugas, debido a la gran cantidad de alcaloides que tienen.

La forma de preparar y aplicar es la siguiente: en un recipiente agregar dos tazas de hojas de tomate picado, una taza de agua, esta mezcla dejarlo reposar toda la noche, al día siguiente le añadimos medio litro de agua más, colamos la mezcla y llenamos en una botella con spray y luego le aplicamos a las hojas de las plantas.

El Culantro. - es un gran remedio contra los ácaros. Se hierve la planta durante 10 minutos, dejarlo enfriar y colar la mezcla, para luego esparcirlo con la ayuda de un spray.

El Aceite vegetal. - se combina 2 tazas de aceite vegetal y media taza de jabón líquido puro, se remueve la mezcla hasta que se blanquee, este se diluye en agua y se esparce con la ayuda de un spray, en momentos que no hay sol, para no maltratar las hojas de la planta.

Esta mezcla es un excelente remedio contra los ácaros, orugas, pulgones y cochinillas.

La Albahaca. – esta planta aromática, además de darnos un ambiente perfumado, posee 4 repelentes que ahuyenta a todos los mosquitos, incluyendo la mosca blanca.

La solución para ahuyentar la mosca blanca, es simplemente plantar la albahaca alrededor de los cultivos.

El Jabón potásico. - es un insecticida y acaricida ecológico que combate a la mosca blanca, al pulgón, la cochinilla, los ácaros y también lava los residuos de melaza que los insectos dejan en las hojas de las plantas. El mejor momento de aplicarlo es en la mañana o en la tarde cuando el sol no es muy intenso, así mismo cuando no haya viento y lluvia.

La Cascara de plátano. - para mantener saludables las plantas, una de las mejores opciones es usar la cascara de plátano, por su alto contenido de potasio; este mineral transporta nutrientes por las plantas y fortalece la formación de flores y frutos.

El modo de uso es como infusión; se corta la cáscara de 5 plátanos en trozos y hace hervir en una cacerola durante 15 minutos para luego hacerlo reposar hasta que se enfríe, este líquido se llena en una botella y se guarda. Esta infusión se aplica en la época de floración de las plantas, cada 15 días, de esta forma se mantiene garantizado que las flores nos den buenos frutos.

También se usa cortando las casaras de plátano en trozos pequeños y enterrándolas en las macetas una vez por mes, para que se libere el magnesio, potasio, fosforo y otros minerales necesarios para el buen desarrollo de la planta.

La Muña. - es una planta conocida desde el incanato como un repelente de plagas generadas por los insectos a la papa.

El modo de uso es cubrir las papas con la planta de muña, controlando de esa manera germinación y el ataque de plagas. Nuestros antepasados lo sembraron siempre como cerco en cada parcela de cultivo, de esa manera ahuyentaban a los insectos y mantenían las plantas

de papa sanas. Yo lo use para cubrir mis semillas de papa durante su proceso de germinación, garantizando de esta manera un cultivo y producción sanos de pestes.

8.- DISEÑOS DE CUBIERTA VEGETAL USADOS

Según las Normas Tecnológicas de jardinería y paisajismo de la Fundación de la Jardineria el Paisatge, (2012), la Norma Ambiental del Distrito Federal de México NADF-013-RNAT-2017, las tesis, bibliografías, revistas e información virtual y las empresas dedicadas a este rubro, consideran un solo diseño de cubierta vegetal, que en su estructura se usan diversas capas de geo membranas para garantizar un buen drenaje de las agua y la impermeabilización de la azotea; este diseño ha sido considerado en la primera parte del manual, bajo el nombre de **Cubierta Vegetal Convencional**; pero debido a que su costo es alto, que no están al alcance de las familias de bajos recursos, he procedido a diseñar 2 cubiertas vegetales más económicas, basadas en el principio fundamentado en los diseños de las normas mencionadas.

A continuación, se describen los nuevos diseños:

8.1.- Cubierta Vegetal Eco amigable

Es aquella Cubierta Vegetal que en su diseño usa insumos naturales que no perjudican al medio ambiente, sobre todo para su mejor drenaje usa arena, confitillo y piedra chancada.

Figura 127

Capas que integran la cubierta vegetal de diseño eco amigable

Elaboración Propia

Capa de vegetación

Esta capa corresponde al cultivo de las plantas adaptadas a las condiciones físicas y climáticas de la zona, destinadas a dar a la edificación un acabado vegetal que genera áreas verdes de carácter ecológico; las plantas que son diversas deben ser seleccionada de acuerdo al gusto del propietario y que requieran de poco mantenimiento.

Capa de sustrato

Es la capa que reemplaza al suelo natural en una Cubierta Vegetal o cualquier recipiente y está diseñada para soportar a las plantas, razón por la cual el espesor depende de las plantas a cultivar. La capa de sustrato proporcionará a la planta el soporte y los nutrientes necesarios, es por eso que es el resultado de una mezcla de diversos componentes, a fin de tener un sustrato de acorde a la planta que se va a cultivar.

Capa de Arena

Es un agregado para la construcción compuesto por fragmentos de rocas o minerales de tamaño pequeño que varía entre 0.063 y 2 mm.

Capa de Confitillo

Es un agregado para la construcción que se obtiene a partir de la trituración artificial de rocas. Para nuestra azotea verde se está usando de ¼ a 3/8”

Capa de Piedra chancada

Es un agregado para la construcción que se obtiene a partir de la trituración artificial de rocas. Para nuestra azotea verde se está usando de ¾”

PESO DE LA CUBIERTA VEGETAL ECO AMIGABLE

Tabla 31

Peso de la Cubierta Vegetal Eco Amigable

MATERIAL	CANTIDAD (M3)	PESO ESPECIFICO (Kg/M3)	TOTAL (Kg/M2)
Piedra Chancada	0.02	1,700	34.00
Confitillo	0.01	1,700	17.00
Arena	0.01	1,600	16.00
Sustrato para jardinería de azotea	0.160	769	123.04
PESO TOTAL (Kg/M2)			**190.04**

Fuente: Elaboración Propia

Costo de la Cubierta Vegetal del Segundo Piso

El costo se calculó usando mi software presupuestos.pe

Área: 2.80 m. x 3.10 m. = 8.68 m2

El Costo directo de la Cubierta Vegetal Eco Amigable que se instaló en el segundo piso es de: S/. 481.74

Contra una Cubierta Vegetal Convencional para el segundo piso es de: S/. 853.77

Pudiéndose notar que nos costaría la Cubierta Vegetal Eco Amigable la mitad de la Cubierta Vegetal Convencional.

Es importante precisar que se está considerando jornales de construcción civil a noviembre del 2019, pero yo mismo implemente usando el Manual de Azoteas Verdes, el costo reduce en un 40%, eso quiere decir que:

La Cubierta Vegetal Eco Amigable que se instaló en el tercer piso me costó: S/. 290.00

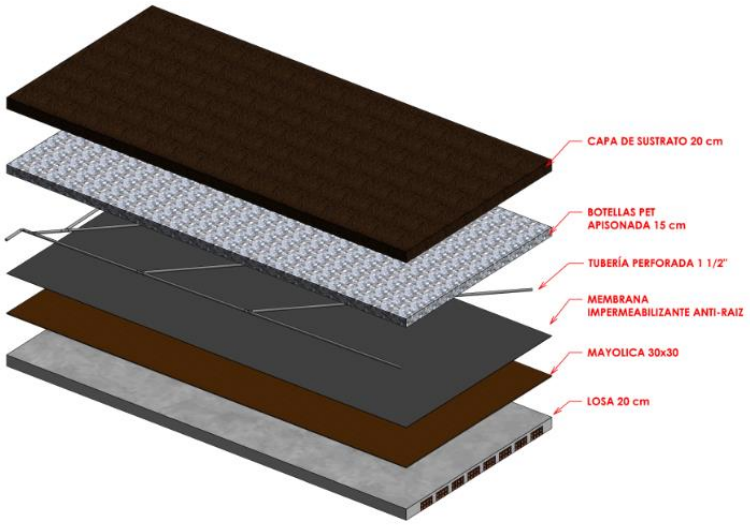
Contra una Cubierta Vegetal Convencional para el segundo piso a todo costo de: S/. 853.77

8.2.- Cubierta Vegetal Sostenible

Es aquella Cubierta Vegetal que en su diseño usa insumos reciclados que no perjudican al medio ambiente, sobre todo para su mejor drenaje usa botellas PET apisonadas.

Figura 128

Capas que integran la cubierta vegetal de diseño sostenible



Fuente: Elaboración Propia

Es más, tenemos entendido que los techos de las viviendas de la gente más humilde son de madera, quincha, eternit, etc., que no son resistentes a las sobrecargas, por lo que durante el proceso de implementación, con el deseo de que todas las azoteas de Lima Metropolitana sean verdes, se propone la solución de usar botellas PET apisonadas, en vez de

geo membranas que cuestan caro o de agregados (piedra chancada, confitillo y arena) que pesan mucho.

Capa de Botellas PET apisonadas

Son los envases hechos de polyethylene terephthalate PET que son aplastadas para votar el aire que contiene en su interior y podérsele dar diversos usos; en las azoteas verdes de diseño sostenible, es usado como una excelente capa de drenaje, debido a su facilidad de discurrir las aguas filtrantes, a su bajo peso específico y a su reducido costo.

PESO DE LA CUBIERTA VEGETAL SOSTENIBLE

Tabla 32

Peso de la Cubierta Vegetal Sostenible

MATERIAL	CANTIDAD (M3)	PESO ESPECIFICO (Kg/M3)	TOTAL (Kg/M2)
Botellas PET apisonadas	0.150	60.48	9.07
Sustrato para jardinería de azotea	0.200	769.00	153.80
PESO TOTAL (Kg/M2)			**162.87**

Fuente: Elaboración Propia

Peso adicional que puede soportar la mayor cantidad de techos, que en cierta manera se podría considerar como un límite máximo inferior de carga adicional de una cubierta vegetal.

Para el cálculo del peso pos metro cuadrado se está tomando como referencia la información proporcionada por REMSA.

Calculo por m^2 de botella PET apisonada

Largo: 0.239 m.

Ancho: 0.064 m.

Área que ocupa: 0.015 m^2

1 m2 de 2.5 cm de espesor, requiere de: 1 m^2 ÷ 0.015 m^2 = 67 botellas apisonadas

Numero de Capas para un espesor de 15 cm: 15 cm ÷ 2.5 m^2 = 6 capas

Un espesor de 15 cm requiere de 67 x 6 = 402 botellas apisonadas

El peso por cada botella sin tapa y sin etiqueta es de: 18.8 g

Por lo tanto el peso seria de: 402 x 18.8 = 7,557.60 gr./ m^2 o sea 7.56 Kg/ m^2

En Volumen seria: 0.15 m^3 pesa: 7.56 Kg

Eso quiere decir que 1 m^3 pesa: 7.56 Kg x 1 m^3 ÷ 0.15 m^3 = 50.40 Kg/ m^3

Aplicándole un factor de esponjamiento tendríamos: 50.40 Kg/m^3 x 1.2 = 60.48 Kg/ m^3

Costo de la Cubierta Vegetal del Tercer Piso

El costo se calculó usando mi software presupuestos.pe

Área: 3.20 m. x 7.50 m. = 24 m2

El Costo directo de la Cubierta Vegetal Sostenible que se instaló en el tercer piso es de: S/. 1,208.64

Contra una Cubierta Vegetal Convencional para el segundo piso es de: S/. 2,270.00

Pudiéndose notar que nos costaría la Cubierta Vegetal Sostenible la mitad de la Cubierta Vegetal Convencional.

Es importante precisar que se está considerando jornales de construcción civil a noviembre del 2019, pero yo mismo implemente usando el Manual de Azoteas Verdes, el costo reduje el costo en un 40%, eso quiere decir que:

La Cubierta Vegetal Sostenible que se instaló en el tercer piso me costó: S/. 725.00

Contra una Cubierta Vegetal Convencional para el tercer piso a todo costo de: S/. 2,270.00

9.- APORTE ECONÓMICO DE MI AZOTEA VERDE A HOGAR

Después de haber implementado el Manual de Azoteas Verdes en mi casa, he llegado a la conclusión de que cualquier hogar puede convertirse en una microempresa, debido a que los productos orgánicos tienen una gran acogida en el mercado y sobretodo el precio es muy alto en relación a los producidos en una agricultura tradicional.

9.1.- Primera cosecha

La venta de los productos de mi primera cosecha tuvo una gran acogida produciendo un ingreso económico adicional para mi hogar y la ganancia fue muy buena, debido a que los productos fueron comprados por mis familiares y vecinos, sin gasto adicional por fletes; es más para venderlo más rápido se puso a la mitad de precio del mercado y en delivery se entregó directamente al cliente. Quedando demostrado que el cultivar nuestras azoteas es rentable.

A continuación, en la Tabla vamos a apreciar los resultados económicos obtenidos de la primera cosecha en mi Azotea Verde que se desarrolló dentro de los 4 primeros meses. El ingreso económico total fue de S/. 2,510.00.

Tabla 33

Ingreso Económico de mi Azotea Verde Primera cosecha

PRODUCTO	UND	PRECIO UNITARIO (S/.)		CANTIDAD COSECHADA	INGRESO ECONOMICO (S/.)	TIEMPO DE PRODUCCION (MESES)
		DE MERCADO	**DE AZOTEA VERDE**			
Aguaymanto	Kg.	15.00	7.50	100	750	4
Tomate Cherry	Kg.	31.90	16.00	60	960	3
Lechuga	Und.	3.00	1.50	200	300	2
Llantén	Atdo	3.00	1.50	100	150	2
Rosas	Und.	1.00	0.50	400	200	3
Hortensias	Und.	6.00	3.00	50	150	3
TOTAL					**2, 510**	

Fuente: Elaboración Propia

Es importante saber cuál fue el precio de los productos cosechados en el mercado y cual fue considerado para que la venta sea más rápida.

Precios de Aguaymanto

El precio del Kg. de Aguaymanto en el mercado está en promedio a 15 soles. Al por mayor costaría la mitad aproximadamente 7.50 soles. Una planta bien cuidada llega a producir hasta 10 Kg., eso quiere decir que tendríamos un dinero a nuestro favor de 75 soles por planta. Yo sembré 10 plantas, teniendo una utilidad de 750 soles aproximadamente. Demostrando de esta manera la mejora de nuestra economía con el Aguaymanto, es más es un producto orgánico.

Figura 129

Precio de Aguaymanto en el mercado.

Fuente: Tiendas Wong

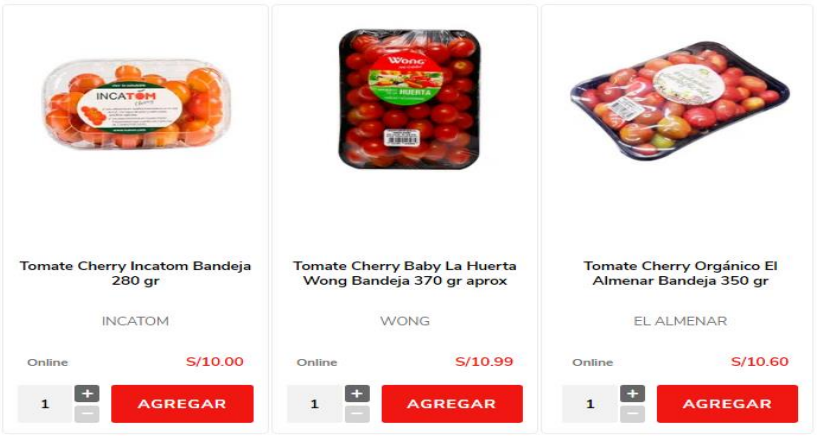
Precios de Tomate Cherry

El precio del Kg. de Tomate Cherry en el mercado está en promedio a 31.90 soles. Al por mayor costaría la mitad aproximadamente 16 soles. Una planta bien cuidada llega a producir hasta 2 Kg., eso quiere decir que tendríamos un dinero a nuestro favor de 32 soles por planta. Yo sembré 30 plantas, teniendo una utilidad de 960 soles aproximadamente. Demostrando de esta manera la mejora de nuestra economía con los tomates Cherry, es más son orgánicos.

Figura 130

Precios de Tomates Cherry en el mercado.

.



Fuente: Tiendas Wong

9.2.- Proyectos de futuros cultivos.

Esta implementación me da las esperanzas de que mis futuras cosechas serían más rentables, debido a que he elegido nuevas plantas para cultivar, cuyos productos se venden en el mercado a mejores precios y son muy fáciles de cultivar, es mas no requiere mucho cuidado con relación a las plagas. Es más, si este negocio es favorable, crearía una empresa que se encargue a cultivar azoteas, pagándoles el alquiler y los servicios a los propietarios, en vez de que tengan una azotea llena de cacharpa y basura.

A continuación, presento la Tabla 107 en la que podemos observar que la producción de 12 meses promedio fue de S/. 32,000.00.

Tabla 34

Ingreso Económico en futuros cultivos de mi Azotea Verde

Producto	Und.	Precio unitario (s/.)		Cantidad cosechada	Ingreso económico (s/.)	Tiempo de producción (meses)
		De mercado	De azotea verde			
Pitajaya	Kg.	30.00	15.00	40x2 = 80	1,200.00	6
Látex Vida	Lt.	30,000.00	15,000.00	2	30,000.00	12
Moringa	Kg.	80.00	40.00	20	800.00	6
TOTAL					**32, 000.00**	

Fuente: Elaboración Propia

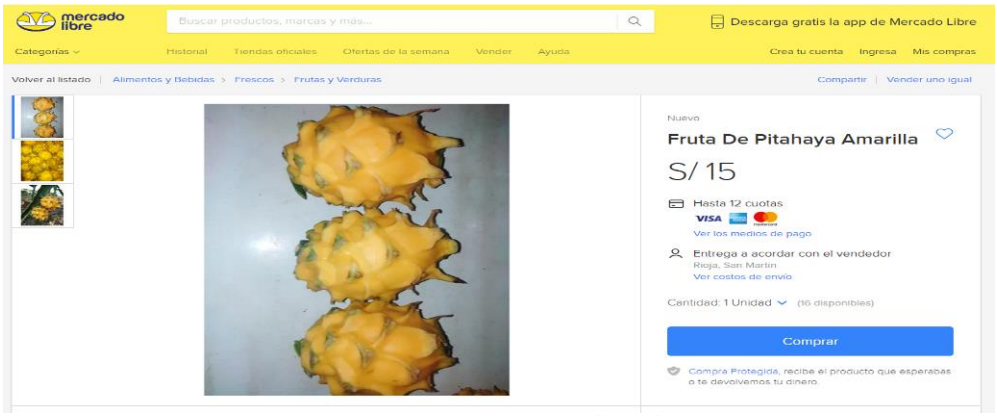
Pitajaya

Esta fruta exótica hoy día en el mercado nacional e internacional, tiene muy buen precio que oscila entre los 8 a 10 dólares americanos por Kg; en el Perú está en 30.00 soles, que vendiéndolo a la mitad estaríamos hablando de 15 soles, que inclusive por ser orgánico, el precio sería mayor, pero bueno, lo estaremos considerando los 15 soles, cada planta sembrado en macetero nos produce de 2 a 6 Kg.

Si vendemos el promedio de la producción o sea 4 Kg se obtendría 60 soles por planta.

Figura 131

Precio de la Pitajaya por unidad es de 15 soles.



Fuente: Mercado Libre

Planta de la Vida

Esta planta al cortar sus hojas o tallo vota un látex blanco, cuyo componente principal es un Éster llamado Phorbol, que tiene la capacidad de actuar sobre las células cancerígenas, actualmente hay muchos testimonios de personas en el mundo que se han curado de cáncer a las mamas, cáncer al estómago, cáncer al hígado, VIH/SSIDA, gangrena, diabetes, soriasis, lupus, vitíligo y muchas enfermedades más.

Solo vasta disolver de dos a tres gotas de este látex en una botella de agua hervida fría de 625 mlts, para tomarlo todos los días, previniendo de esta manera de futuras enfermedades.

En la ciencia, este Éster en la actualidad se viene utilizando en la investigación biomédica en contextos como modelos de carcinogénesis.

Por su alto poder curativo, su precio debe ser muy alto, que por no contar con información algún distribuidor, he tenido que deducirlo a partir del precio de una botella de 625 mlts de agua que contiene 25 gotas del látex, ver figura 170

Figura 132

Precio de una botella conteniendo 25 gotas del látex de Planta de la Vida

Fuente: Mercado Libre

Cálculo de precio por litro

1 gota: $5x10^5$ Litros

25 gotas: 0.00125 Litros

1 litro contiene: 20,000 gotas

20,000 gotas ÷ 25 gotas/botella = 800 botellas x S/.50 por botella = S/ 40,000.00

Eso quiere decir que un Litro de Látex de Planta la Vida produciría S/. 40,000.00

Por lo tanto, el precio de un Litro de Látex de Planta la Vida en el mercado seria de S/. 30,000.00; por lo que de mi azotea verde lo vendería a la mitad S/. 15,000.00.

Moringa

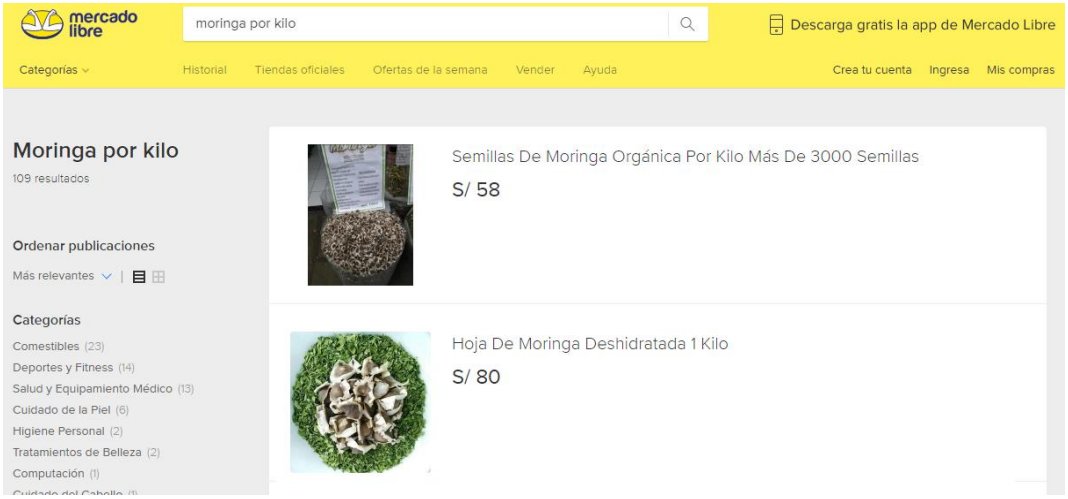
Este árbol contiene valiosos recursos nutricionales y energéticos, y destaca por sus propiedades medicinales, desde combatir la fatiga, el colesterol o procesos inflamatorios a evitar las infecciones.

Este árbol también se cultiva en macetas, por tener una raíz que se acondiciona a este recipiente.

Su consumo está basado mayormente en sus hojas y semillas, su precio en el mercado es de 58 soles el Kg. de semilla y 80 soles el Kg. de la hoja seca, que vendiéndolo a la mitad estaríamos obteniendo un buen ingreso económico de nuestra azotea verde. Ver figura 187.

Figura 133

Precios de la Moringa en el mercado.



Fuente: Mercado Libre

V. Discusión de resultados

De acuerdo a los resultados de los cuestionarios de 60 ciudadanos del distrito de Jesús María-Lima Metropolitana, en la presente investigación se obtuvo un coeficiente de correlación es de 0.607, una significatividad de la hipótesis general con un p valor de 0.000, menor al parámetro teórico de 0.05, por lo que se concluye que el diseño e implementación de un manual influye favorablemente en optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana.

Cultivar plantas en nuestra azotea, es tener la ciencia en la casa, la teoría que nos enseñan en los centros de educativos se convertiría en la práctica, complementado de esta manera el conocimiento, convirtiéndose en un gran aporte a la educación.

Tener una planta que nos va a curar en un momento de emergencia es como un milagro, es por ello que en una Azotea Verde se debe cultivar plantas medicinales y poder gozar de una botica natural. A los ciudadanos limeños se les debe enseñar sus propiedades curativas, para que las puedan usar cuando lo requieran. Todos tenemos conocimiento que la base de los medicamentos son las plantas, que por ser naturales no vamos a sufrir daños colaterales como los que producen las medicinas químicas. Es por ello que una Azotea Verde aportaría con la salud popular.

Los productos agrícolas que obtenemos en el mercado, mayormente tienen residuos de sustancias nocivas para el ser humano, es por ello que nuestras Azoteas Verdes es una buena alternativa para nuestra alimentación, de esta manera consumiríamos productos orgánicos, sanos y nutritivos.

La demanda del consumo de productos orgánicos viene creciendo enormemente y los precios triplican a los precios de los productos de agricultura tradicional, es por ello que si implementaríamos Azoteas Verdes en todo Lima Metropolitana, donde la producción de sea orgánica, resultaría muy favorable para nuestra economía.

Los diversos estudios que he revisado y lo considero dentro del trabajo de investigación demuestran la cantidad de C y CO_2 que son capturados por cada planta de hortaliza, frutales y cítricos; es por ello que las Azoteas verdes contribuirían con la calidad de aire en Lima Metropolitana.

Mediante el uso de diversas tecnologías consideradas en presente trabajo de investigación, estoy demostrando una Azotea Verde, contribuiría enormemente a la reducción de la isla de calor en Lima Metropolitana, proporcionándonos un excelente confort térmico.

El Manual de Azoteas Verdes va a servir como una guía para que el ciudadano limeño, pueda aplicar esta tecnología en su domicilio, a fin de que algún día pueda convertirse en una Lima Verde y cada hogar sea una microempresa, contribuyendo con el desarrollo del país y otorgando una excelente calidad de vida para los ciudadanos.

VI. Conclusiones

6.1. Con la información obtenida de las encuestas, podemos apreciar que los Ciudadanos de Lima Metropolitana desean que las azoteas sean cultivadas, que sean productivas, que aporten en la alimentación, que aporten en la economía familiar.

6.2. Las investigaciones científicas utilizadas nos demuestran que las Azoteas Verdes, funcionan como un medio para capturar el C y CO_2, para mejorar el confort térmico, opacando la isla de calor. Por lo tanto, una azotea verde instalada en casa, nos permite, contar con un ambiente confortable y más saludable, además de adquirir una variedad de beneficios, estéticos y sociales.

6.3. Las Azoteas verdes son un libro abierto al conocimiento, donde los niños y jóvenes del apreciaran en sus hogares el desarrollo de las plantitas, desde la germinación hasta su producción; así mismo también para conocer las propiedades curativas de las plantas.

6.4. De lo mencionado concluyo afirmando que la Azoteas Verdes nos otorgan muchos beneficios, pero para poder tenerlo instalado en nuestro hogar es necesario contar con un manual; es por ello que el resultado principal de este trabajo de investigación es el Manual de Azoteas Verdes para Lima Metropolitana, que fue diseñado en base a la diversa información científica obtenida y luego fue implementado obteniendo grandes resultados, los cuales se describen en el mismo manual; es por ello que con este trabajo de investigación estaríamos contribuyendo con los ciudadanos de Lima Metropolitana a mejorar su calidad de vida y por lo tanto a optimizar la cultura de Azoteas Verdes.

VII. Recomendaciones

7.1 Utilizar esta investigación como punto de partida para convertirnos en una ciudad sustentable, los ciudadanos de Lima Metropolitana necesitan mejorar su calidad de vida, es por ello que el manual servirá para optimizar la cultura de azoteas verdes.

7.2 Implementar en la educación cursos y laboratorios relacionados a las azoteas verdes, con fines de investigación y enseñanza.

7.3 El Manual de Azoteas Verdes, estará a disposición de los ciudadanos de Lima Metropolitana, por lo que se va a requerir de su difusión por parte de las entidades del estado, para que esta iniciativa no se deje de lado y se logre mejorar la calidad de vida; y tal vez pensar como la capital de Dinamarca, Copenhague, en cubrir de vegetación las viejas y abandonadas azoteas de nuestra ciudad, con el fin de llegar a ser carbono neutral a corto plazo.

7.4 Las autoridades del país deben de normar la instalación de las Azoteas Verdes, así como tiene que incentivarlo, para que de esta manera los ciudadanos se sientan promovidos hacia este objetivo y algún día podamos convertir esta Lima con azoteas sucias a una azotea verde, convirtiéndose Lima Metropolitana en una ciudad limpia y hermosa.

VIII. Referencias

Ackerman, K., Conrad, M. and Culligan, P. (2014) “Sustainable Food Systems for Future Cities: The Potential of Urban Agriculture.” *The Economic and Social Review* 45(2), 189-206.

Bolaños, T. (2015) *Ecoenvolventes Arquitectónicos una Tecnología Ambiental Enmarcada en la Gestión Ambiental.* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Javeriana].

Brescia, R. (2010) *Paisajes Verdes con poca agua. Jardines para Lima y ciudades de regiones secas*. (2da Ed.) Wust Ediciones. https://www.elvirrey.com/libro/paisajes-verdes-con-poca-agua-jardines-para-lima-y-ciudades-de-regiones-secas_62787

Briones,G., S. Ezeta y K. Ismodes (2013). *Cuestiones sociales: Problema de falta de áreas verdes en Lima*. http://cuestionessociales.wordpress.com/2013/06/10/problemade-falta-de-areas-verdes-en-lima/

Carbonel, J. (2011) *Proyectos Agroindustriales y Agronegocios.* (3ra Ed.) Editorial MACRO Perú.

Cavalier, J. y Santos C. (1999) Consecución del Objetivo 2000 y la Ordenación Forestal Sostenible en el Ecuador.

Choy, Z. (2000) *Diseño, Instalación y Mantenimiento de Áreas Verdes y Ornamentales* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].

Christensen, P., and Ben N.. (s.f.). “Feeding the Cities – Case Studies from Australia, Brazil, USA and Canada Exploring the Role of Urban Agriculture and Rural Family Farms in Community Food Security.” The Regional Institute: Online Publishing. http://hidroponia.mx/que-son-las-geomembranas-y-para-que-sirven/

Definición de Techo Verde. (2012). Rescatado de: http://dearkitectura.blogspot.pe/2012/06/que-es-un-techo-verde.html

Dimas, D. (1998) *Estrategias de gestión de Áreas Verdes en Ecosistemas Urbanos Caso Distrito Cercado de Lima.* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Federico Villarreal].

Enkerlin, E. (1997). *Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible*. (3era Ed.) Internacional Tjomson Editores.

Enrique, L. (2011) *Evaluación de Impacto Ambiental Conceptos y Métodos*. Oficina de Textos Brasil.

Frese, Z. (2016). *Green Roofs: Analyzing the Potential for Mitigating the Effects of Urbanization* (ENVS 190: Senior Thesis). Sacramento State University, California, EE.UU.

Guerra, T. (2012). *Estructura y tendencias de las Áreas Verdes en Normas y Planes del período 1949-1990, en el Contexto de la Renovación Urbana. El Caso de Lima.* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ingeniería].

Guillen, R. (2014). *Gestión de Áreas Verdes y Mejoramiento Ambiental en el distrito de San juan de Miraflores* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Federico Villarreal].

Jauregui, E. (2005) *Y la ciudad hirvió, Centro de Ciencias de la Atmosfera*, UNAM.

Evaluando la Gestión de Lima: V Informe de Percepción sobre Calidad de Vida. (2014). Lima Como Vamos http://limacomovamos.org/cm/wp-conten/uploas/2015/12/InformeGestion2014.pdf

Evaluando la Gestión de Lima: VII Informe de Percepción sobre Calidad de Vida. (2016). Lima Como Vamos http://limacomovamos.org/cm/wp-conten/uploas/2017/04/EncuestaLimaC%C3%B3moVamos_2016.pd

Livingston, E. (2017) “Club Profiles: The Most Delicious Clubs on Campus.” *The Ubyssey*, 6(2),58-87.

Martín, F. (1997). Apuntes sobre Biodiversidad y Conservación de Insectos: Dilemas, Ficciones y ¿Soluciones?, en Sociedad Entomológica Aragonesa, SEA. Monográfico Los Artrópodos y el Hombre, 20(3), 12-18.

Minke, G. (2004). Techos verdes. Planificación, ejecución, consejos prácticos., *Fin de siglo. Cd.*

Molina, D. (2013). *Terrazas Verdes: Diseño y Sustentabilidad* [Tesis de pregrado, Universidad de Palermo].

Mosquera, J (2009). *Efectos Socioeconómicos y Ambientales de la Agricultura Urbana Caso: Unidades De Planeamiento Zonal (Upzs) De Rincón Y Tibabuyes, Localidad De Suba, Bogotá, D.C.* [Tesis de posgrado, Pontificia Universidad Javeriana].

Municipalidad de Temuco (2016) Estudio Actualización Diagnóstico Territorial para Modificación al Plan Regulador. Estudio de Áreas Verdes. HTTP://www.temucochile.com/theinfo/resultadoPlan/CapVIII_ESTUDIO_AREAS_VERDES.pdf

Palomino, F. (2005). *Gestión de espacios Verdes Urbanos en el Distrito de Tarma* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Federico Villarreal].

Quesada, T. (2014). *Gestión de Áreas Verdes en el Ámbito Urbano de la ciudad de Chosica* (Tesis de posgrado, Universidad Nacional Federico Villarreal].

Quispe, E. (2017). *Situación de las Áreas Verdes Urbanas en Lima Metropolitana*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].

Ramón, G. (2000). *Diseños experimentales Apuntes de clase del curso Seminario Investigativo VI* Instituto Universitario de Educación Física, Universidad de Antioquia. http://viref.udea.edu.co/contenido/menu_alterno/apuntes/ac37-diseno_experiment.pdf

Reategui, R. y Cabrera, C. (2007). *Indicadores para elaborar proyectos ambientales y estudios de impacto ambiental*.

Reategui, R. (2008*). Fundamentos Científicos para la Planificación Ambiental*.

Sánchez, I. (2012). *Manual para el Diseño e Instalación de una Azotea Verde* (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México].

Sánchez, P. (2007). *Tratamiento Paisajista y Gestión de Espacios Urbanos en Lima y Callao* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].

Taboada, S. (2010). *Evaluación Técnica y Económica de la Agricultura Urbana en el Distrito de Villa María del Triunfo*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].

Tanner y Scholz-Barth (2004) *Green Roofs.* (2da Ed.). Editorial Energy.

Urrestarazu, M. (2004). *Tratado de cultivo sin suelo.* (3era Ed.) Edición Mundi – Prensa.

Velazquez, L. (2005) Organic Green roof Architecture. (3era Ed.) *Design*

Zamudio, P. (2011). *Análisis de la Rentabilidad y Beneficios Adicionales de los Huertos Urbanos en Distrito de Villa María del Triunfo – Lima, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].

IX. Anexos

Anexo A. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENCIONES	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL: ¿De qué manera el diseño e implementación de un manual influye en optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana? **PROBLEMAS ESPECÍFICOS:** a)¿De qué manera el diseño e implementación de un manual influye en el aspecto social para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana? b)¿Cómo el diseño e implementación de un manual influye en el aspecto económico para optimizar la cultura de	**OBJETIVO GENERAL:** Determinar la influencia del diseño e implementación de un manual para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana. **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:** a)Determinar la influencia del diseño e implementación de un manual en el aspecto social para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana. b)Determinar la influencia del diseño e implementación de un manual en el aspecto económico para optimizar la cultura de azoteas verdes	**HIPÓTESIS GENERAL:** El Diseño e implementación de un manual influye favorablemente en optimizar la Cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana. **HIPÓTESIS ESPECÍFICOS:** a)El Diseño e implementación de un manual influye favorablemente en el aspecto social para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana. b)El Diseño e implementación de un manual influye	**VARIABLES** **X - Variable Independiente** Diseño e implementación de un Manual **Dimensiones:** 1 – Tamaño de azotea 2 – Plantas a cultivar 3 – Técnicas de cultivo **Y - Variable dependiente** Optimizar la cultura de azoteas verdes **Dimensiones:** 1 – Aspecto Social 2 – Aspecto	El nivel de la investigación es Aplicativa El nivel de la investigación es el Experimental. En la investigación se utilizarán los siguientes métodos: Deductivo e Inductivo El diseño que se aplica es el Experimental. La población de la investigación estará conformada por los pobladores de Lima metropolitana La muestra se ubicará en el distrito de Jesús María Las técnicas que se utilizaron en la investigación son las siguientes: Encuestas, Toma de Información y Análisis Documental. Los instrumentos que utilizaremos

azoteas verdes en Lima Metropolitana? c)¿De qué manera el diseño e implementación de un manual influye en el aspecto ambiental para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana?	en Lima Metropolitana. c)Determinar la influencia del diseño e implementación de un manual en el aspecto ambiental para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana.	favorablemente en el aspecto económico para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana. c)El Diseño e implementación de un manual influye favorablemente en el aspecto ambiental para optimizar la cultura de azoteas verdes en Lima Metropolitana.	Económico 3 – Aspecto Ambiental	en la investigación son: Cuestionarios, Fichas Bibliográficas y Guías de Análisis Documental.