



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y  
CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE ARQUITECTURA  
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
ARQUITECTO**

**TEMA**

**“ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO DE DISEÑO DE UN  
PANEL ECOLÓGICO PARA CUBIERTAS EN EDIFICIOS  
INDUSTRIALES”.**

**TUTORA**

**MSC. ARQ. ISABEL NICOLASA MURILLO SEVILLANO**

**AUTOR**

**WILSON EDUARDO ZAMBRANO JAIME**

**GUAYAQUIL**

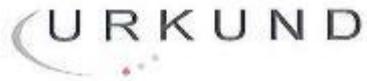
**2019**



<b>REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>		
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS</b>		
<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b> Elaboración de un prototipo de diseño de un panel ecológico para cubiertas en edificios industriales		
<b>AUTOR/ES:</b> Wilson Eduardo Zambrano Jaime	<b>REVISORES O TUTORES:</b> MSc. Arq. Isabel Nicolasa Murillo Sevillano	
<b>INSTITUCIÓN:</b> Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	<b>Grado obtenido:</b> Arquitecto	
<b>FACULTAD:</b> Ingeniería, industria y construcción	<b>CARRERA:</b> Arquitectura	
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b> 2019	<b>N. DE PAGS:</b> 124	
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b> Arquitectura y Construcción		
<b>PALABRAS CLAVE:</b> Ecodesarrollo, desarrollo sostenible, arquitectura tradicional		
<b>RESUMEN:</b> La Organización Mundial de la Salud recomienda que las ciudades tengan entre 10 y 15 m <sup>2</sup> de espacios verdes por habitante, debido a esto, la construcción ecológica es una exigencia que ha sido adoptada por varias ciudades en Latinoamérica y logrando extenderse en todo el continente, tomando como mayor referente la parte de Europa Central que ya tiene ésta exigencia; no obstante, la conciencia verde debe ser reproducida en muchos contextos y con su ejemplo revalorizar ciertos espacios urbanísticos, tales como zonas públicas, residenciales, comerciales, industriales, entre otros, y así promover construcciones eco-amigables, aumentando las áreas verdes en los distintos niveles que nos ofrecen las edificaciones, y generando una mejor calidad de vida a los ciudadanos. En la ciudad de Guayaquil, apenas se alcanzan los 7 m <sup>2</sup> de áreas verdes urbanas por habitante, sin embargo, existen diversos planes para compensar esta medida, una opción muy efectiva consiste en los jardines sobre los techados; entre sus beneficios se puede enumerar la reducción de la contaminación del aire, el incremento de la retención de agua y el ahorro significativo del consumo de energía. Esta investigación promueve el uso de paneles ecológicos como diseño en cubiertas; en un sector industrial de la ciudad donde existe mayor concentración de polución y poder limpiar el aire gracias a la vegetación, mediante el análisis de propuestas que han demostrado respuestas urbanas favorables.		
<b>N DE REGISTRO (en base de datos):</b>	<b>N. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<b>SI</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>NO</b> <input type="checkbox"/>
<b>CONTACTO CON AUTORES:</b> Sr. Wilson Eduardo Zambrano Jaime	<b>Teléfono:</b> 0991152543	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:wezj85@gmail.com">wezj85@gmail.com</a>
<b>CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:</b>	Mae. Ing. Alex Bolívar Salvatierra Espinoza <b>Cargo :</b> Decano de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción <b>Teléfono:</b> (04) 259 6500 <b>Ext. 241</b> <b>E-mail:</b> <a href="mailto:asalvatierrae@ulvr.edu.ec">asalvatierrae@ulvr.edu.ec</a>	

	<p>MSc. Ing. Milton Gabriel Andrade Laborde <b>Cargo:</b> Director de Carrera <b>Teléfono:</b> (04) 2596500 <b>Ext. 210</b> <b>E-mail:</b> <a href="mailto:mandradel@ulvr.edu.ec">mandradel@ulvr.edu.ec</a></p>
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## CERTIFICADO DE SIMILITUDES



### Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** TESIS WILSON ZAMBRANO 24-10-2018 - Urkund.docx (D43344292)  
**Submitted:** 10/31/2018 10:21:00 PM  
**Submitted By:** imurillos@ulvr.edu.ec  
**Significance:** 4 %

#### Sources included in the report:

03-09-2017 Tesis final Guzman, Zuña. urkun.pdf (D41116825)  
techos verdes - felix castillo jumbo. ing. civil 8-1.doc (D26649684)  
CAPITULO 1.pdf (D13074912)  
Condori\_Huaman\_Fredy\_Porfirio\_Titulo\_Profesional\_2016.pdf (D27115828)  
PROYECTO TECHOS ECOLOGICOS\_V3.docx (D28040526)  
tesis2017abril6.docx (D27083377)  
[https://prezi.com/wzdsaz\\_yl6m5/carta-de-atenas/](https://prezi.com/wzdsaz_yl6m5/carta-de-atenas/)

#### Instances where selected sources appear:

16

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES**

El egresado, WILSON EDUARDO ZAMBRANO JAIME, declara bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente al suscrito y se responsabiliza con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cede el derecho patrimonial y de titularidad a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar “Elaboración De Un Prototipo De Diseño De Un Panel Ecológico Para Cubiertas En Edificios Industriales”.

Autor:



Handwritten signature of Wilson Eduardo Zambrano Jaime in blue ink, positioned above a dashed horizontal line.

**WILSON EDUARDO ZAMBRANO JAIME**

**C.I. 0923038780**

## **CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de Tutora nombrada del proyecto de investigación ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO DE DISEÑO DE UN PANEL ECOLÓGICO PARA CUBIERTAS EN EDIFICIOS INDUSTRIALES, nombrado por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

### **Certifico:**

Haber dirigido, revisado y analizado el Proyecto de Investigación con el Tema: “ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO DE DISEÑO DE UN PANEL ECOLÓGICO PARA CUBIERTAS EN EDIFICIOS INDUSTRIALES.”, presentado por el Egresado Wilson Eduardo Zambrano Jaime, esto como requisito previo a la aprobación y desarrollo de la investigación para optar al título de:

### **ARQUITECTO**

El mismo que considero debe ser aceptado por reunir los requisitos legales, de viabilidad e importancia del tema.

Presentado por el Egresado:

Firma:  \_\_\_\_\_

**MSc. Arq ISABEL MURILLO SEVILLANO**  
**TUTORA**  
**C.I. 0904218666**

Guayaquil, abril 3 del 2019.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por escucharme en mis momentos difíciles, por estar a mi lado durante todo mi camino y darme las fuerzas necesarias para salir adelante.

A mi madre, Martha Emiliana Jaime Sánchez, por estar a mi lado escuchando todas mis dificultades y brindándome sus consejos, su apoyo incondicional y por sus oraciones que son una bendición para mí.

A mi padre, Wilson Eduardo Zambrano Zambrano, por ser parte de mi motivación demostrándome que con esfuerzo se puede conseguir lo que uno se propone y por su anhelo de verme culminar con éxitos mi profesión.

A mi esposa, Valeria Bajaña Ortiz por su apoyo y amor incondicional, por sus palabras de aliento que fueron parte de mi fortaleza para seguir adelante.

A mi tutora de tesis, la Arq. Isabel Murillo Sevillano, por su infinita paciencia conmigo y por los conocimientos brindados que son los que me han permitido llegar tan lejos.

A la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción, a sus miembros principales quienes forman parte de esta noble institución.

Wilson Eduardo Zambrano Jaime.

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto principalmente a Dios Jehová por haberme dado la fuerza, sabiduría y fortaleza día a día para poder lograr mi objetivo ya que en su bondad inmerecida me ha permitido conseguir este logro

A mis padres, quienes con sus consejos y apoyo me han sabido guiar acertadamente en cada paso importante de mi vida.

A mi familia, por el apoyo constante a pesar de cualquier adversidad que se haya presentado, siempre motivándome a seguir adelante en este camino tan largo y difícil como es la profesión de arquitectura.

A mis hijos, Akemi y Abrahan, por ser mi inspiración de cada día y mi motivo de superación, porque cada logro obtenido es siempre por y para ellos

A la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, noble y prestigiosa, ya que ha sido y será parte importante en mi formación académica de principio a fin.

Wilson Eduardo Zambrano Jaime.

## ÍNDICE GENERAL

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	ii
CERTIFICADO DE SIMILITUDES .....	iv
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES .....	v
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE IMÁGENES .....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	xv
CAPÍTULO I.....	3
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.1. Tema.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Formulación del problema.....	4
1.4. Sistematización del problema.....	4
1.5. Objetivo general .....	4
1.6. Objetivo específico.....	5
1.7. Justificación de la investigación.....	6
1.8. Delimitación o alcance de la investigación.....	6
1.9. Hipótesis.....	6
1.9.1. Variable independiente.....	6
1.9.2. Variable dependiente.....	6
CAPÍTULO II .....	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes generales.....	7

2.1.1.	Origen de las cubiertas verdes.....	7
2.1.2.	Cubiertas verdes en Ecuador .....	10
2.1.3.	Objetivos de la Agenda 2030 de la ONU.....	11
2.1.4.	Marco Referencial.....	14
2.1.5.	Referencias de tesis nacionales y extranjeras.....	24
2.1.6.	Modelos análogos. ....	25
	<i>Imagen 14. - Terrazas de la Secretaria Distrital del Medio Ambiente, foto 3...</i>	26
2.1.6.2.	Modelos Análogos .....	29
	□ Cubierta Ministerio del Medio Ambiente .....	29
	□ Edificio Matriz EMAAP Quito .....	29
	□ Centro Comercial Scala.....	31
	.....	31
2.2.	Marco Conceptual .....	32
2.2.1.	Tipos de cubiertas verdes.....	32
2.2.2.	Soluciones pasivas en cubiertas para climatización en climas cálidos y húmedos.	37
2.3.	Marco Legal. ....	41
2.3.1.	Norma Ambiental NADF-013-RNAT-2007 que fue publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 24 de diciembre de 2008 (México) .....	41
2.3.2.	Norma Ecuatoriana de la Construcción, sobre Eficiencia Energética en edificios, NEC- 11.....	41
CAPÍTULO III.....		49
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....		49
3.1.	Metodología .....	49
3.2.	Tipo de investigación. ....	49
3.3.	Técnicas de investigación. ....	50
3.4.	Población y muestra. ....	51
	Población.....	51
3.5.	Resultados de las encuestas realizadas a habitantes de sector industrial de Guayaquil .....	52
3.6.	Resultados de las encuestas dirigidas a los habitantes de Guayaquil.....	58
3.7.	Resultados de las encuestas realizadas a personal técnico del sector .....	59

3.8.	Resultados de las encuestas dirigidas a profesionales en el sector .....	65
CAPITULO IV .....		66
PROPUESTA .....		66
4.1.	Fundamentación de la propuesta .....	66
4.2.	Análisis del estado actual de las cubiertas .....	66
4.2.1.	Identificación de función por cubierta y requerimientos .....	67
4.3.	Realización del experimento .....	67
4.3.1.	Procedimiento para la elaboración del panel ecológico .....	68
4.3.2.	Verificación de reacciones .....	71
4.3.3.	Observaciones y análisis del experimento .....	72
4.4.	Memoria técnica del panel ecológico .....	73
4.4.1.	Especificaciones técnicas .....	73
4.4.2.	Tipos de vegetación .....	75
4.4.3.	Sistema de riego .....	78
4.4.4.	Sistema de drenaje .....	79
4.4.5.	Aplicaciones .....	79
4.4.6.	En planta y en perspectiva .....	80
4.5.	Presupuesto de cubierta .....	80
CONCLUSIONES .....		81
RECOMENDACIONES .....		83
BIBLIOGRAFÍA .....		84
ANEXOS .....		87
Anexo 1.- Encuesta a los habitantes del sector .....		87
Anexo 2.- Encuesta a profesionales .....		89
Anexo 3.- Planos .....		91
Anexo 4.- Identificación de usos .....		99

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Datos poblacionales en Guayaquil.....	16
Tabla 2.- Datos poblacionales en Guayaquil.....	18
Tabla 3.- Rangos de temperatura de acuerdo a las zonas climáticas .....	44
Tabla 4.- Conocimiento de techos ecológicos .....	52
Tabla 5.- Implementación de tegos ecológicos .....	53
Tabla 6.- Uso de techos ecológicos para reducción de contaminación ambiental .....	54
Tabla 7.- Implementación de techos ecológicos en sector industrial.....	55
Tabla 8.- Calidad de productos nacionales frente a productos internacionales .....	56
Tabla 9.- Recomendación de techos ecológicos .....	57
Tabla 10.- Importancia de cubiertas ecológicas .....	59
Tabla 11.- Reducción de huella ecológica .....	60
Tabla 12.- La cubierta verde y el confort .....	61
Tabla 13.- Resistencia de la humedad de techos ecológicos.....	62
Tabla 14.- Comercialización de techos ecológicos .....	63
Tabla 15.- Recomendación de techos ecológicos .....	64
Tabla 16.- Ficha técnica del césped maní .....	76
Tabla 17.- Ficha técnica del césped agrotis .....	77

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Jardines suspendidos en Babilonia (recreación), y mausoleos de emperadores romanos.....	7
Imagen 2. Casa islandesa de tejado verde en el museo Arbaer (Reikiavik). ....	8
Imagen 3. Casa islandesa de tejado verde en el museo Arbaer (Reikiavik). ....	9
Imagen 4. Los objetivos de la agenda sostenible 2030 .....	11
Imagen 5. División Zonal SENPLADES. ....	14
Imagen 6. Zona 8: Ubicación Guayaquil SENPLADES.....	15
Imagen 7. Zonificación por parroquias Cantón Guayaquil.....	15
Imagen 8. Población de Guayaquil por sexo.....	16
Imagen 9. Caracterización económica .....	17
Imagen 10. Actividad comercial en el cantón .....	19
Imagen 11. Parámetros climáticos promedio Guayaquil - parroquia Tarqui. ....	20
Imagen 12. - Terrazas de la Secretaria Distrital del Medio Ambiente, foto 1. ....	26
Imagen 13. - Terrazas de la Secretaria Distrital del Medio Ambiente, foto 2. ....	26
Imagen 14. - Terrazas de la Secretaria Distrital del Medio Ambiente, foto 3. ....	26
Imagen 15. - Hospital Belisario Domínguez.....	27
Imagen 16. - Chichago City Hall. ....	28
Imagen 17. - Chichago City Hall.- Plano de planta .....	28
Imagen 18. Terraza Ministerio del Medio Ambiente.....	29
Imagen 19. Terraza EMAAP Quito .....	30
Imagen 20. Centro Comercial Scala.....	31
Imagen 21. Diagrama bioclimático para edificios de Givoni Bruch.....	36
Imagen 22 Efecto de la dosificación de radiaciones de gran longitud de onda por la vegetación. ....	39
Imagen 20 - Efecto de protección del viento fuerte. ....	40
Imagen 24. - Esquema de aislamiento acústico .....	45
Imagen 25. - Ilustración de acondicionamiento acústico .....	46
Imagen 26. Identificación de Zona Industrial a intervenir .....	66
Imagen 27. Identificación de Zona Industrial a intervenir .....	67
Imagen 28. Paso 1: Elaboración del molde.....	68
Imagen 29. Paso 1: Elaboración del molde.....	69
Imagen 30. Paso 2: Determinar dosificaciones .....	69

Imagen 31. Paso 3: Colocación de los componentes .....	70
Imagen 32. Paso 3: Colocación de los componentes .....	70
Imagen 33. Paso 3: Colocación de los componentes .....	71
Imagen 34. Verificación de las reacciones.....	72
Imagen 35. Cubiertas inclinadas .....	73
Imagen 36. Especies sugeridas para el panel .....	75
Imagen 37. Sistema de riego .....	78
Imagen 38. Sistema de riego .....	79
Imagen 39. Aplicaciones .....	79
Imagen 40. Aplicaciones.....	80
Imagen 41. Identificación de Grupo Mavesa .....	99
Imagen 42. Identificación de Compañía ecuatoriana del caucho.....	100
Imagen 43. Identificación de Compañía Arca Continental.....	100
Imagen 44. Identificación de Industrias Unidas y Juan Marcet.....	101
Imagen 45. Identificación de Compañía Chaide & Chaide.....	102
Imagen 46. Identificación de Compañía Vinos dos Hemisferios.....	102
Imagen 47. Identificación de Compañía INSA y Bateparts.....	103
Imagen 48. Identificación de Compañía Bodegas San Jorge.....	104
Imagen 49. Identificación de Compañía Exportadora Ontaneda .....	104
Imagen 50. Identificación de Compañía ecuatoriana de alimentos.....	105
Imagen 51. Identificación de Compañía Centuriosa .....	106
Imagen 52. Identificación de Compañía Inproel.....	106
Imagen 53. Identificación de Compañía Industria y Bodega Paraiso .....	107
Imagen 54. Identificación de Compañía Bodegas Paraiso.....	108
Imagen 55. Identificación de Compañía El Café S.A. ....	108

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

**Pág.**

Gráfico 1. Resultado de las encuestas a pobladores, pregunta 1.....	52
Gráfico 2. Resultado de las encuestas a pobladores, pregunta 2.....	53
Gráfico 3. Resultado de las encuestas a pobladores, pregunta 3.....	54
Gráfico 4. Resultado de las encuestas a pobladores, pregunta 4.....	55
Gráfico 5. Resultado de las encuestas a pobladores, pregunta 5.....	56
Gráfico 6. Resultado de las encuestas a pobladores, pregunta 6.....	57
Gráfico 7. Resultado de las encuestas a profesionales, pregunta 1 .....	59
Gráfico 8. Resultado de las encuestas a profesionales, pregunta 2.....	60
Gráfico 9. Resultado de las encuestas a profesionales, pregunta 3.....	61
Gráfico 10. Resultado de las encuestas a profesionales, pregunta 4.....	62
Gráfico 11. Resultado de las encuestas a profesionales, pregunta 5 .....	63
Gráfico 12. Resultado de las encuestas a profesionales, pregunta 6.....	64

## Abreviaturas

DPU = Dirección de Planificación Urbana

CONSEP = Consejo Nacional de Control de Sustancias Estupefacientes y Psicotrópicas.

MIMG = Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil.

CO<sub>2</sub> = Dióxido de Carbono

COS = Coeficiente de ocupación del suelo.

CUS = Coeficiente de uso del suelo.

GEI = Gases de efecto invernadero.

hab/ha. = habitantes por hectárea.

INEC = Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

INAMHI = Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología

km<sup>2</sup> = kilómetro cuadrado.

m = metro.

MSP = Ministerio de Salud Pública.

OND = Observatorio Nacional de Drogas.

PC = Patrimonio Cultural.

PDOT = Plan de Desarrollo Territorial.

PL = Plan de Lugar.

RR = residencial.

NPT = Nivel de piso terminado

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha visto que las actividades humanas asociadas al proceso de industrialización, desechos de la producción, intensificación de la agricultura, urbanización y consecuente crecimiento de ciudades, entre otras, afectan al medio ambiente contribuyendo al calentamiento global, como lo indica el objetivo 11 de la Agenda Sostenible de las Naciones Unidas para el 2030. Este proceso es fuertemente influenciado por las concentraciones de CO<sub>2</sub> y/o gases causantes del efecto invernadero (GEI) en la atmósfera que alteran el clima del planeta.

En este caso, Ecuador es un país especialmente vulnerable al cambio climático por la ubicación de su población en zonas inundables de las costas, valles interandinos y en suelos inestables susceptibles a la erosión de las partes altas de las cordilleras. Ante esta realidad, es necesario disminuir o superar estos efectos en las ciudades aplicando nuevas alternativas como la utilización de los “techos verdes”, conocidos también como cubiertas verdes que consisten en cultivar plantas o tener cobertura vegetal en los techos de las viviendas sin afectar el inmueble.

El uso de techos verdes reintegrará la cubierta vegetal que el ser humano ha desplazado por cemento en las ciudades. Esta cobertura viva puede contribuir a mitigar las consecuencias del calentamiento global capturando GEI como el CO<sub>2</sub> y generando oxígeno por el proceso de la fotosíntesis. Ayuda a regular la escorrentía y contribuye al confort térmico en las casas al actuar como un termostato verde; también contribuye en la economía del hogar al ahorrar consumo de energía en el uso de aire acondicionado y ventiladores.

El propósito de este trabajo es verificar que el uso de “techos verdes” puede ofrecer beneficios para la industria, como la atenuación de temperatura, control térmico; también determinar limitantes y hacer los ajustes requeridos para adecuar la tecnología generada en otros sitios bajo condiciones locales. La investigación está basada en los beneficios que naturalmente la vegetación ofrece para climatizar. El experimento se lleva a cabo en los módulos de Arquitectura de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

En el proceso, se colocan las cubiertas para obtener datos de temperatura y humedad relativa. Los datos se analizan por diez meses durante la temporada calurosa húmeda, calurosa moderada y cálida seca, siendo la última de principal interés, comparándose

con los datos de un testigo. En el presente documento se expone dicho trabajo resumido en cuatro capítulos: El primero definiendo los parámetros del diseño de investigación, el segundo ampliando dicha exploración en su marco teórico y finalmente detallando en el último el resultado y análisis del experimento.

## CAPÍTULO I

### DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Tema.

Elaboración de un prototipo de diseño de un panel ecológico para cubiertas en edificios industriales.

#### 1.2. Planteamiento del problema.

La Organización Mundial de la Salud, ha determinado a la contaminación ambiental como una de las principales causas del cáncer de pulmón. Según estudios de la organización, la contaminación mata a siete millones de personas al año, un dato que preocupa seriamente a los países que más sufren la polución del aire (Clima Argentina, 2017). La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud. Mediante la disminución de los niveles de contaminación del aire los países pueden reducir la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre ellas el asma.

La reducción de las emisiones domésticas derivadas de sistemas energéticos basados en el carbón y la biomasa, así como de la incineración de desechos agrícolas (por ejemplo, la producción de carbón vegetal), permitiría limitar importantes fuentes de contaminación del aire en zonas periurbanas y rurales de las regiones en desarrollo. Para prevenir la contaminación se necesitan políticas sobre la calidad del aire y el transporte, regulaciones que controlen la contaminación en las ciudades, controles de emisiones en la industria y la promoción de fuentes de energía limpia y renovable.

La contaminación atmosférica urbana puede influir de manera considerable en la calidad del aire en interiores, sobre todo en las casas muy ventiladas o en las situadas cerca de fuentes de contaminación. A la inversa, las fuentes de contaminación del aire en interiores pueden ser causa importante de contaminación atmosférica urbana, especialmente en las ciudades donde muchos hogares queman combustibles de biomasa o carbón para calentarse y cocinar. Cuando se habla de países contaminados se piensa en China pero quien encabeza el ranking es Arabia Saudita.

El sector industrial comprendido entre las avenidas Juan Tanca Marengo y Benjamín Carrión cuenta con la presencia de numerosas industrias con bodegas que en ocasiones no cumplen a cabalidad las disposiciones de seguridad para la entidad y el entorno. Se ha observado en este sector a través de los medios de comunicación que

hay devastadoras explosiones e incendios con lamentables pérdidas físicas. Otro problema que presenta el mencionado sector es el elevado tráfico vehicular que representa más del 50% de fuente de contaminación dañino para la población.

Las emisiones de dióxido de carbono, la contaminación atmosférica, la contaminación, el efecto invernadero conducen a cambios en los patrones de clima que se está viviendo en los últimos tiempos en el planeta y se lo evidencia en el país.

### **1.3. Formulación del problema.**

¿La contaminación ambiental de los edificios industriales podrá aminorarse con la implementación de cubiertas verdes en edificaciones de un determinado sector de Guayaquil?

### **1.4. Sistematización del problema.**

- ¿Cuáles son los valores actuales de la contaminación en la ciudad?
- ¿Qué tipos de cubiertas industriales existen en Guayaquil?
- ¿Qué factores influyen para tener la necesidad de una cubierta ecológica?
- ¿Qué normativas existen en relación a las cubiertas ecológicas y su vinculación con las edificaciones industriales?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de construir una cubierta ecológica?
- ¿Cuáles son los costos de construcción y mantenimiento?

### **1.5. Objetivos de la investigación.**

#### **1.5.1. Objetivo general.**

Elaborar una propuesta de diseño de un prototipo de cubierta ecológica mediante el uso de criterios y normativas vigentes para disminuir la contaminación atmosférica del sector industrial de Guayaquil.

#### **1.5.2. Objetivos específicos.**

- Analizar las cubiertas de un determinado sector industrial de Guayaquil para establecer la propuesta.
- Implementar el material en la propuesta.
- Diseñar un prototipo de cubierta ecológica para edificaciones industriales.

## **1.6. Justificación de la investigación.**

El proyecto de investigación de cubiertas verdes para el sector industrial en Guayaquil es una alternativa para la disminución de la contaminación de un determinado lugar de la ciudad, además de colaborar en la restitución de vegetación en zonas pobladas y la determinación de creación de áreas verdes de diversos tipos, incrementando el porcentaje de las mismas, obteniendo más metros cuadrados por habitante de área verde. El acelerado crecimiento urbano en el mundo genera una serie de problemas ambientales, en especial en los países que se encuentran en plenitud de desarrollo, las cuales generalmente carecen de la infraestructura adecuada para mitigar los efectos de no contar con una planificación urbana.

Además, como las grandes ciudades americanas o europeas, también enfrentan la contaminación del aire, o contaminación acústica. Esta propuesta plantea una respuesta a éstos factores, mediante el uso de la tecnología y nuevos métodos, desde soluciones simples, como el incremento de áreas verdes, hasta la implementación de sistemas ajardinados en cubiertas; de esta manera, los techos ecológicos, o cubiertas verdes, son sistemas de naturación de azoteas, son una nueva forma de incorporación de la masa vegetal a la vida urbana, en aquellos espacios que han sido poco valorados como los envolventes de las edificaciones.

La propuesta se justifica al considerar los altos niveles de contaminación ambiental según reseñas de medios de comunicación- que en el caso de Guayaquil requiere proponer soluciones al respecto al utilizar cubiertas ecológicas o techos verdes, sus beneficios tales como producir oxígeno y absorber dióxido de carbono, filtrar partículas de polvo del aire, absorber partículas nocivas, reducen las variaciones de temperatura y disminuyen las variaciones de humedad en el aire ya han sido desarrollados e implementados en países Europeos y en Canadá. En nuestro país apenas si se están avizorando vestigios incipientes. Ésta es una propuesta interesante en favor de la ciudad y sus habitantes, generando sustentabilidad y embellecimiento de los espacios industriales.

La selección de una entidad privada como propuesta piloto para la proyección de un diseño de cubiertas verdes, es la mejor alternativa debido a que es en estos espacios son los que se involucran en la afectación del entorno humano, lo cual permite influenciar su comportamiento del futuro, al generar conciencia acerca del cuidado del mismo. Por esta razón, el sector industrial comprendido entre las avenidas Juan Tanca

Marengo y Benjamín Carrión, es el indicado porque cuenta con la presencia de edificaciones industriales cerca de edificaciones residenciales, y además presenta un elevado tráfico vehicular que ocasiona más del 50% de fuente de contaminación dañino para la población.

### **1.7. Delimitación o alcance de la investigación.**

- **Campo:** Educación Superior – Tercer nivel de grado
- **Área:** Arquitectura
- **Aspecto:** Investigación experimental
- **Tema:** Elaboración de un prototipo de diseño de un panel ecológico para cubiertas en edificios industriales.
- **Delimitación espacial:** Sector industrial comprendido entre Avda. Juan Tanca Marengo, Avda. Benjamín Carrión y Avda. Felipe Pezo, Guayaquil, Guayas
- **Delimitación Temporal:** 6 meses

### **1.8. Hipótesis**

La elaboración de cubiertas ecológicas en el sector industrial ayudará al mejoramiento ambiental del ecosistema de una parte de la ciudad.

### **1.9. Variables de la Investigación**

#### **1.9.1. Variable independiente.**

Elaboración de un prototipo de diseño de un panel ecológico para cubiertas.

#### **1.9.2. Variable dependiente.**

De Edificios Industriales de un sector de Guayaquil.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes generales.

##### 2.1.1. Origen de las cubiertas verdes

El origen de las cubiertas vegetales, según algunos historiadores antiguos, se dan en las civilizaciones de Mesopotamia, o en Babilonia desde 600 a.C, denominados jardines suspensos, aparentemente contruidos para satisfacer las carencias de vegetación que percibía la esposa del rey Nabucodonosor, y llegaron a imponerse como una de las obras arquitectónicas principales del mundo antiguo; otro ejemplo son los mausoleos de los emperadores de Roma, Augusto y Adriano, ellos yacen en un montículo de tierra que está recubierto con plantaciones vegetales. (Dicas Arquitectura, 2016)



*Imagen 1.* Jardines suspendidos en Babilonia (recreación), y mausoleos de emperadores romanos  
*Fuente:* Terraconesis & DicaArquitectura, 2016

Sin embargo, en viviendas tradicionales con tejados de grava y de otros materiales, la vegetación en cubiertas se daba naturalmente, debido al crecimiento espontáneo de especies según el temporal; éstos especialmente en casas islandesas y escandinavas, desde hace ya 300 a 400 años, este tipo de azotea era útil en para controlar la condición climática en lugares tanto fríos como cálidos, manteniendo una estabilidad térmica al interior de las residencias (Grancharov, 2013).

Islandia es el país que más tiempo adoptó este tipo de cubierta, llegó a desarrollarlos hasta finales del siglo XIX, pero 50 años más tarde fueron sustituidas o abandonadas y quedaron pocas cantidades de ellas en la localidad (Grancharov, 2013). Se cree que las principales causas que se adjudican al desuso de ésta técnica es el mantenimiento, debido a que se debía realizar continuos cambios en sus materiales; no obstante, existen muestras de estas casas en algunos lugares del país nórdico

conservadas para evitar su deterioro y mostrar a sus visitantes lo tradicional y natural de este poblado.



**Imagen 2.** Casa islandesa de tejado verde en el museo Arbaer (Reikiavik).  
**Fuente:** Guyot, 1980.

Los recubrimientos mencionados se desarrollaban en mantos con componentes impermeables elaboradas a base de subproducto alquitranado originario del carbón en conjunto a cuatro estratos de papel, a las que se les sumaba una capa superpuesta de grava y otra superficie de arena para contrarrestar la radiación solar, luego pasaba a la etapa en la que se esperaba a que naturalmente aparecieran y se extendieran las especies de vegetación (Velasquí, 2017).

Sobre investigaciones de los elementos verdes en cubiertas, el botánico Reinhard Bornkamm, de la Universidad de Berlín, decide estudiar los recubrimientos construidos por el techador H. Koch Alemania en 1900, que consistían en techados hechos de alquitrán, más capas de arena y grava que no permitían una rápida inflamación en viviendas a bajo costo, y en 1989, debido a las publicaciones de los análisis del investigador, se dio el gran éxito de éstas azoteas en toda la nación, hasta cubrir alrededor de 1 millón de metros cuadrados de cubiertas vegetales en 1996 (Velasquí, 2017).



**Imagen 3.** Casa islandesa de tejado verde en el museo Arbaer (Reikiavik).  
**Fuente:** Guyot, 1980.

Esta tendencia también fue utilizada en otros países de la Unión Europea, y en América se dio de forma más tecnológica, en el año 1931 se construyó el Rockefeller Center en la ciudad de Nueva York como el primer techo verde moderno destacado de los Estados Unidos. Tanto fue su repercusión en otros países que han logrado incorporar políticas a favor de su uso; ciudades como Toronto y Copenhague gozan de leyes que exigen techos vegetales en edificaciones que dispongan de menos de 30 grados de inclinación sobre sus tejas (Velasquí, 2017).

Otra ciudad que se suma a favor de ésta técnica es Tokio, que considera su instalación en edificaciones que tengan superficies superiores a 1000 m<sup>2</sup> de cubierta en al menos 20% del área de ésta. En naciones como “Austria, Gran Bretaña, Hungría, Holanda, Suecia, Suiza y Estados Unidos promueven la instalación de azoteas verdes mediante iniciativas locales oficiales y con la intervención de la empresa privada” (Velasquí, 2017).

Otros ejemplos actuales son el aeropuerto de Schiphol en Ámsterdam, La biblioteca pública en Vancouver, el hospital de rehabilitación en Chicago, el centro de danza en Londres, que ponen en manifiesto la utilidad de ésta técnica para transformar y renovar espacios, acorde al desarrollo de las zonas urbanas considerando los criterios ecológicos y sostenibles; y que se han hecho eco las administraciones públicas en las mencionadas localidades.

En la actualidad, conforme a lo establecido por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, las cubiertas verdes son reconocidas como una estrategia contra el calentamiento global, debido al volumen de vegetación que ofrecen en zonas urbanas, disminuyendo el impacto ambiental de los mismos y contrarrestando la pérdida de áreas verdes, promoviendo la sustentabilidad, disminuyendo la contaminación ambiental y contribuyendo al desarrollo de una ciudad más sana (Velasquí, 2017).

### **2.1.2. Cubiertas verdes en Ecuador**

En Ecuador, el uso de cubiertas verdes es reciente, a diferencia de otros países de América, que son utilizados con normativas y ordenanzas; las azoteas ajardinadas, según Santiago Jácome de Chova Ecuador indica que éstos recubrimientos son usados en toda, o gran parte de la superficie de una cubierta; y sus principales beneficios son la pérdida de calor, debido a que son usados como aislante térmico, ya que las capas que se disponen como sustrato, ayudan a reducir las temperaturas en zonas urbanas (Arias, 2014)

En áreas urbanas, es indispensable plantear proyectos ecológicos de ésta índole, ya que se puede mejorar la salud de la población en general; al actuar como elementos renovadores de aire polucionado. Sobre las iniciativas de diseños verdes en cubiertas, se pronuncia la bióloga quiteña Liliana Jaramillo (2017), y promueve una investigación en donde realiza un catálogo de especies nativas, sus propiedades, formas y usos para definir su adaptación a los entornos urbanos y que logren presentar un cambio en el clima de la ciudad (El Universo, 2017).

Este análisis fue premiado por la Organización de las Naciones Unidas Jóvenes campeones de la tierra, en el 2017; para esto se le concedió un total de \$15.000 para su fase experimentación, con lo que inculca el uso de plantas nativas como cedrón, uvilla y choco de páramo en las terrazas del sur y el norte de la ciudad quiteña; lo investigado también le valió para acceder a mentores de recocidos por su alto nivel, además de capacitaciones generales en la comunicación, gestión financiera, planificación de programas, entre otros (La Hora, 2018).

En Guayaquil, durante el programa de Premios Latinoamérica Verde, el municipio del cantón, bajo la alcaldía del ab. Jaime Nebot, promueve una posible reforma a la Ordenanza de Construcción en la que se buscaría la construcción de cubiertas ajardinadas y muros vegetales con la debida instalación de sistemas de ahorro hídrico. Con esto, se podrá asegurar una ciudad sustentable, que disponga de elementos que ayuden a

mejorar la calidad de vida de sus habitantes, así como el fomento al cuidado del medio ambiente (APIVE, 2018).

El estudio Monarq, en la ciudad porteña, es otro precursor de las cubiertas ecológicas, esto se debe a que uno de sus principios es el respeto a la naturaleza, lo que distingue una propuesta integral a través del diseño bio-climático. Esta firma asegura que se debe mejorar la calidad de vida de la población en cuestión al medio en el que habitan, con tan solo la disposición de vegetación en los diseños. Para esto analizan la cifra dispuesta por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que estima que las ciudades deberían disponer de 10 a 15 m<sup>2</sup> de espacios verdes por habitante, sin embargo, en la ciudad apenas se alcanzan los 7 m<sup>2</sup> (Monarq , 2018)

### 2.1.3. Objetivos de la Agenda 2030 de la ONU

La Asamblea general de las Naciones Unidas, ha definido para la agenda 2030 una visión transformadora de la sostenibilidad económica, social y ambiental para los Estados miembros en los próximos 15 años, esto se resume en una documentación formal que establece los 17 objetivos de desarrollo sostenible (OBS) e incluye temas de gran importancia para la región como la relación de las ciudades y el cambio climático. Los OBS pretenden ser una herramienta de planificación a largo plazo en forma de políticas públicas e instrumentos de presupuesto, monitoreo y evaluación.



*Imagen 4.* Los objetivos de la agenda sostenible 2030

*Fuente:* Naciones Unidas, 2016

Dentro de las consignas determinadas, se menciona la necesidad de identificar los problemas que existen para mantener los recursos naturales de las ciudades, sin que esto represente menos posibilidades de empleos para sus habitantes. Esto se resume en

el punto 11 de los objetivos de desarrollo sostenible que indica: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles (Naciones Unidas, 2016).

Los problemas que engloban comúnmente las ciudades son la congestión, la falta de recursos para brindar servicios básicos, el deterioro de las estructuras, la falta de políticas adecuadas para viviendas, de otra forma, éstos factores pueden ser combatidos mientras se puedan aprovechar los recursos. Por otra parte, la gestión de recolección de desechos sólidos puede asegurarse sin que esto represente el aumento de la contaminación y la pobreza.

Para el futuro se prevé que en cada una de las ciudades posea servicios básicos de calidad, como la recolección de desechos sólidos urbanos, más aún cuando se dispone del aumento progresivo de la población, las ciudades del mundo ocupan solo el 3% de la tierra, pero representan entre el 60% y el 80% del consumo de energía y el 75% de las emisiones de carbono (Naciones Unidas, 2016).

Los procesos para construir urbanizaciones involucran ciertas presiones sobre el suministro de agua dulce, los tratamientos a las aguas residuales, los entornos en que se desenvuelven y la calidad de vida de los habitantes. A todo esto, desde 2016, se evidencia que el 90% de los ciudadanos respiran aire no óptimo, según los regímenes de la Organización mundial de la Salud, no son los permitidos, y en consecuencia se dieron un total de 4,2 millones de fallecimientos ocasionados por la contaminación del ambiente; todo esto se resumen en que las ciudades están expuestas al 2,5 de nivel de contaminación más alto que lo permitido.

- **Metas objetivo 11**

Con esta serie de objetivos se plantea reducir el impacto ambiental por cada ciudadano en cada localidad de aquí al 2030, inclusive de forma especial a la calidad del aire y al plan de manejo de desechos urbanos y de otro tipo; además de asegurar el acceso universal a parques o áreas verdes en condiciones inclusivas, para mujeres niños, personas de edad y personas con discapacidad (Naciones Unidas, 2016).

Otra meta importante es el fortalecimiento de la planificación del desarrollo nacional y regional en zonas urbanas, rurales y periurbanas, mediante el apoyo de los vínculos existentes entre factores económicos, sociales y ambientales; al igual que el aumento para el 2020 de una cifra considerable de ciudades y asentamientos que decidan integrar el uso e implementación de políticas y programas para garantizar la

inclusión, la optimización de recursos, la mitigación al cambio climático y sus posibles adaptaciones, y sobre todo desarrollar la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles.

Por otra parte, el cambio climático es un factor de afectación en todas partes del mundo; en cuanto a impactos negativos, incide de forma directa en la calidad de vida de las personas, ya sea por razones médicas o desde un punto de vista más amplio como la economía nacional. Debido a esto, se distinguen consecuencias como variaciones en la climatología como aumento del nivel del mar o fenómenos naturales sin precedentes. Por esta razón se debe concientizar a las nuevas generaciones de la importancia de un ambiente sano mediante el objetivo 13 de desarrollo sostenible que indica:

“Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos”  
(Naciones Unidas, 2016).

Los gases del efecto invernadero producidos por acciones humanas, también contribuyen a que se den los riesgos mencionados; esto puede ocasionar que la temperatura media actual en toda la superficie terrestre se eleve a 3°C en los próximos años, lo que llegaría a dificultarse en otras partes del planeta. Los poblados más pobres y vulnerables serían los más afectados; no obstante, aún podemos cambiar esta realidad, mediante soluciones que implican una variación en la actividad económica desde criterios sostenibles y amigables con el ecosistema, reduciendo las emisiones de gases tóxicos (Naciones Unidas, 2016).

- **Metas del Objetivo 13**

Esta consigna se puede llevar a cabo si se fortalece la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países. Otro factor colaborador en este aspecto se daría al incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales, lo que también incide en mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana (Naciones Unidas, 2016).

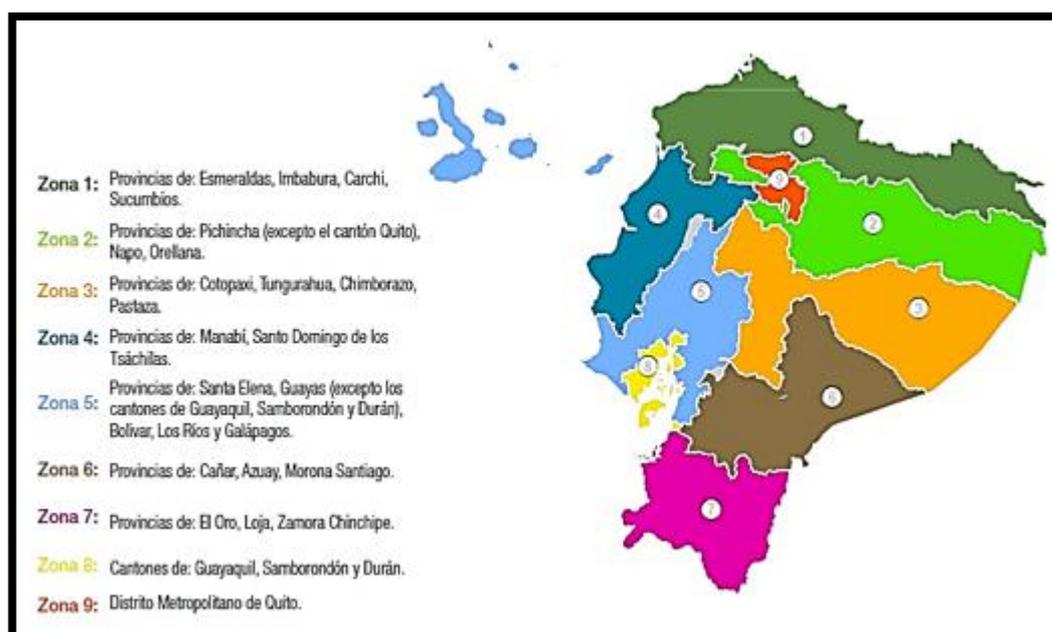
Otra meta es cumplir el compromiso de los países desarrollados que son partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de lograr para el año 2020 el objetivo de movilizar conjuntamente 100.000 millones de dólares anuales procedentes de todas las fuentes a fin de atender las necesidades de los países

en desarrollo respecto de la adopción de medidas concretas de mitigación y la transparencia de su aplicación, y poner en pleno funcionamiento el Fondo Verde para el Clima capitalizándolo lo antes posible (Naciones Unidas, 2016).

Todo esto se debe efectuar con la promoción de mecanismos para aumentar la capacidad para la planificación y gestión eficaces en relación con el cambio climático en los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo, haciendo particular hincapié en las mujeres, los jóvenes y las comunidades locales y marginadas (Naciones Unidas, 2016).

#### 2.1.4. Marco Referencial

La República del Ecuador, con un el proceso utilizado por el gobierno ecuatoriano para promover la desconcentración del Estado, coordinado por la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, SENPLADES, conformó niveles administrativos de planificación: zonas, distritos y circuitos a nivel nacional; que permitirán una mejor identificación de necesidades y soluciones efectivas para la prestación de servicios públicos en el territorio. Esta conformación no implica eliminar las provincias, cantones o parroquias. Las zonas están conformadas por provincias, de acuerdo a una proximidad geográfica, cultural y económica; son 9 zonas de planificación, cada una está constituida por distritos y estos a su vez por circuitos (SENPLADES, 2012)



*Imagen 5.* División Zonal SENPLADES.

*Fuente:* INEC, 2010, *Agenda Zonal 8 SENPLADES 2013 -2017* pág. 7

**Provincias Zona 8:** Guayaquil, Durán y Samborondón.

**Descripción:** La Subsecretaría de Planificación Zonal 8 se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil (edificio del Gobierno Zonal). Su cobertura comprende los cantones: Guayaquil, Durán y Samborondón; este territorio ocupa 6.331,04 Km<sup>2</sup> de superficie y representa el 2,5% del total nacional; concentra el 18,02% de la población del país, distribuidos de la siguiente manera: Guayaquil 90,10%, Durán 7,89% y Samborondón 2,01% (SENPLADES, 2012).



*Imagen 6.* Zona 8: Ubicación Guayaquil SENPLADES.

*Fuente:* INEC, 2010, Agenda Zonal 8 SENPLADES 2013 -2017 pág. 26.



*Imagen 7.* Zonificación por parroquias Cantón Guayaquil.

*Fuente:* gkillcity.com/artículos 2016.

En el cantón de Guayaquil, la división administrativa está dada en parroquias. Actualmente el cantón se divide en 5 parroquias a nivel rural y 16 parroquias urbanas que conforman la cabecera cantonal o ciudad de Guayaquil.

### Densidad Poblacional

De acuerdo a los datos del censo INEC 2010, el Cantón Guayaquil en su conjunto presenta una población total de 2 350 915 habitantes en las áreas urbana y rural. En el área urbana, la población es de 2 278 691 habitantes, de los cuales 1 120 331 son hombres y 1 158 360 son mujeres; en cuanto al área rural la población es de 72 224 habitantes, de los cuales 37 890 son hombres y 34 334 son mujeres. (Senplades, 2012)

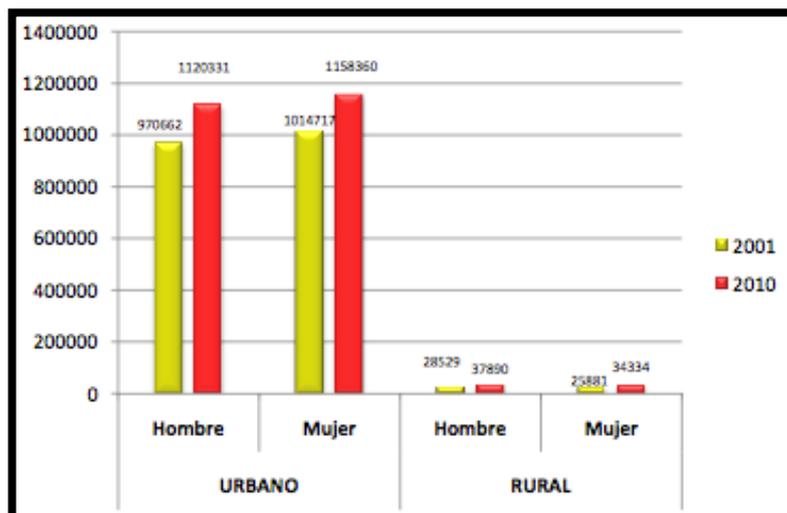
**Tabla 1**  
*Datos Poblaciones en Guayaquil*

Sexo	2010				2011			
	RURAL		URBANO		RURAL		URBANO	
	Población	%	Población	%	Población	%	Población	%
Hombre	37890	52,46	1120331	49,17	28529	52,43	970662	48,89
Mujer	34334	47,54	1158360	50,83	25881	47,57	1014717	51,11
<b>Total</b>	<b>72224</b>	<b>100</b>	<b>2278691</b>	<b>100</b>	<b>54410</b>	<b>100</b>	<b>1985379</b>	<b>100</b>

2001 – 2010			
Variación RURAL		Variación URBANA	
Absoluto	Relativo %	Absoluto	Relativo %
9361	32,81	149669	15,42
8453	32,66	143643	14,16
17814	65,47	293312	29,58

*Fuente:* INEC, 2010

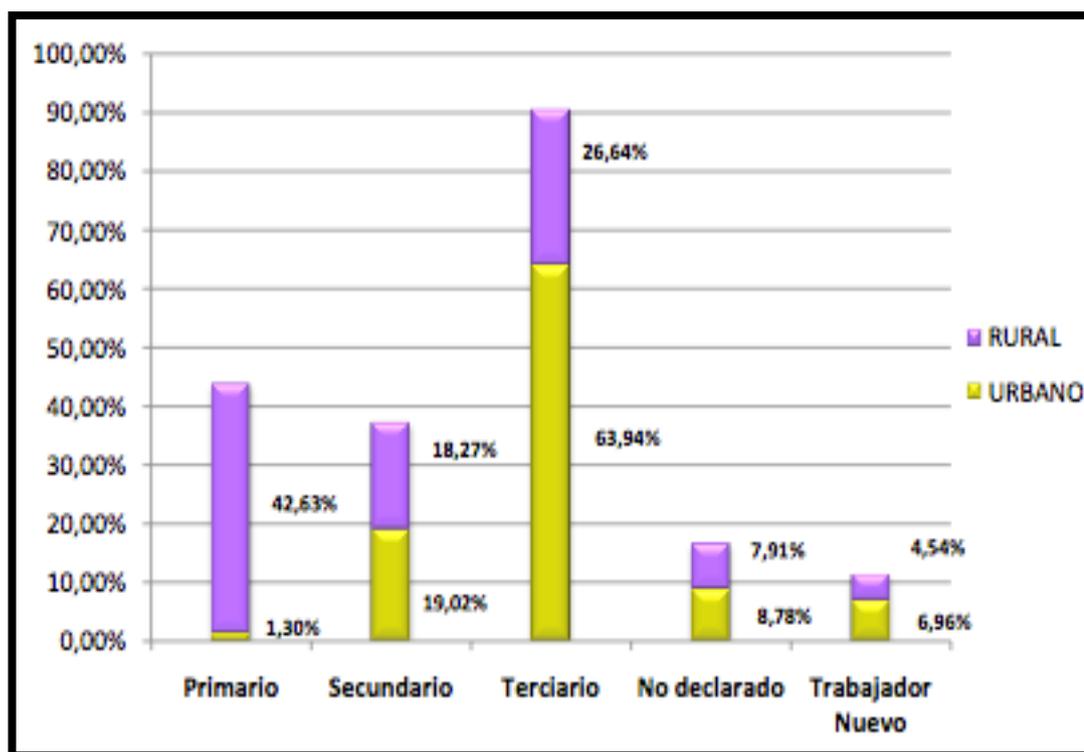


**Imagen 8.** Población de Guayaquil por sexo.  
*Fuente:* INEC, 2010

### Caracterización económica productiva

Las actividades económicas representativas del cantón Guayaquil según datos del censo INEC 2010, mayoritariamente son aquellas que están vinculadas al sector terciario con un 62,97 %; resaltando actividades como: comercio al por mayor y menor, transporte y almacenamiento, enseñanza, actividades de alojamiento y servicio de comidas, actividades de los hogares como empleadores, etc.

El segundo sector más ocupado con el 18,99 % es el secundario, el que mantiene relación directa con industrias manufactureras, seguido por la construcción, distribución de agua, alcantarillado y gestión de desechos, y en menor proporción el suministro de electricidad, gas, vapor, aire acondicionado. El sector primario ocupa el tercer lugar con el 2,37 %, resaltando actividades como la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, junto con la explotación de minas y canteras. El 8,75 % y 6,89 % representan un sector no declarado y trabajadores nuevos respectivamente.



*Imagen 9.* Caracterización económica  
*Fuente:* INEC, 2010

En el caso del cantón Guayaquil, el área urbana es la que aporta mayor mano de obra al sector terciario en un 63,94 %; mientras que, en el área rural, la población se dedica principalmente a las actividades relacionadas con el sector primario en un 42,63%.

**Tabla 2**  
*Datos Poblaciones en Guayaquil*

SECTOR	RAMA DE ACTIVIDAD	URBANA	%	RURAL	%
PRIMARIO	Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	12108	1,30%	11191	42,63%
	Explotación de minas y canteras	759		65	
SECUNDARIO	Industrias manufactureras	107798	19,02%	3269	18,27%
	Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	3284		38	
	Distribución de agua, alcantarillado y gestión de desechos	6056		95	
	Construcción	70878		1422	
TERCIARIO	Comercio al por mayor y menor	254542	63,94%	2791	26,64%
	Transporte y almacenamiento	64201		908	
	Actividades de alojamiento y servicio de comidas	43215		643	
	Información y comunicación	16255		76	
	Actividades financieras y de seguros	11511		17	
	Actividades inmobiliarias	3456		10	
	Actividades profesionales, científicas y técnicas	22773		102	
	Actividades de servicio administrativos y de apoyo	36839		456	
	Administración pública y defensa	28631		214	
	Enseñanza	45351		639	
	Actividades de la atención de la salud humana	30984		210	
	Artes, entretenimiento y recreación	7711		77	
	Otras actividades de servicios	25926		271	
	Actividades de los hogares como empleadores	40719		619	
	Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	125		0	
	No declarado	86792	8,78%	2089	7,91%

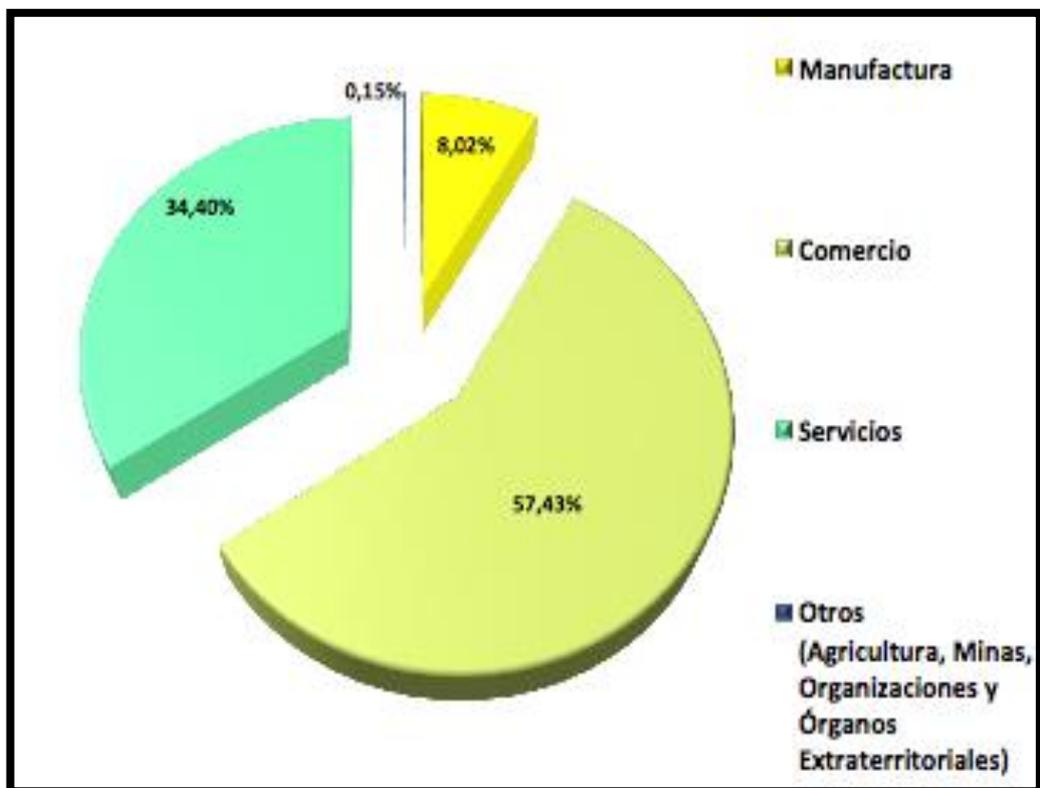
*Fuente:* INEC, 2010

- **Actividad comercial en el cantón**

En el cantón Guayaquil existen un total de 87 206 establecimientos comerciales, donde 6 691 actividades productivas corresponden al sector manufacturero; 50 083 actividades pertenecen al sector del comercio; y 30 003 pertenecen al sector

productivo de los servicios. El sector del comercio se destaca con un mayor número de establecimientos, alcanzando el 57,43 % del total de las actividades por sector productivo, donde la actividad que más sobresale es la del comercio al por menor, excepto el de vehículos automotores y motocicletas que posee un 86,02 %.

En la manufactura, la elaboración de productos alimenticios abarca al 28,53 %. La fabricación de productos elaborados en metal, excepto maquinaria y equipo representa el 19,29 %. En el sector comercial, los servicios de alimentos y bebidas representan el 26,49 %; otras actividades de servicios personales el 11,05 %; y, las telecomunicaciones el 9,69 %.



**Imagen 10.** Actividad comercial en el cantón

**Fuente:** INEC, 2010

Las actividades comerciales por sectores productivos en el área de los servicios representan el 34,40 % de los movimientos comerciales del cantón, y sobretodo repunta el servicio de alimento y bebida con un 26,49 %; las telecomunicaciones con el 9,69 % y las actividades de atención en la salud humana con 8,31 %. En el área comercial informal también existe una actividad interesante sobre todo en la elaboración de productos alimenticios y la fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo, seguidos de la fabricación de prendas de vestir y de muebles. Productos que satisfacen al mercado local e interprovincial.

- **Clima.**

El clima de Guayaquil es el resultado de la combinación de varios factores. Por su ubicación en plena zona ecuatorial, la ciudad tiene una temperatura cálida durante casi todo el año. No obstante, su proximidad al Océano Pacífico hace que las corrientes de Humboldt (fría) y de El Niño (cálida) marquen dos períodos climáticos bien diferenciados. Una temporada húmeda y lluviosa (período en el que ocurre el 97% de la precipitación anual) que se extiende enero a mayo (corresponde al verano austral); y la temporada seca que va desde junio a diciembre (que corresponde al invierno austral).

Debido a que se ubica en plena zona ecuatorial, la ciudad tiene temperaturas cálidas durante todo el año, aunque el calor más sofocante se ubica entre enero y mayo. Si bien en estos meses la temperatura real no es muy alta, la humedad hace que la sensación térmica se eleve hacia los 40° o más.

Temp. máx. abs. (°C)	37.2	35.4	37.3	35.8	35.2	35.0	34.1	34.7	34.4	35.1	35.4	36.7	37.3
Temp. máx. media (°C)	31.2	31.2	32.2	32.0	31.2	29.8	29.1	29.7	30.5	30.2	31.1	31.8	30.8
Temp. media (°C)	27.1	27.3	28.0	27.8	26.9	25.7	25.0	25.2	25.5	25.6	26.2	27.1	26.5
Temp. mín. media (°C)	23.0	23.4	23.7	23.5	22.6	21.5	20.8	20.7	20.5	20.9	21.3	22.4	22.0
Temp. mín. abs. (°C)	20.0	15.8	19.9	19.4	18.5	17.6	17.0	17.2	17.2	17.8	17.0	18.0	15.8
Precipitación total (mm)	200.7	332.0	315.7	207.2	62.6	34.0	15.6	1.2	1.5	5.6	29.1	68.0	1273.2
Días de precipitaciones (≥ 1.0 mm)	19	22	21	17	10	5	3	2	2	3	4	9	117
Horas de sol	102.3	101.7	139.5	150.0	167.4	123.0	127.1	133.3	144.0	136.4	120.0	136.4	1581.1
Humedad relativa (%)	76	81	80	79	78	77	76	75	74	73	72	70	75.9

*Imagen 11.* Parámetros climáticos promedio Guayaquil - parroquia Tarqui.

*Fuente:* World Meteorological Organization, 2017.

#### 2.1.4.1. La sensibilidad al cambio climático de las parroquias de Guayaquil

Según una investigación realizada por la CAF (Banco de Desarrollo de América Latina) (2017), las parroquias de Guayaquil que son más sensibles al cambio climático son: Pascuales, Febres Cordero y García Moreno. En este informe se presenta que la parroquia Pascuales tiene la más alta tasa de pobreza con un 28,5 %, siendo la tasa media de 13,9%; además el tercio de ésta población depende de actividades agropecuarias; otra causa de su sensibilidad es que tiene un centro de salud por cada 20335 habitantes, y por último el servicio de alcantarillado es de un 40%, la más baja de todas las parroquias.

La deforestación en esta parroquia (17% de superficie deforestada de 1990 a 2014), es la más importante de todas a las que se les aplica dicho indicador. Además, Pascuales es la parroquia con mayor número de sectores con vivienda precaria (8), si se excluye el sector de Monte Sinaí (21 sectores con vivienda precaria), situado en el área de expansión urbana.

Las parroquias de Febres Cordero y Letamendi presentan muy altas densidades de población (24 175 habitantes/km<sup>2</sup> y 28 302 habitantes/km<sup>2</sup>, respectivamente) y de impermeabilización de suelos (100%), con tasas de pobreza superiores a la media (23,25% y 20,25%, respectivamente) y bajas tasas de acceso a servicios de salud (1 centro de salud para cada 20 250 habitantes en Febres Cordero y 1 centro de salud por cada 19 188 habitantes en Letamendi). García Moreno presenta condiciones similares (densidad poblacional de 23 487 habitantes/km<sup>2</sup>, tasa de impermeabilización de suelos del 100% y 1 centro de salud por cada 16 676 habitantes) exceptuando las relativas a la tasa de pobreza que es en esta parroquia 50% más baja que en las dos primeras.

Cabe señalar el caso particular del área de expansión urbana y en especial Monte Sinaí, que es el sector más sensible a los impactos previstos del cambio climático, presentando los peores valores de sensibilidad, exceptuando los de densidad poblacional y densidad urbana. Así pues, el análisis de los indicadores de sensibilidad, muestra tres tipos de áreas sensibles dentro de la zona de estudio:

Las parroquias del núcleo urbano de Guayaquil (9 de octubre, Ayacucho, Bolívar, Carbo, García Moreno, Letamendi, Olmedo, Rocafuerte, Sucre y Urdaneta) cuyo grado de sensibilidad reside principalmente en su alto grado de densidad poblacional y de impermeabilización de suelos, lo que, añadido a su alto grado de exposición a las inundaciones, las hace muy vulnerables a efectos previstos del cambio climático.

Las parroquias en el límite del área urbana, como Pascuales y Febres Cordero, en las que la sensibilidad viene dada igualmente por otros elementos. Así, a condiciones de alta densidad poblacional y urbana, en el caso de Febres Cordero, se le añaden otros factores de orden social y económico tales como tasas de pobreza superiores a la media, menor cobertura de servicios de salud, grados de conexión a servicios de saneamiento (alcantarillado) con posibilidades de mejora y presencia de sectores con vivienda precaria.

El área de expansión urbana, incluyendo el sector Monte Sinaí, que presenta los peores valores de sensibilidad socioeconómica y ambiental, encontrándose además en

un limbo administrativo y jurídico que no hace sino agravar su situación de sensibilidad frente a los impactos del cambio climático.

#### **2.1.4.2. Resultados del análisis de la exposición de las parroquias de Guayaquil al cambio climático**

En total se han analizado 14 indicadores de exposición para las parroquias de la ciudad de Guayaquil:

1. Aumento del nivel del mar
2. Evolución de las temperaturas en un contexto de cambio climático
3. Evolución de las precipitaciones en un contexto de cambio climático
4. Evolución en la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos
5. Riesgo de inundación
6. Riesgo de deslizamiento de tierra
7. Incendios forestales
8. Previsión de pérdidas económicas asociadas con el cambio climático (inundaciones)
9. Víctimas por eventos climáticos extremos
10. Presencia de hot spots en zonas inundables - industrias / aeropuerto
11. Presencia de hot spots en zonas inundables - centros comerciales
12. Presencia de hot spots en zonas inundables - complejos educacionales
13. Presencia de hot spots en zonas inundables – centros de salud
14. Presencia de áreas de gran densidad urbana en zonas a riesgo de inundación

Los cuatro primeros indicadores informan sobre las previsiones de cambio climático y sus impactos socioeconómicos sobre la ciudad de Guayaquil. Los modelos climáticos prevén para Guayaquil un aumento de las temperaturas medias de entre 2°C a 3°C entre 2020 y 2099, un aumento de las precipitaciones durante los meses de diciembre a febrero y de marzo a mayo de entre 3% a 5%, así como un aumento en la variabilidad y la incidencia de eventos climáticos extremos tales como sequías, inundaciones y episodios de lluvias intensas. También se espera un aumento de los niveles de escorrentía que afectarían a zonas que ya presentan susceptibilidad a la inundación y a deslizamientos de tierra.

En cuanto al aumento del nivel del mar, al no existir previsiones concretas para la ciudad de Guayaquil, se tomaron en cuenta los valores siguientes:

El aumento medio global del nivel del mar en un contexto de cambio climático sería de entre 26 cm y de 30 cm (Reguero, 2015).

Hallegate (2013) utilizó tres escenarios para evaluar las pérdidas económicas asociadas al cambio climático en las principales ciudades costeras del mundo: aumento nulo (0 cm), aumento medio (20 cm) y aumento máximo (40 cm).

La Primera Comunicación Nacional de la República del Ecuador en el Marco de la UNFCCC (2009) basa su análisis de vulnerabilidad de la zona costera del Ecuador sobre tres escenarios de aumento del nivel del mar: aumento nulo (0 cm), aumento medio (30 cm) y aumento máximo (100 cm).

Sin embargo, según Nieto et al (2002), el nivel medio del mar en la costa ecuatoriana, no responde a las estimaciones de incremento y parece presentar un comportamiento cíclico con periodos decadales.

Las inundaciones constituyen a todas luces el mayor impacto del cambio climático previsto para la ciudad de Guayaquil, con sus parroquias urbanas presentando en una gran parte, o incluso en la totalidad de su superficie, riesgos altos de inundación. Desde 2012 a 2015 se contabilizaron un total de 79 inundaciones en la ciudad de Guayaquil. Las inundaciones en Guayaquil son generalmente ocasionadas por episodios de lluvias intensas en periodos de marea alta que son agravados por la falta de capacidad de descarga o amortiguamiento de los sistemas de drenaje local, la impermeabilización de los suelos debido a la ocupación urbana y la falta de control del efecto de remanso desde aguas abajo.

El aumento del nivel del mar previsto no hará sino empeorar esta situación. Según Hallegate (2013) Guayaquil es la cuarta ciudad costera del mundo que mayores pérdidas económicas tendría en un contexto de cambio climático debido a las inundaciones y evalúa dichas pérdidas a 3 mil millones de dólares americanos para 2050, si ninguna acción es tomada para evitarlo. La Primera Comunicación Nacional de la República del Ecuador en el Marco de la UNFCCC cita a la cuenca baja del río Guayas, donde se sitúa la ciudad de Guayaquil, como la zona del Ecuador más afectada por un aumento del nivel del mar en un contexto de cambio climático.

Impactos tales como la intrusión de agua salada en los acuíferos de agua dulce (ríos Daule y Babahoyo en Guayaquil), y pérdidas en la línea de costa, engendrarían pérdidas económicas importantes y pondrían en peligro a la población que habita en la zona costera. El desborde de los ríos por efecto de las precipitaciones podría ocasionar pérdidas de superficie apta para el cultivo del banano, el arroz y la caña de azúcar y de sus infraestructuras de apoyo. El área ocupada por el manglar podría reducirse por este

mismo efecto. La industria camaronera también podría verse afectada, así como el turismo y las actividades industriales y de transporte.

Las inundaciones son igualmente los fenómenos climáticos que más víctimas mortales han acarreado. En el periodo de 2010 a 2015 fallecieron en Guayaquil y más concretamente en la parroquia de Tarqui, un total de 5 personas, víctimas de las inundaciones. Dos otras personas fallecieron durante ese mismo periodo y en esa misma parroquia como resultado de deslizamientos de tierra tras episodios de lluvias intensas y otras dos murieron a causa de incendios forestales.

#### **2.1.5. Referencias de tesis nacionales y extranjeras.**

Fajardo Velasco, Luis (Ecuador, 2005 en su tesis titulada “*Desempeño costo-beneficio de dos sistemas pasivos de climatización en cubiertas para clima cálido sub-húmedo*” expone los resultados obtenidos al utilizar una cubierta vegetal de pasto (*Stenotaphrum secundatum*) y otra utilizando una enredadera (*Parthenocissus quinquefolia*) sobre módulos con una cubierta plana, la cubierta de pasto tuvo un desempeño favorable obteniéndose un amortiguamiento en la temperatura de globo de 4.8°C, pero en cuanto a la cubierta con enredadera, el autor reconoce que los resultados no son confiables puesto que la planta no es de desarrollo horizontal y no hubo desempeño adecuado durante la experimentación; la disminución en la temperatura de globo fue de solo 1.36°C.

Arias Cruz, Arq. Andrea Carolina (Ecuador, 2014) en su trabajo de tesis “*Diseño De Cubiertas Ajardinadas En Espacios Comerciales*”, refiere que: Los parques y jardines expresan naturalmente percepciones agradables capaces de generar emociones en el ser humano. Un diseño armónico se crea con la incorporación de vegetación propia del paisaje. Muchos de los beneficios se dan por contribuir a otras especies, ya que esto atrae a pájaros e insectos que ayudan a crear un pequeño ecosistema, que es otro aspecto que hay que valorar ya que provoca una experiencia sensorial placentera.

El color es una herramienta fundamental del paisaje, en donde los matices naturales forman una relación visual con todo lo que nos rodea. De allí la importancia del uso de estos beneficios como la calidad psíquica en los colores, su sensación térmica y otros beneficios como su acústica. Las áreas verdes y los parques urbanos son el punto de referencia del urbanismo en la ciudad dándonos una sensación de paz, relajación y felicidad.

El trabajo de Alcántara Lomelí, Armando (México, 2015 según Gonzalez y Amador 2015) titulado “*Eficiencia térmica de una vivienda de interés social con adecuación climática*”; él hace un análisis y evaluación del comportamiento térmico de un conjunto de adecuaciones bioclimáticas para una vivienda de interés social, además de un análisis térmico entre una vivienda convencional y la que sufrió las adecuaciones. Se mejoró la ventilación y redujo la ganancia de calor por medio de vegetación. En este trabajo se monitoreo por un periodo de tres meses (enero a marzo), alcanzándose una disminución en la temperatura respecto de un testigo de 1.1°C en enero, 1.7°C en febrero y 0.5°C en marzo.

De Rhodes Valbuena, Ecol. Mateo (Colombia, 2012 según Mendoza Chamorro, 2017) para su trabajo de tesis: “*Implementación De Un Modelo De Techo Verde*” comenta que: La regulación de temperatura se da por medio de la evaporación de agua, la fotosíntesis y la capacidad de almacenar calor de su propia agua, que la planta extrae el calor de su ambiente es decir la planta absorbe calor del ambiente para utilizarla en forma de energía para la fotosíntesis, evapotranspiración y otros procesos fisiológicos. Otras causas por la cual los techos verdes moderan la temperatura puede ser por el efecto de “colchón de aire” encerrado, que actúa como capa aislante térmica directamente proporcional al tamaño.

#### **2.1.6. Modelos análogos.**

##### **Análisis de casos extranjeros.**

- **Colombia.**

En Bogotá, la terraza de la nueva sede de la Secretaria Distrital del Medio Ambiente fue el primer edificio oficial en incursionar aplicando una cubierta ajardinada de 1300 m<sup>2</sup>, en vez de aplicar tejas de zinc o tener una losa sin función. Está cubierta fue adecuada técnicamente para que en los 1300 m<sup>2</sup> crezcan. 30000 plantas pequeñas, de especies como calanchoes y orquídeas. La edificación cuenta también un sistema de recirculación de aguas lluvias, que son captadas en la terraza, conducidas a un tanque que se encuentra en el sótano y de allí se bombean para riego de las plantas y para las baterías sanitarias.



**Imagen 12.** - Terrazas de la Secretaria Distrital del Medio Ambiente, foto 1.  
**Fuente:** Metro cuadrado, Argentina 2005.



**Imagen 13.** - Terrazas de la Secretaria Distrital del Medio Ambiente, foto 2.  
**Fuente:** Metro cuadrado, Argentina 2005.



**Imagen 14.** - Terrazas de la Secretaria Distrital del Medio Ambiente, foto 3.  
**Fuente:** Metro cuadrado, Argentina 2005.

- **México.**

Un hospital, un jardín de infantes y una oficina del gobierno de la capital de México han experimentado en los últimos dos años con la instalación de azoteas verdes. Ahora trabajadores y usuarios gozan de los beneficios. Se instaló el primer techo verde en el Hospital Belisario Domínguez, en la delegación del municipio de

Iztapalapa. El techo verde de este hospital de tres pisos está dividido en dos: la más grande se ubica en el primero y la pequeña en el tercero.

El director del Hospital en una entrevista al periódico La Nación mencionó que "el tener contacto visual con un área verde ayuda a la recuperación de los pacientes y también los trabajadores disfrutan del espacio". La azotea mide 1000 m<sup>2</sup>, una décima parte de la superficie del hospital, la cual es convertida en un espacio verde con mariposas y pájaros contrastando con el denso tráfico vehicular y el cemento de los alrededores.



*Imagen 15.* - Hospital Belisario Domínguez.

*Fuente:* Metro cuadrado, México 2006.

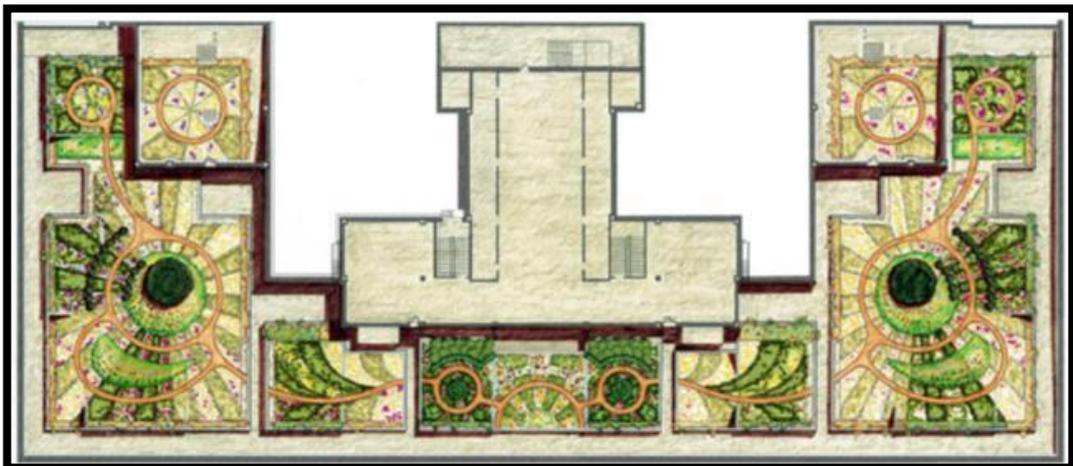
- **Estados Unidos**

El Chicago City Hall es un edificio histórico que alberga al gobierno de la ciudad y fue uno de los primeros techos verdes construidos en Illinois, en 2001. Su instalación allí tuvo como principal objetivo abrir a la población una vía de acercamiento directo a los beneficios de este tipo de cubierta, que tiene favorables efectos como regulador térmico. Cuando la lluvia cae en un techo convencional, resbala por los acantilados artificiales de la ciudad hacia los desagües pluviales donde

no se absorbe ni se filtra. En contraste de un techo verde el cual absorbe y filtra agua, lo que contribuye a reducir el riesgo de desbordamiento de las alcantarillas.



**Imagen 16.** - Chichago City Hall.  
**Fuente:** Ecointeligencia, USA, 2006.



**Imagen 17.** - Chichago City Hall.- Plano de planta  
**Fuente:** Ecointeligencia, USA, 2006.

### 2.1.6.2. Modelos Análogos

- **Cubierta Ministerio del Medio Ambiente**

Este fue uno de los pioneros en realizar un proyecto piloto de techos verdes en el Ecuador. Santiago Jácome, de Chova junto a Henry Abad, de Pilvisa fueron los que ayudaron a que este proyecto sea posible, en un espacio de 250m<sup>2</sup>. En el Ministerio del Ambiente se diseñó una zona de recreación, en la que se incorporaron además de césped, una gran jardinería en donde se ubican especies medicinales y aromáticas como hierbabuena, menta, cedrón y manzanilla.



*Imagen 18.* Terraza Ministerio del Medio Ambiente.

*Fuente:* Chova del Ecuador, 2014

El césped, al igual que las flores, se cultivó en viveros y luego se trasplantaron a la terraza. Se optó por flores de bajo fuste, ya que son las ideales para este tipo de lugares. Las plantas aparte de ser medicinales, también ayudan a perfumar el ambiente y alejar a varias especies de insectos. Se instaló un sistema de riego interno, con mangueras empotradas en el suelo, el cual está automatizado, ya que se maneja desde una PC. Y sobre este sistema las plantas fueron sembradas sobre un sustrato orgánico de 12 cm.

- **Edificio Matriz EMAAP Quito**

La terraza del edificio matriz de la EMAAP se usó para implementar un techo verde. Este proyecto se realizó en el año 2011. Donde el diseño del proyecto fue contratado, pero estuvo fiscalizada por el Arq. Vinicio Naranjo, encargado del Departamento de Arquitectura de la EMMAP. El primer paso fue obra civil, ya que había que realizar las pendientes hacia los nuevos sumideros que se crearon y lograr que la impermeabilización sea más efectiva.

Para la impermeabilización se utilizó una primera capa de imprimante asfáltico, una especie de brea que está compuesta por resinas, minerales y aditivos, sobre toda la

superficie de la loza, después se aplicó el sellamiento de puntas especiales polibrea, que viene a aplicarse en los lugares de mayor riesgo de filtración como los sumideros de agua, luego se pone una banda de refuerzo alrededor de toda la terraza en la unión loza-antepecho que es de 20 a 30cm aproximadamente.

Luego de esto se aplica una membrana bicapa a medida de traslape y para finalizar una capa de drenaje tipo tela, para que el agua se pueda filtrar. Esta terraza tiene una implementación completa es decir un sistema hidrosanitario, un sistema de impermeabilización y sistema de plantas. El valor total de la obra fue de 14.039,00 dólares en un área aproximada de 520m<sup>2</sup>. A futuro se piensa construir un aula para capacitaciones en un extremo de la terraza.



**Imagen 19.** Terraza EMAAP Quito  
**Elaborado por:** Zambrano Wilson.

- **Centro Comercial Scala**

Está ubicado en el valle de Cumbayá, aquí los Arquitectos decidieron implementar jardines verticales en la fachada principal y en el jardín interno. Las paredes a tratarse no fueron impermeabilizadas, ya que el sistema utilizado en este caso es diferente. El jardín es independiente de la pared, lo que quiere decir que existe una cámara de aire entre la pared y el jardín de 5 cm, con una estructura de aluminio y sobre la estructura hay una lámina de pvc de 5mm, en donde las uniones del pvc esta aplicada una cinta que se pega por medio de calor.



*Imagen 20.* Centro Comercial Scala.  
*Elaborado por:* Zambrano Wilson.

Este jardín forma parte de una franquicia española, que ha implementado todo el sistema y los materiales según las normas establecidas por la empresa para que funcione y no pierda la garantía del jardín vertical. La empresa encargada de ayudar con la construcción del jardín es GreenStar, la cual es especialista en jardines

verticales, lo que ellos llaman paisajismo urbano español. Estas paredes tienen un diseño orgánico ya que la disposición de las distintas flores y plantas empleadas estratégicamente hacen parecer formas onduladas.

## **2.2. Marco Conceptual**

### **¿Qué son las cubiertas las cubiertas ecológicas?**

Son aquellas superficies techadas que integran elementos vegetales en su diseño.

#### **2.2.1. Tipos de cubiertas verdes.**

Las cubiertas vegetales pueden dividirse en dos grupos, diferenciadas por el espesor total del elemento; esta condición se identifica como intensiva y extensivas. Los techos verdes intensivos requieren poco mantenimiento, el grosor del suelo es de 76mm mínimo y 120 mm máximo, la vegetación a usar son herbáceas, musgos y plantas de tipo Sedum. Poseen menos biomasa que las cubiertas extensivas y son ideales para adaptarlas en edificaciones construidas, por lo que no supone una carga importante en la estructura (Yáñez 2016).

Esta tipología de recubrimiento se las puede adaptar en cubiertas inclinadas, sin descuidar los aspectos relevantes al correcto drenaje; además se debe asegurar su mantenimiento una vez al año. A diferencia de los recubrimientos verdes intensivos, las extensivas necesitan un mantenimiento regular, debido a que se pueden llegar a diseñar jardines en las terrazas de las edificaciones; el grosor del suelo es como mínimo de 152mm, y necesita mucha más materia orgánica que el otro tipo de azotea verde (Yáñez 2016).

Otra característica de las cubiertas verdes extensivas son las que tienen grandes variedades de plantas, entre éstas están los arbustos y árboles pequeños; por esta razón se proponen estos elementos para edificaciones nuevas, en donde se consideren su peso neto en el diseño estructural, ya que pueden llegar a un espesor de 400mm ó 600 mm, en los que soportarían desde cultivos de vegetales hasta árboles (Yáñez 2016).

#### **Clasificación de jardines sobre techo.**

Para realizar un diseño de jardín en una cubierta, se debe considerar la siguiente clasificación:

Inaccesibles: en este tipo de jardín sobre azoteas se utilizan sólo para visualizarlas, no para caminar entre ellas, funcionan como un elemento adicional a la cubierta tradicional, ya sea en pendiente o plana, se puede realizar un plan de mantenimiento una vez al año, además disponen de flores, pastos dentro de una capa fina de sustrato (Camacho 2015).

Accesibles: Estas cubiertas son jardines transitables, y por esta razón se manejan bajo normas y ordenanzas de construcción de cada localidad; de manera general se aplican en superficies planas con vegetaciones contenidas en modo carpeta, como los maceteros. Para éste se debe considerar las cargas totales de las distintas capas, además del público que la visitará, y demás elementos necesarios para su funcionalidad, lo que incluye un costo más elevado que los techos verdes inaccesibles (Camacho 2015).

- **Factores importantes a considerar en la construcción de un jardín sobre techo.**

La **carga** es un factor importante al diseñar una cubierta verde, ya que de esto depende la posibilidad de adaptar este elemento en edificaciones antiguas o nuevas; al verificar con profesionales los espesores totales de las capas y las sujeciones generales, también se debe ejercer comparaciones en cuanto a los soportes de estructura de cubierta y de la construcción en general. Un dato necesario a considerar es el peso de la tierra mojada, que puede llegar a  $1600\text{kg/m}^3$ , es decir que, si se considera  $200\text{kg/m}^2$ , se puede disponer de una capa de 12cm de espesor de tierra negra, apto para raíces de poca dimensión, como césped o especies herbáceas.

La mayoría de las plantas, excepto árboles y arbustos en general, no necesitan de 30cm de tierra para su desarrollo y, además, no es necesario el uso de tierra pura ya que ésta se puede aligerar con otros sustratos orgánicos e inorgánicos - composta, perlita, mulch y otros. Aun cuando sobre el techo sólo se pueda adicionar una carga muy ligera, las cargas de mayor peso se pueden distribuir sobre columnas y trabes.

**Tipo de techo.** En teoría, un jardín se puede construir sobre cualquier tipo de techo. Con pendiente o curvo, éste puede soportar una capa de césped o de flores silvestres. Una de las preguntas que uno podría hacerse en techos con pendiente es cómo lograr que el suelo no se lave mientras se espera a que las raíces de las plantas se desarrollen y lo afirmen. Una de las alternativas es el uso de césped en rollo y, si fuera en semilla, sembrando alguna semilla de rápido crecimiento que en poco tiempo fije al sustrato.

Dependiendo del uso que se le va a dar al jardín y de la facilidad de acceso al techo será la plantación a realizar.

**Drenajes.** Los drenajes del techo deben estar siempre limpios y nunca quedar obstruidos por material orgánico. Una alternativa es colocar un anillo de grava y tela filtrante alrededor de las zonas de drenaje y asegurar que los contenedores o maceteros no están ubicados justo en la línea de flujo del agua de lluvia. Generalmente, la capa de tela filtrante se extiende sobre toda la superficie del techo para evitar este problema.

**Aislamiento.** Un jardín sobre el techo no aumenta el riesgo de filtración de agua por ruptura de la membrana aislante en aquellas cubiertas verdes que la tengan, sin embargo, pueden surgir algunos problemas:

- Se debe evitar la ruptura de la membrana durante las tareas de mantenimiento al emplear palas o herramientas punzantes.
- Si el sistema de drenaje de un techo se obstruyera por arena, tierra o restos de plantas, el agua quedaría retenida por largos períodos de tiempo pudiendo producir alguna ruptura en la membrana o colarse por las uniones.
- Se debe asegurar que los drenajes se encuentren correctamente protegidos con materiales filtrantes. Algunos sistemas de construcción de jardines sobre techos utilizados en Europa y Estados Unidos, especialmente en zonas áridas y mediterráneas, están diseñados para retener agua.
- Ciertos fertilizantes y/o composta pueden tener compuestos químicos inorgánicos u orgánicos que perjudican la membrana aislante. En ese caso la plantación debe realizarse en contenedores aislados de la membrana mediante una capa de tela filtrante o sobre bandejas flotantes separadas del techo. También se debe tener en cuenta la compatibilidad de los recubrimientos aislantes con el medio de crecimiento. La pintura asfáltica o bituminosa es atacada por microorganismos y plantas y por lo tanto está sujeta a penetración y ruptura por raíces.

### **Aprovechamiento de agua de lluvia**

La construcción de terrazas, la plantación y las diferentes texturas frenan el agua, las pendientes deben ser graduales, el flujo del agua debe dirigirse hacia las zonas de plantación para su aprovechamiento y no directamente hacia los drenajes excepto por

razones de limitación en el peso. También es útil retener y acopiar agua de lluvia en algún recipiente o cisterna para riego posterior si la carga lo permitiera.

Del mismo modo que un techo se construye en capas, el jardín sobre éste también. Así como cualquier falla en los materiales de un techo perjudica al edificio, cualquier error en el mantenimiento del jardín perjudicará al techo y por ende al edificio.

Una cubierta verde puede estar compuesta de las siguientes capas:

1. Plantación
2. *Mulch* para evitar el crecimiento de malezas
3. Capa de medio de crecimiento o sustrato
4. Capa de tela filtrante para evitar que el sustrato tapone la capa de drenaje
5. Capa de drenaje
6. Capa de tela filtrante para evitar que las raíces penetren en la membrana aislante.
7. Membrana aislante
8. Losa

Después de cinco años los techos planos pueden sufrir daños y requerir reparación para evitar filtraciones; por lo tanto, la plantación y todas sus capas subyacentes deben colocarse en una zona de fácil acceso previniendo su posible remoción (una alternativa es el empleo de contenedores móviles). Particularmente en Europa, la construcción de jardines sobre techos ha alcanzado un gran avance tecnológico. Cada capa posee subsistemas que incorporan características específicas (retención de agua, mayor aislamiento, estabilidad dimensional, medio de crecimiento selectivo) que permiten un mejor aprovechamiento del sistema.

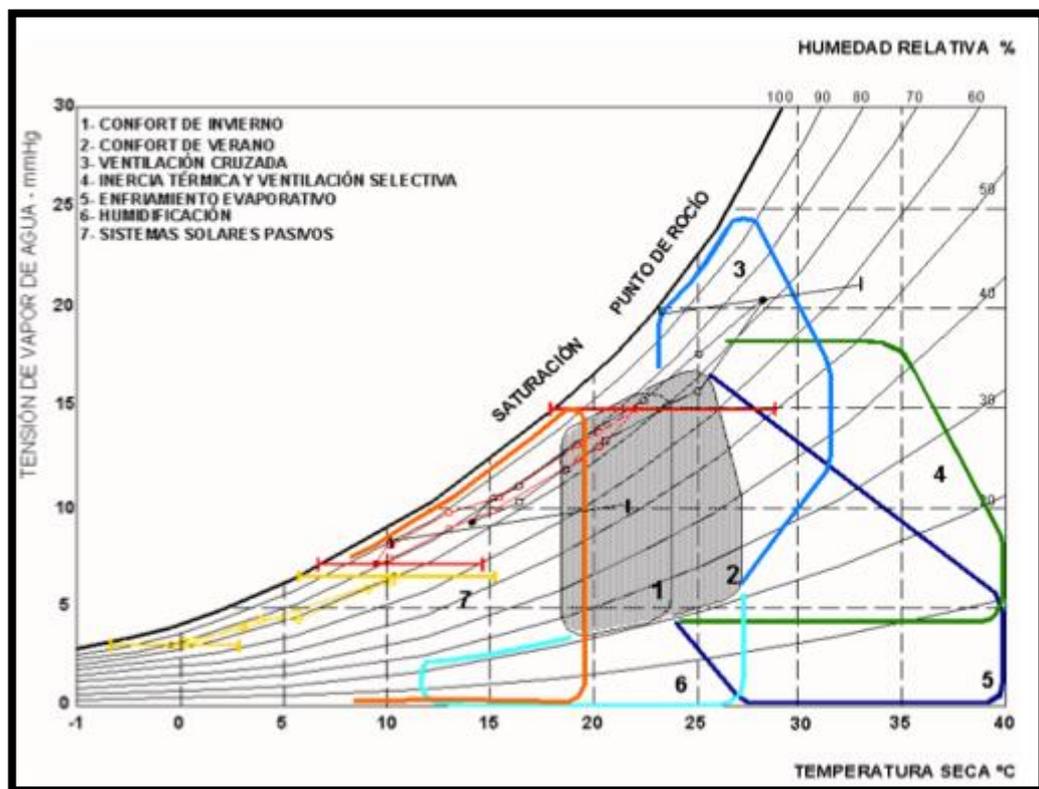
**Orientación.** Una vez evaluados la orientación, la dirección de los vientos más fuertes y las sombras proyectadas, la zona de plantación del jardín puede ocupar todo o parte del techo. La ubicación preferencial para aprovechar la mayor cantidad de horas luz es la misma que la de un jardín a nivel del suelo.

**Plantación.** Un techo posee un micro clima específico. El viento, la lluvia, el exceso de sol, la contaminación ambiental, la altura del edificio, las sombras que se proyectan desde otros edificios, la profundidad limitada del suelo son factores determinantes en la selección de las plantas. Las condiciones climáticas en un techo

son casi siempre extremas, demasiado sol, a veces mucho viento, gran oscilación térmica diaria y estacional. Estos efectos se pueden atemperar empleando contenedores que retengan la humedad; mediante el uso de *mulch* en la superficie del medio de crecimiento.

### Sistemas de enfriamiento pasivos

De acuerdo con Givoni Bruch (1994), en su diagrama bioclimático para edificios “*Building Bioclimatic Chart*”, después de la crisis energética de los 70’s surge el interés por investigar formas de climatización que no utilizaran energía convencional. Las primeras investigaciones se hicieron a cerca del calentamiento pasivo y alrededor de 1978, las investigaciones empiezan a centrarse en el enfriamiento pasivo; aunque éste constituye una práctica muy antigua y parte fundamental de muchas culturas.



**Imagen 21.** Diagrama bioclimático para edificios de Givoni Bruch

**Fuente:** Commons.wikimwdia, 2007

Estos sistemas no necesitan la utilización de energía eléctrica o la de combustibles fósiles para transferir el calor de un edificio o persona a un depósito o absorbedor ambiental; son los sistemas de enfriamiento tradicionales que constituían un factor importante del diseño arquitectónico en climas cálidos hasta antes de que la electricidad se economice. El intercambio de energía térmica entre el ambiente y los

edificios se da naturalmente, cuando el hombre intenta controlar estos procesos para lograr un bienestar termo-fisiológico al interior de los edificios, denominada por Szkolay (1997), “tarea de control”, utiliza tecnología de climatización pasiva o activa. (Serrano, 2016).

El término pasivo, se aplica a aquellos sistemas que se caracterizan por su nula dependencia a energéticos convencionales (combustibles fósiles y electricidad) pero si utiliza otras formas de energía para su funcionamiento. Es decir, en el caso del enfriamiento pasivo, el sistema requiere de energía para funcionar, pero ésta no es de fuentes convencionales, tal y como lo explica Givoni (1994 según Piñeiro, 2015). La aplicación de estos sistemas en la arquitectura contribuye al ahorro y uso eficiente de los recursos no renovables, lo que explica que a principios de los años setenta, cuando se planteó la urgente necesidad de construir edificios energéticamente eficientes por efecto de la crisis energética, se profundizó en su estudio y aplicación para solucionar los problemas de consumo de energía. El sistema de enfriamiento y su control de operaciones pueden estar incorporados en la construcción y organización del edificio (jerarquía de distribución espacial en respuesta a la tendencia del flujo de energía). (Guerra, 2014)

La idea tradicional de climatización con medios activos, donde para lograr mantener el bienestar termo-fisiológico es necesario el aislamiento térmico del ambiente exterior. El enfriamiento por medio de sistemas pasivos involucra la descarga de energía con las partes más frías del medio ambiente (depósitos o sumideros naturales), buscando que ese flujo de energía se dé por mecanismos naturales. (Piñeiro, 2015)

### **2.2.2. Soluciones pasivas en cubiertas para climatización en climas cálidos y húmedos.**

#### ***La envolvente.***

En la antigüedad ya se hablaba del uso del sol, como uno de los principios de diseño de las edificaciones. Lo dice Vitrubio (1955), refiriéndose exclusivamente a las condiciones de orientación de las construcciones. Además de disponer los espacios de acuerdo a la relación entre el soleamiento y las actividades. Tiempo después, en las Cartas de Atenas, se postula que el sol, el verdor, el espacio, son las tres materias

primas del urbanismo. En el rubro de las viviendas, se hace énfasis en el aprovechamiento del sol para fines higiénicos.

Este documento se difundió y acató ampliamente en América Latina, donde obviamente las condiciones no responden a estos principios de diseño del clima y cultura europea. En esta región latina dice (Tudela 1982) "...es de especial importancia la protección contra la radiación solar directa, por eso resulta irracional la adopción de materiales como el vidrio, para la edificación. Y aunque el actual modelo económico ha promovido el intercambio cultural, social, y tecnológico-arquitectónico, los nuevos conocimientos y tecnologías deberían ser adaptados, por lo menos en arquitectura, a los requerimientos locales (climáticos y culturales), y no solo como reflejo de un estilo o moda arquitectónica.

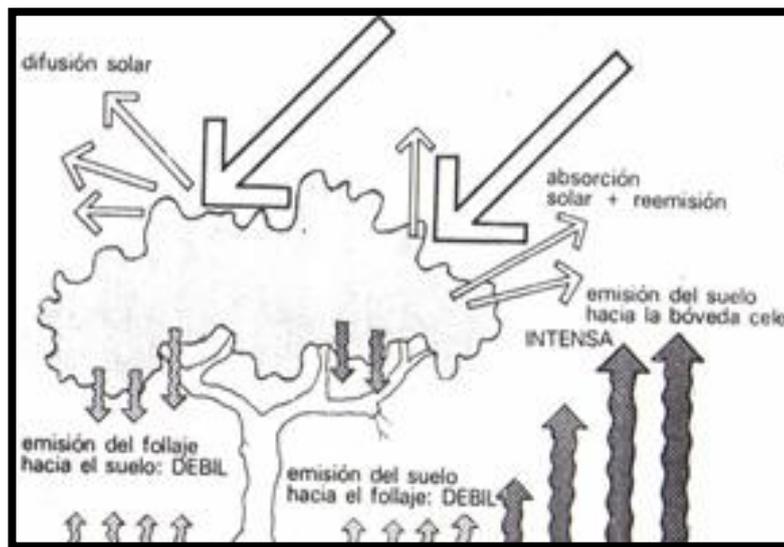
Particularmente se deben considerar los materiales por sus propiedades termo físicas; pero también los modelos y esquemas arquitectónicos regionales, que han sido probados empíricamente y adoptados por la cultura local..." En la actualidad, el acervo bioclimático indica que la exposición al sol de los elementos que forman la envolvente repercute en el proceso de intercambio de calor entre el ambiente interior y exterior.

Givoni (1972), divide en dos el efecto de la radiación con respecto a las temperaturas internas: el calentamiento causado por la radiación que penetra por áreas vidriadas y áreas abiertas y el efecto de las temperaturas en las superficies externas, muros y techos, que calientan el interior. De manera que si se toma en cuenta que la cubierta es el elemento expuesto más horas a la radiación solar y para estas regiones, los requerimientos indican proteger de radiación directa la mayor parte del año, una adecuación del elemento cubierta, se vuelve muy importante para controlar las condiciones climáticas de los espacios interiores.

### ***La vegetación como sistema de enfriamiento. Efectos de la sombra producida por los árboles y la vegetación.***

La antigua costumbre de rodear la casa con árboles, va mucho más allá del simple deseo de disfrutar la belleza de la naturaleza. Los árboles contribuyen al mejoramiento del entorno inmediato, pues si tienen una densa vegetación reducen efectivamente el ruido. Las hojas captan el polvo y filtran el aire, la vegetación proporciona privacidad visual y disminuye los efectos del deslumbramiento. Una de las principales ventajas de los árboles es su efecto térmico.

Durante el invierno las pantallas formadas por arbolado perenne reducen las pérdidas de calor de los edificios e impiden la acumulación de nieve y, en verano, la superficie del césped y las hojas absorben la radiación, y su proceso de evaporación puede enfriar la temperatura del aire. Pero por encima de todo, los árboles nos brindan una generosa sombra en la estación adecuada, por lo que los árboles de hojas caducas son especialmente apreciados cuando estos se encuentran rodeando un edificio. Las enredaderas constituyen otro elemento de control solar de calor, refrescando el aire a través de la evaporación y proporcionando sombra (Torres ,2017).



**Imagen 22** Efecto de la dosificación de radiaciones de gran longitud de onda por la vegetación.  
**Fuente:** Guyot, 1980.

Otros efectos que resultan muy atenuados por la luz difusa que es facilitada por la presencia de una cubierta vegetal son el deslumbramiento y la reverberación. Además, las radiaciones absorbidas por suelos y fachadas son menores cuando la radiación directa se filtra. Por lo que en periodos de calor el calentamiento disminuye y se amortiguan las amplitudes. La dosificación dependerá por supuesto de las especies elegidas. En cuanto a la disminución de ruidos por el uso de vegetación, esto solo aplica cuando se trata de una franja de vegetación de varias decenas de metros.

Su relevancia radica en una corrección acústica en la que el ambiente sonoro La masa foliar vegetativa influye en la velocidad del viento, pues cuando fuertes vientos chocan contra ella, una parte del viento se filtra disminuyendo su velocidad y los fenómenos de remolino. Otro papel importante que juega la vegetación que resulta de mucho interés en las ciudades es el de limpiar el aire; que depende de la localización,

la extensión, su resistencia a los contaminantes, el periodo de vegetación y de la especie entre otros. Los contaminantes afectan los poros de los vegetales, ya sea disminuyendo el intercambio respiratorio o infiltrándose en el suelo acidificando los nutrientes.

Las condiciones meteorológicas locales y topográficas también influyen en la difusión de los contaminantes sobre la masa vegetal. La vegetación necesita de varias condiciones para poder cumplir una función microclimática en un plano térmico e higrotérmico. Una es que el elemento vegetal debe representar el 30% de la superficie urbanizada para que su efecto sea importante. Se necesita proporcionar agua y la elección de especies. La vegetación emite vapor de agua por el follaje, esto se debe a la evaporación del agua de lluvia, rocíos y a la transpiración fisiológica de las plantas. Puede existir una diferencia de entre 3.5°C. (Winkler 2016)



**Imagen 23** - Efecto de protección del viento fuerte.  
**Fuente:** Guyot, 1980:48

La vegetación puede ser utilizada como instrumento de climatización de un edificio en varias formas; ya sea rodeándolo con árboles y jardines, utilizando fachadas verdes o bien cubriendo el techo con vegetación (cubiertas verdes). La primera opción, aunque no es costosa tiene las desventajas de que se necesita mucho tiempo y espacio adicional para que los árboles se desarrollen y nos protejan; las enredaderas se utilizan como protección solar en muros y espacios semi abiertos como porches y pérgolas, su costo de instalación y mantenimiento es bajo y es actualmente una estrategia muy usada en la región.

Las cubiertas verdes por otro lado consisten en general de la cubierta, un medio fértil para crecer las plantas (sustrato) y la plantación. Aunque su costo de instalación es alto comparado con las dos anteriores, tiene las ventajas de que aumenta la vida útil

de la cubierta y el impermeabilizante al no estar expuesto directamente al sol, la inercia térmica es mayor y proporciona a los habitantes un espacio verde que de otra manera no tendrían.

### **2.3. Marco Legal.**

#### **2.3.1. Norma Ambiental NADF-013-RNAT-2007 que fue publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 24 de diciembre de 2008 (México)**

Según datos obtenidos en un portal de México, (Wordpress.com, 2011), donde se indican cuatro aspectos como requisitos para la instalación de una cubierta verde:

1. Estabilidad y resistencia mecánica: Las cuales deben ser analizadas en el cálculo estructural.
2. Impermeabilidad: El uso de materiales y productos que impidan el paso de la humedad al edificio portante de la cubierta verde.
3. Resistencia a la acción de las raíces sobre la estructura: Por el uso de materiales que impidan el desarrollo de las raíces hacia el interior de las estructuras.
4. Seguridad civil en maniobras: La creación de cubiertas seguras, que permitan un acceso seguro tanto para visitantes como para personal de mantenimiento.

#### **2.3.2. Norma Ecuatoriana de la Construcción, sobre Eficiencia Energética en edificios, NEC- 11**

##### **2.3.2.1. Conceptos básicos**

Las edificaciones nuevas así como las reformas o cambios de uso en edificaciones existentes implican una movilización de recursos y gastos de energía, tanto para la construcción como para el funcionamiento de las mismas. Así mismo, estas generan un impacto social sobre el medio circundante, alterando la forma de vida de las personas de los alrededores. En la planificación urbanística de las ciudades es de vital importancia estimar las implicaciones sobre la sociedad que causan las edificaciones. El impacto ambiental de un edificio es proporcional a la cantidad de recursos y emisiones que están relacionadas con las actividades y procesos que tienen lugar en el edificio durante su ciclo de vida.

En toda edificación nueva o reforma sustancial de una existente se debe realizar el diseño en base de los parámetros que se enumeran a continuación para obtener un mínimo de sostenibilidad de la construcción.

- Uso/consumo de energía (activa – pasiva)
- Uso/consumo de agua cuantitativamente como cualitativamente
- Uso del suelo con valor ecológico -social
- Uso/consumo de materiales escasos
- Emisiones atmosféricas y de otro tipo
- Impactos ambientales y de otro tipo
- Integración social económica y cultural

### **2.3.2.2.Estructuración de parámetros**

Debido a la influencia de la construcción en el ambiente se debe valorar los siguientes aspectos:

- Consideraciones energéticas de los edificios y sus instalaciones para cuantificar el consumo energético.
- Consideraciones de uso de productos nocivos para el ambiente y la salud de las personas.
- Consideraciones del uso de materiales y recursos naturales: agua, suelo, madera, etc.
- Consideraciones indirectas como la contaminación visual, ruidos, transporte, inclusión socio-cultural.

### **2.3.2.3.Entorno de la edificación**

- **Planteamientos urbanísticos**

Es importante para el buen desarrollo de la eficiencia energética en las edificaciones, que la urbanística de la ciudad, la población o el barrio tengan también un carácter sostenible por lo tanto es deseable que los entes de planificación tomen en consideración estos planteamientos.

Sin perjuicio de lo anterior, en los programas habitacionales y edificaciones futuras, sean estos públicos o privados, en su fase de diseño, se debe justificar técnicamente los siguientes aspectos.

- Diseño con criterio de ciudad compacta.

- Diseño de accesibilidad mediante movilidad sostenible.
- Consideración de la orientación que facilite el cumplimiento de los parámetros normativos de las edificaciones en cuanto a ganancia o protección solar y ventilación natural.
- Respeto e integración de áreas verdes utilizando vegetación autóctona.

- **Entorno**

En el diseño o reforma sustancial de una edificación se debe realizar un análisis del entorno social, cultural, geográfico, de vegetación, climatológico (vientos, precipitaciones, temperaturas, humedad relativa), patrimonial, histórico y ancestral sobre la pertinencia de la edificación en cuestión, respetando, además, las normas urbanísticas de uso de suelo y reglamentaciones u ordenanzas de construcción locales. Se debe justificar en este análisis las ventajas y desventajas que esta edificación acarrea a la población circundante.

- **Zonas climáticas**

Las zonas climáticas es una aproximación del posible entorno natural que encontrará el proyectista en el diseño de una edificación.

Con datos climatológicos propios el INAMHI ha desarrollado un mapa de isotermas del país que es recogido en esta normativa. El mapa del INAMHI divide al país en 12 zonas térmicas de acuerdo a la temperatura media anual registrada. Este mapa puede ser consultado en el Anexo 13.0.

Se ha agrupado al país en seis zonas térmicas de acuerdo al mapa proporcionado por el INHAMI. Los rangos de temperatura para estas zonas térmicas se los puede observar en la Tabla 13.1 y los lugares en el mapa del Anexo 13.0.

Además, el clima puede variar localmente dependiendo de algunos factores los cuales crean microclimas. Los aspectos que se deben considerar son: la altitud relativa del terreno, pendiente de la zona y vientos formados por vegetación o edificios aledaños, emplazamiento dentro de la ciudad y proximidad a masas de agua.

**Tabla 3***Rangos de temperatura de acuerdo a las zonas climáticas, según el mapa del INHAMI***Tabla 13.1.**

<b>Zona Climática</b>	<b>Rango de temperatura. Según datos del INHAMI</b>
<b>ZT1</b>	6 – 10 [°C]
<b>ZT2</b>	10 – 14 [°C]
<b>ZT3</b>	14 – 18 [°C]
<b>ZT4</b>	18 – 22 [°C]
<b>ZT5</b>	22 – 25 [°C]
<b>ZT6</b>	25 -27 [°C]

*Fuente:* NEC-11 Eficiencia energética, 2011

- **Ubicación de la edificación**

En el diseño de una edificación se debe considerar lo siguiente.

- El efecto del viento, la insolación y la humedad sobre la edificación según se encuentre en una zona llana, valle o cima. Por ejemplo, la ubicación en una zona elevada es aconsejable en climas cálidos y húmedos, ya que ayudan a disminuir la humedad e incrementan la ventilación, mientras que la ubicación en un valle se aconseja en climas cálidos y secos, ya que la humedad suele ser más elevada y la insolación ligeramente inferior.
- La orientación de la fachada principal con la dirección predominante del viento. Se aconseja que los ejes longitudinales se encuentren en esa dirección.
- Mantener las alturas de los edificios uniformes evitando cambios bruscos de altura, ya que generan vientos fuertes a nivel del suelo.
- Evitar las disposiciones de edificios que ocasionen efectos de embudo sobre los vientos predominantes.
- Utilizar técnicas paisajistas o de jardinería que mantengan una cierta rugosidad en el terreno, mediante pendientes, árboles, arbustos, etc. que protejan al usuario del edificio de vientos fuertes.

#### **2.3.2.4. Criterios arquitectónicos preliminares**

Se deben tener en cuenta las siguientes condiciones.

- **Confort térmico**

Para que exista confort térmico, las edificaciones deben mantenerse dentro de los siguientes rangos

- Temperatura del aire ambiente: entre 18 y 26 °C
- Temperatura radiante media de superficies del local: entre 18 y 26 °C
- Velocidad del aire: entre 0,05 y 0,15 m/s
- Humedad relativa: entre el 40 y el 65 %

Estos valores pueden ser variados siempre y cuando se demuestre mediante estudio técnico que el conjunto de variables mencionadas anteriormente se encuentra dentro de los rangos de confort del diagrama de Fanger. Este diagrama se muestra en el Anexo 13.0.

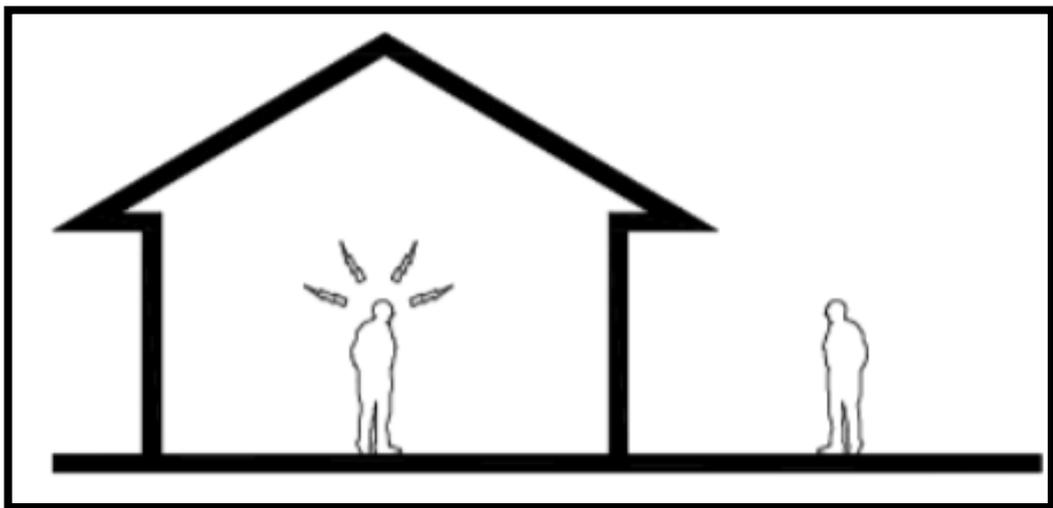
- **Confort acústico**

El confort acústico se vincula a la comodidad frente a los ruidos. El ruido afecta principalmente a la audición y al sistema nervioso.

En el diseño y la construcción de una edificación se debe considerar dos parámetros.

- Aislamiento acústico, y;
- Acondicionamiento acústico

El aislamiento acústico se refiere a los materiales usados para impedir que el ruido proveniente del exterior ingrese al recinto interno.

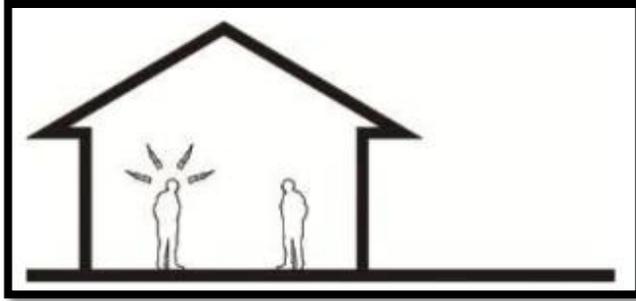


**Imagen 24.** - Esquema de aislamiento acústico

**Fuente:** Eco inteligencia, USA, 2006.

El acondicionamiento acústico se refiere a la calidad superficial de los materiales interiores que hacen que el ruido propio de la actividad en el local se amplifique hasta

sobrepasar los niveles de confort. Esta situación puede ser típica en recintos de gran afluencia de público como restaurantes, locales comerciales, salones, auditorios, etc.



**Imagen 25.** - Ilustración de acondicionamiento acústico  
**Fuente:** Ecointeligencia, USA, 2006.

- **Consideraciones constructivas de diseño**

Al momento de realizar el diseño de una edificación o conjunto de edificaciones se debe tomar en cuenta los siguientes criterios constructivos.

- **Forma**

La superficie exterior es un indicador de las pérdidas y ganancias de calor con relación al ambiente, mientras el volumen contiene la cantidad de energía del edificio.

La forma de edificio aconsejable teniendo en cuenta el clima de la región y el microclima derivado de la ubicación del edificio sería la siguiente:

- En climas cálidos y húmedos se recomienda formas elevadas, con grandes aberturas que faciliten la ventilación y la sombra del edificio.
- En climas cálidos y secos es mejor la construcción compacta y pesada, con gran inercia térmica, para amortiguar las variaciones exteriores de temperatura.
- En climas fríos los edificios deben ser compactos, bien aislados constructivamente y con reducidas infiltraciones de aire.

- **Orientación de la edificación**

La orientación geográfica determina la exposición a la radiación solar y al viento, que afectan a la temperatura y humedad de los ambientes habitables de la edificación. También es conveniente ubicar los espacios interiores según la orientación de las fachadas, agrupándolos de acuerdo a los usos y horas de ocupación.

- **Ganancia y protección solar**

El nivel de asoleamiento a través de las superficies vidriadas y de la envoltura de la edificación determina la ganancia térmica dentro de la misma; así, en zonas climáticas

frías se debe favorecer la incidencia de la radiación sobre las superficies vidriadas, mientras que en las zonas climáticas cálidas se debe usar elementos de protección sobre las superficies vidriadas. El diseño arquitectónico no debe verse condicionado en su aspecto estético formal, ya que dependerá del diseñador la elección del elemento constructivo de protección.

- **Optimización de radiación Solar**

- Zonas Frías**

- Almacenar la radiación solar en elementos macizos de materiales como hormigón, piedra o arcilla cuya inercia permita la acumulación de calor en la fachada o muros interiores. Este calor se restituye paulatinamente por convección y radiación en las horas nocturnas.
    - Limitar los intercambios de temperatura con el exterior reduciendo la superficie en la envolvente, reforzando el aislamiento térmico y disminuyendo el movimiento del aire.

- Zonas Cálidas**

- Controlar la radiación directa mediante elementos constructivos de protección solar (aleros, persianas, pérgolas, batientes), superficies acristaladas con coeficientes de transmisión bajos para limitar los aportes energéticos externos. Se puede complementar con uso de textiles o protección vegetal.
    - Disipar el calor con ventilación natural.

- Ventilación y calidad de aire**

La ventilación disminuye la sensación de calor debido a su efecto evaporativo sobre la piel. El intercambio de aire entre el interior y exterior es la herramienta básica para regular la temperatura en los interiores del edificio. En las zonas climáticas frías se procura que no haya pérdida de calor en los espacios interiores por efecto de infiltraciones de aire, mientras que en las zonas climáticas cálidas se debe favorecer los intercambios de aire para poder mantener más frescos los interiores.

- Materiales de construcción**

En la selección de los materiales de construcción para una edificación, se debe tomar en cuenta la energía incorporada, sus propiedades térmicas, acústicas, químicas y la disposición final o reutilización de los mismos.

- Elementos arquitectónicos**

- Accesos**

Se recomienda, según el clima, que el acceso principal sea un espacio cerrado que se constituya en una esclusa de separación, creando un pequeño colchón de aire inmóvil que disminuya las pérdidas de aire caliente o frío del interior del edificio.

- **Muros y fachadas**

Se debe diseñar los muros y fachadas de tal manera que cumplan las funciones de transmitancia térmica, inercia térmica y permeabilidad dispuestos en esta normativa considerando la ganancia o la pérdida de energía de acuerdo a la zona climática.

- **Pisos y cubiertas**

Se debe tomar en cuenta la capacidad de transmisión térmica de los materiales de pisos y cubiertas para regular la pérdida o ganancia de calor. Se debe considerar el uso de cámaras de ventilación, cubiertas ajardinadas o la integración de elementos de captación de energía solar para aplicaciones térmicas o fotovoltaicas.

- **Paredes Interiores**

Se debe procurar el uso de sistemas constructivos con particiones versátiles que permitan de forma fácil su montaje y desmontaje y el paso de las instalaciones en su interior, de modo que la vivienda pueda adaptarse a las necesidades cambiantes de sus usuarios. Se recomienda el uso de divisiones interiores que garanticen los criterios de confort mínimo (aislamiento acústico, térmico, etc.)

- **Ventanas y lucernarios**

Se debe considerar la proporción de ventanas y lucernarios de acuerdo a la zona climática, orientación, uso de los espacios, direcciones del viento, que cumplan con las disposiciones de ganancia o protección térmica, iluminación natural y ventilación.

- **Color**

En interiores se recomienda el uso de colores contrastantes para evitar la fatiga visual. Como ejemplo si los pisos y elementos de equipamiento son de color oscuro (reflexión entre el 25% y 40%) las partes superiores del ambiente deben tener una capacidad de reflexión del 50% al 60%. Se preferirán los colores claros para los cielos rasos para aumentar la luminosidad interior.

Se recomienda que en las zonas térmicas ZT1, ZT2 y ZT3 el color usado en las paredes exteriores tenga índices de reflexión no mayores al 60%, mientras que para las zonas térmicas ZT4, ZT5 y ZT6 sean inferiores al 40%.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Metodología

La arquitectura y el entorno espacial construido tienen una connotación **humanística** y social de modo que edificar se considera una dimensión del ser humano; el proyecto del centro es factible ya que está orientado a la producción social y humana de trabajo en conjunto con la construcción moral de buenas costumbres y bienestar en el espacio habitable.

La esencia de la arquitectura es la creación del espacio (arquitectónico y urbano), que debe constituir el ambiente adecuado para las actividades humanas según un sistema de condicionamientos diversos (tecnológicos, ecológicos, entre otros). Por otra parte, la relación arquitectura-contexto histórica se investiga mediante el análisis integral de los sistemas arquitectónicos y urbanos.

Si es cuestión de la investigación científica, es posible desarrollar dos enfoques importantes: el **cualitativo** y el **cuantitativo**, en el primero se entiende que la cantidad es parte de la cualidad, además de darse mayor atención a lo profundo de los resultados y no de su generalización; mientras que, en el enfoque cuantitativo, lo importante es la generalización o universalización de los resultados de la investigación.

#### 3.2. Tipo de investigación.

Para iniciar una metodología se requiere un tipo de investigación que determinara los pasos a seguir del estudio, en nuestro caso escogimos del tipo exploratorio.

**Investigación exploratoria:** Son las investigaciones que pretenden darnos una visión general, de tipo aproximativo, respecto a una determinada realidad. Este tipo de investigación se realiza especialmente cuando el tema elegido ha sido poco explorado y reconocido, y cuando más aún, sobre él, es difícil formular hipótesis precisas o de cierta generalidad. Suele surgir también cuando aparece un nuevo fenómeno que por su novedad no admite una descripción sistemática o cuando los recursos del investigador resultan insuficientes para emprender un trabajo más profundo (Anónimo, 2011).

**Descriptiva:** “es la que se utiliza (...) para describir la realidad de situaciones, eventos, personas, grupos o comunidades que se estén abordando y que se pretenda analizar” (Universia Costa Rica, 2017). Para determinar el respectivo análisis, se desarrollará la encuesta a potenciales usuarios, para evidenciar en forma directa los beneficios del proyecto.

**Investigación experimental:** El objetivo se centra en inspeccionar el fenómeno a estudiar es decir se utiliza el razonamiento hipotético- deductivo, por la elaboración del panel ecológico, además de un análisis de los posibles cambios que puedan surgir.

### 3.3. Técnicas de investigación.

La técnica es indispensable en el proceso de la investigación científica, ya que integra la estructura por medio de la cual se organiza la investigación, La técnica pretende:

- Ordenar las etapas de la investigación.
- Aportar instrumentos para manejar la información.
- Llevar un control de los datos.
- Orientar la obtención de conocimientos.

Se estudiarán dos formas generales: **documental** y de **campo**. La técnica documental permite la recopilación de información para enunciar las teorías que sustentan el estudio de los fenómenos y procesos. Incluye el uso de instrumentos definidos según la fuente documental a que hacen referencia. La técnica de campo permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad objetiva.

La **encuesta** es una técnica de investigación que se utiliza como instrumento para recopilar información de las fuentes primarias. Lo que sintetiza cada pregunta guarda relación con el resultado de la investigación. El cuestionario es la aplicación de preguntas con alternativas cerradas de respuestas tipo Lickert, con una escala de valoración del 1 al 5 considerando los siguientes parámetros:

5 = Totalmente de acuerdo

4 = Muy de acuerdo

3 = De acuerdo

2 = Parcialmente de acuerdo

1 = En desacuerdo

- **Cálculo de la muestra**

$$n = \frac{Z^2 PQN}{\Sigma^2(N - 1) + Z^2 PQ}$$

En donde:

N=Tamaño de la población: **44.800**

z = Nivel de confianza: **95%=1,96**

P= % de veces que se supone que ocurre un fenómeno en la población: **5%**

e= Margen de error: **10%**

$$n = \frac{Z^2 PQN}{\Sigma^2(N-1)+Z^2 PQ} \quad n = \text{Tamaño de la muestra}$$

$$n = \frac{(1.96)^2(0.50)(0.50)(2278691)}{0.05^2(2278691 - 1) + 1.96^2(0.50)(0.50)}$$

$$n = \frac{(2278691)(250)}{0.0025(2278690) + (3.8416)(0.25)}$$

$$n = \frac{(2188454,84)}{(0.9975) + (0.9604)}$$

$$n = \frac{(2188454,84)}{5697,69}$$

$$n = 384, 10$$

$$n = 385 \text{ muestras}$$

### 3.4. Población y muestra.

Población. Es el conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación. En nuestro campo pueden ser artículos de prensa, editoriales, películas, videos, novelas, series de televisión, programas radiales y por supuesto personas. La población se tomará del total de personas cercanas al sector industrial elegido.

### 3.5. Resultados de las encuestas realizadas a habitantes de sector industrial de Guayaquil

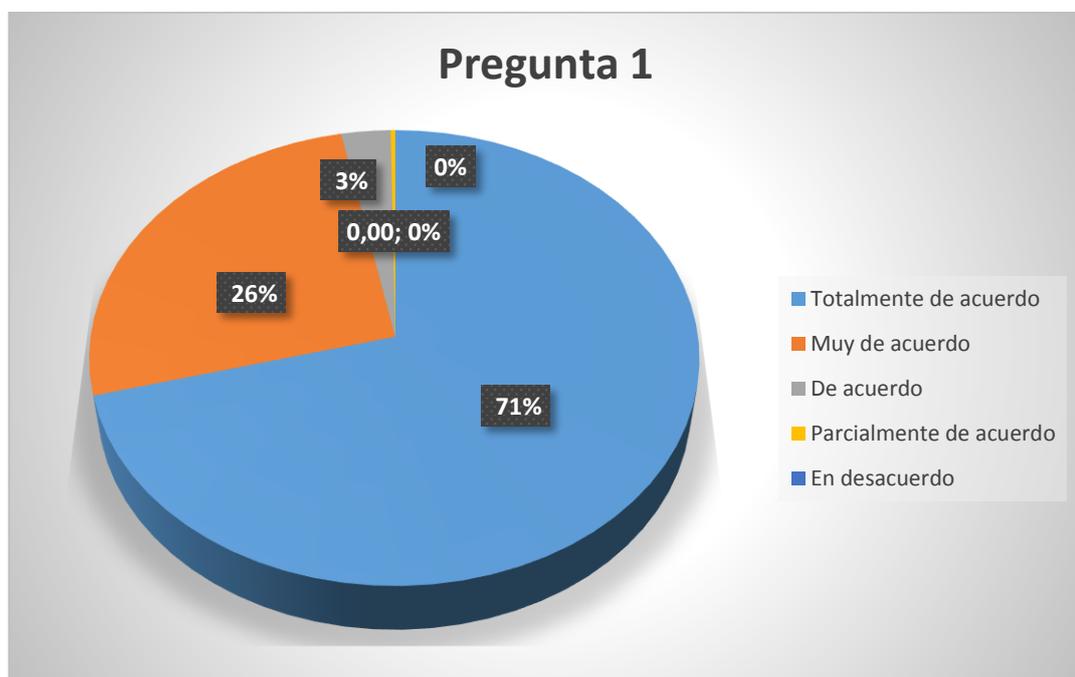
#### 1.- ¿Ha escuchado o tiene conocimiento de los techos ecológicos?

**Tabla 4**  
*Conocimiento de techos ecológicos*

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	273	70,91
Muy de acuerdo	100	25,97
De acuerdo	11	2,86
Parcialmente de acuerdo	1	0,26
En desacuerdo	0	0,00
<b>Total</b>	<b>385</b>	<b>100</b>

*Fuente:* Encuesta a usuarios.

*Elaboración:* Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018



*Gráfico 1.* Resultado de las encuestas a pobladores, pregunta 1

*Elaboración:* Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018

#### Análisis

Las personas encuestadas mencionaron que sí conocen del término de cubiertas ecológicas, lo afirmó el 71% de los encuestados, seguido del 26 % que estar de acuerdo con haber escuchado el término, y solo el 3% dijo estar en desacuerdo.

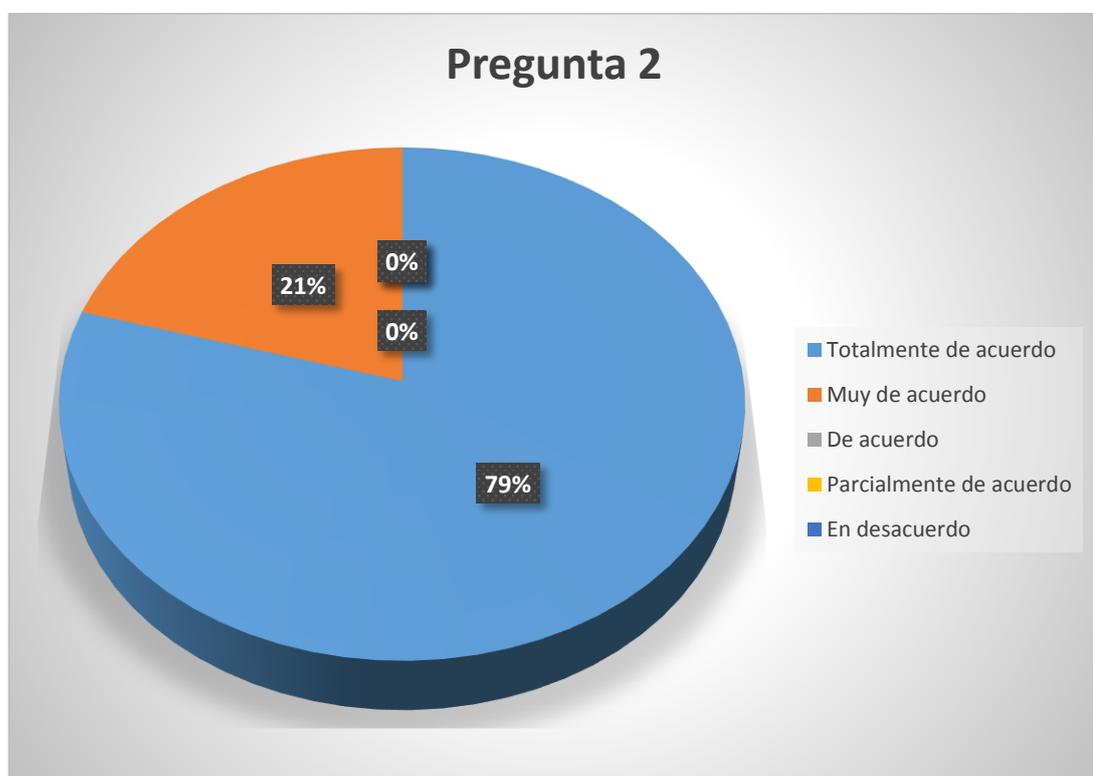
## 2.- ¿Le gustaría que en su sector se implementen cubiertas con características ecológicas?

**Tabla 5**  
**Implementación de techos ecológicos**

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	306	79,48
Muy de acuerdo	79	20,52
De acuerdo	0	0,00
Parcialmente de acuerdo	0	0,00
En desacuerdo	0	0,00
<b>Total</b>	<b>385</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta a usuarios.

**Elaboración:** Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018



**Gráfico 2.** Resultado de las encuestas a pobladores, pregunta 2

**Elaboración:** Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018

### Análisis

Sobre la implementación de cubiertas ecológicas en el sector, la mayoría de los encuestados está muy de acuerdo con el uso de las mismas, y lo demostró con un 79% de aprobación, mientras que el 21% dijo estar de acuerdo.

### 3.- ¿Considera oportuno el uso de techos ecológicos para la reducción de la contaminación ambiental?

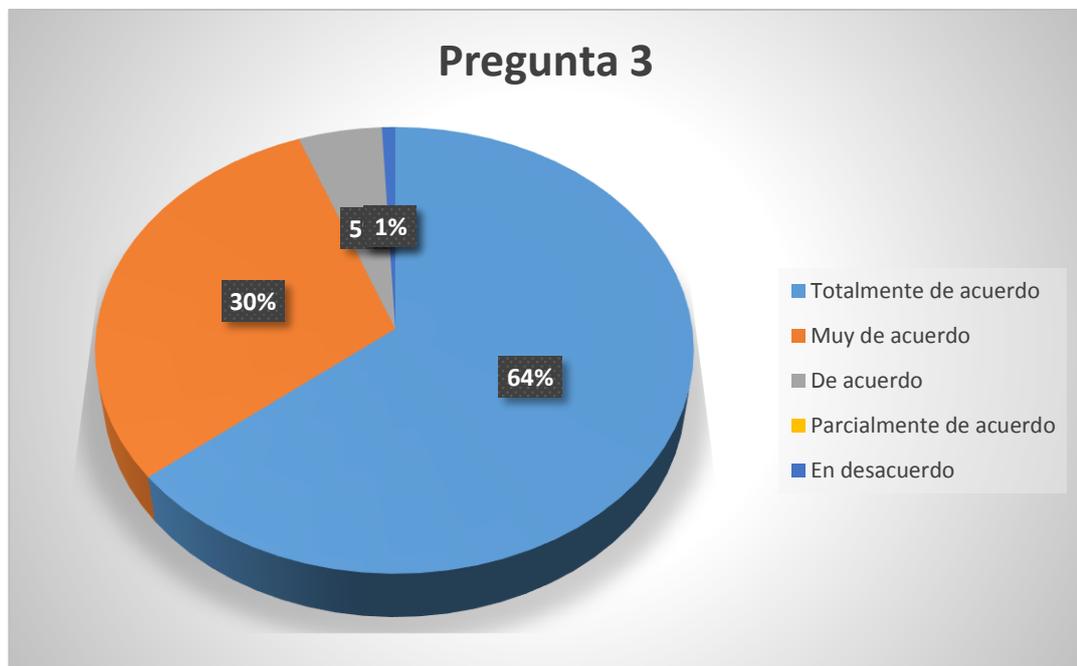
**Tabla 6**

**Uso de techos ecológicos para reducción de contaminación ambiental**

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	247	64,16
Muy de acuerdo	116	30,13
De acuerdo	19	4,94
Parcialmente de acuerdo	0	0,00
En desacuerdo	3	0,78
<b>Total</b>	<b>385</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta a usuarios.

**Elaboración:** Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018



**Gráfico 3.** Resultado de las encuestas a pobladores, pregunta 3

**Elaboración:** Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018

#### **Análisis**

El 64% de los encuestados dijo estar muy de acuerdo que con la implementación de cubiertas ecológicas se llegaría a reducir la contaminación ambiental, mientras que el 30% dijo solo estar de acuerdo con este tema, el 5% opinó estar en desacuerdo, y por último el 1% estaba indefinido.

#### 4.- ¿Cree que la implementación de éstas cubiertas tendría la suficiente acogida en el sector industrial?

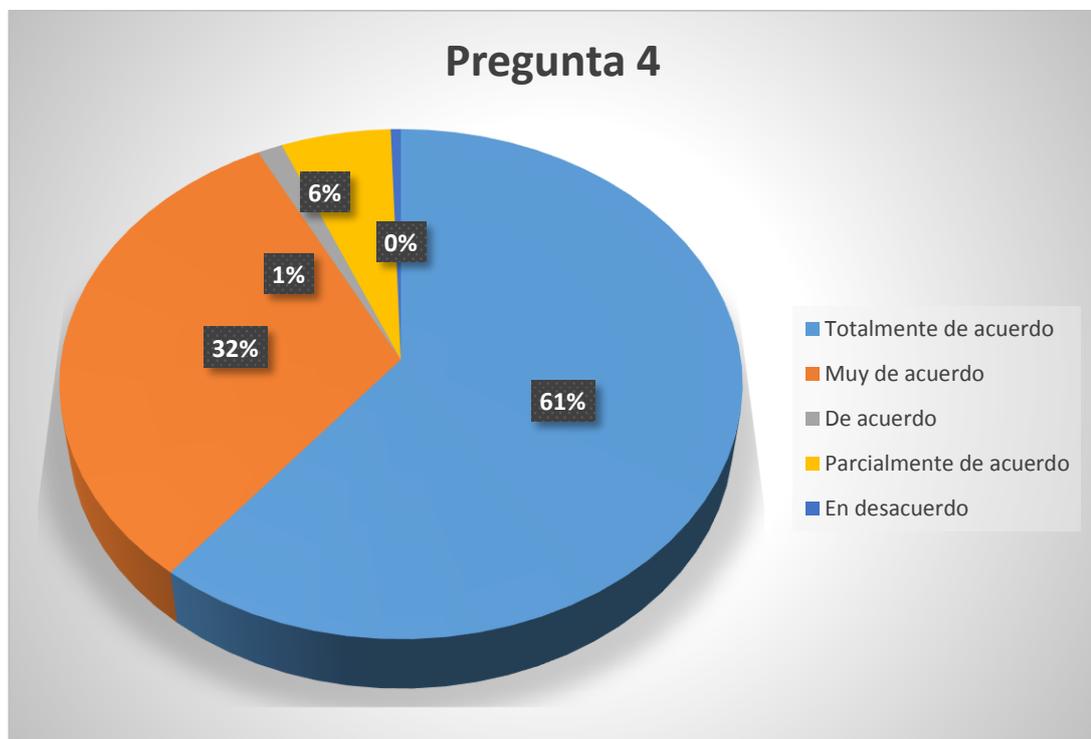
**Tabla 7**

**Implementación de techos ecológicos en sector industrial**

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	234	60,78
Muy de acuerdo	122	31,69
De acuerdo	5	1,30
Parcialmente de acuerdo	22	5,71
En desacuerdo	2	0,52
<b>Total</b>	<b>385</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta a usuarios.

**Elaboración:** Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018



**Gráfico 4.** Resultado de las encuestas a pobladores, pregunta 4

**Elaboración:** Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018

#### **Análisis**

El 61% de los encuestados dijo estar muy de acuerdo que con que las cubiertas ecológicas llegarían a tener una gran acogida en el sector industrial, mientras que el 32% dijo solo estar de acuerdo con este tema, y el 7% opinó estar en indefinido sobre esta aceptación.

**5.- ¿Considera que las elaboraciones de productos nacionales tienen la misma calidad los productos internacionales?**

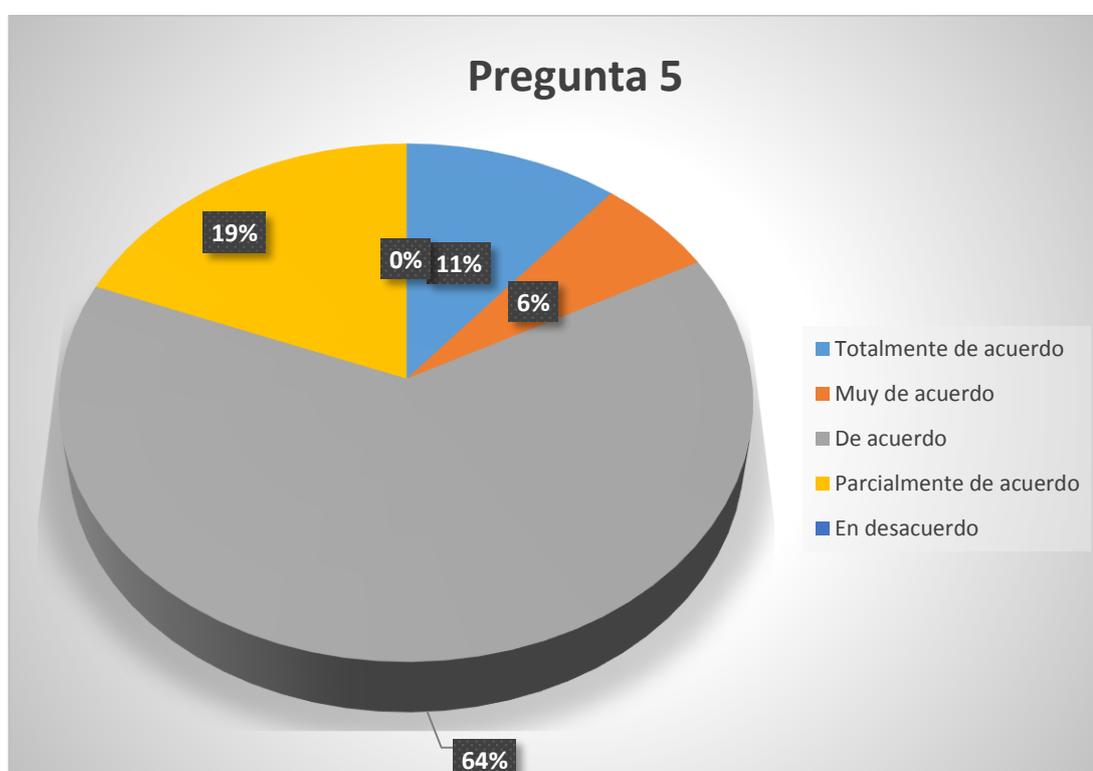
**Tabla 8**

**Calidad de productos nacionales frente a productos internacionales**

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	42	10,91
Muy de acuerdo	24	6,23
De acuerdo	246	63,90
Parcialmente de acuerdo	73	18,96
En desacuerdo	0	0,00
<b>Total</b>	<b>385</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta a usuarios.

**Elaboración:** Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018



**Gráfico 5.** Resultado de las encuestas a pobladores, pregunta 6

**Elaboración:** Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018

**Análisis**

Los encuestados mostraron su desacuerdo al comparar la calidad de productos nacionales con internacionales con un 64%, mientras que el 19% dijo estar indefinido sobre este tema, el otro 11% mencionó estar muy de acuerdo sobre esta característica, y finalmente el 6% opinó estar de acuerdo con este tópico.

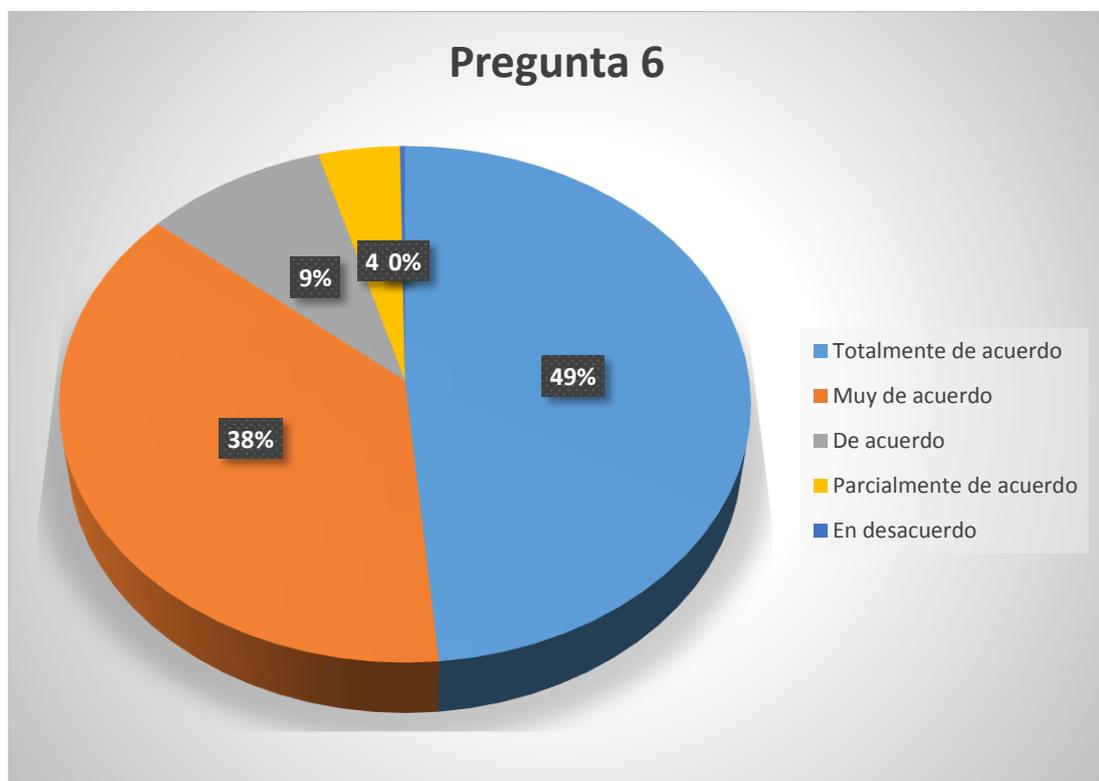
## 6.- ¿Usaría o recomendaría una cubierta ecológica en viviendas?

**Tabla 9**  
**Recomendación de techos ecológicos**

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	187	48,57
Muy de acuerdo	145	37,66
De acuerdo	36	9,35
Parcialmente de acuerdo	16	4,16
En desacuerdo	1	0,26
<b>Total</b>	<b>385</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Encuesta a usuarios.

**Elaboración:** Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018



**Gráfico 6.** Resultado de las encuestas a pobladores, pregunta 6

**Elaboración:** Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018

### Análisis

Los encuestados decidieron afirmar su preferencia al uso de una cubierta ecológica para su vivienda, lo hizo el 49%, el 38% mencionó solo estar de acuerdo, mientras que el 9% dijo estar en desacuerdo, y lo el 4% está indefinido sobre su aplicación.

### **3.6. Resultados de las encuestas dirigidas a los habitantes de Guayaquil**

Las cubiertas ecológicas es un término que la mayoría de los Guayaquileños sabe su significado, esto se resume en un 71% de las personas encuestadas que afirmó conocerlas, mientras sólo el 3% de las personas las desconoce; esta aseveración da la apertura a su implementación en su sector de residencia, ya que el 79% de los habitantes abordados mantuvo su la postura positiva a cuestionarlos sobre su uso en las edificaciones de su zona.

De lo antes mencionado, demuestra que gran parte de los ciudadanos considera positiva la implementación de las cubiertas ecológicas, a esto se le suma la opinión de ellos sobre la reducción de la contaminación que puede llegar a ofrecer este elemento de diseño, ya que el 64% asume esta postura y un porcentaje muy bajo, de tan solo 5% aún no le parece suficiente para contrarrestar la polución; esta realidad se distingue la consideración de usuarios al uso de vegetación en sus residencias para renovar sus ambientes.

Un producto con las características de un panel ecológico hecho en el país, es de la aceptación del 64 % de los ciudadanos, tanto que los encuestados opinan que el elemento adaptado a condiciones climáticas locales, puede venderse con facilidad en en país, y solo el 6% piensa que aún falta mucho para que las personas lo recomienden, de esto también se afirmó con un 49% que podrían llegar a disponer en su vivienda un panel ecológico, evidenciando su agrado por los diferentes beneficios estéticos y ecológicos que un componente arquitectónico puede llegar a ofrecer.

### 3.7. Resultados de las encuestas realizadas a personal técnico del sector

#### 1.- ¿Considera importante la elaboración de cubiertas ecológicas?

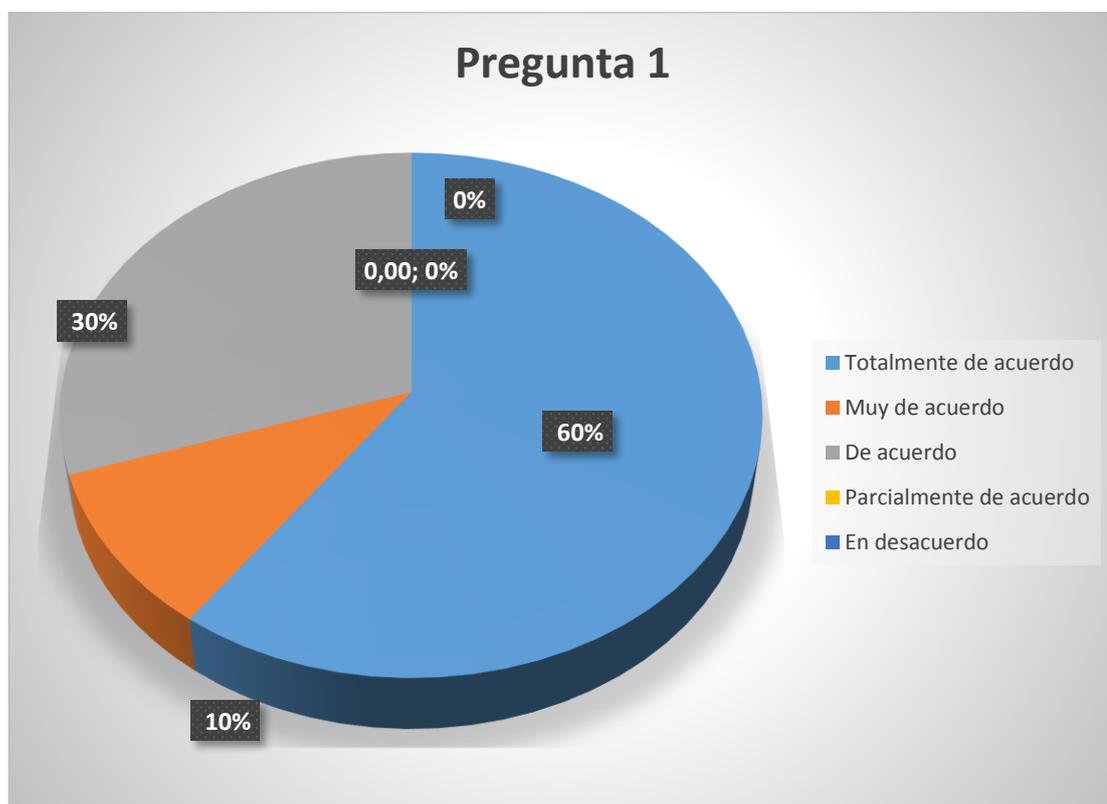
**Tabla 10**

**Importancia de cubiertas ecológicas**

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	6	60,00
Muy de acuerdo	1	10,00
De acuerdo	3	30,00
Parcialmente de acuerdo	0	0,00
En desacuerdo	0	0,00
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

*Fuente:* Encuesta a usuarios.

*Elaboración:* Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018



**Gráfico 7.** Resultado de las encuestas a profesionales, pregunta 1

*Elaboración:* Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018

#### Análisis

El 60% de los encuestados mencionó estar muy de acuerdo con la elaboración de cubiertas ecológicas, sin embargo, el 30% dice estar en desacuerdo, y solo el 10% opinó estar de acuerdo.

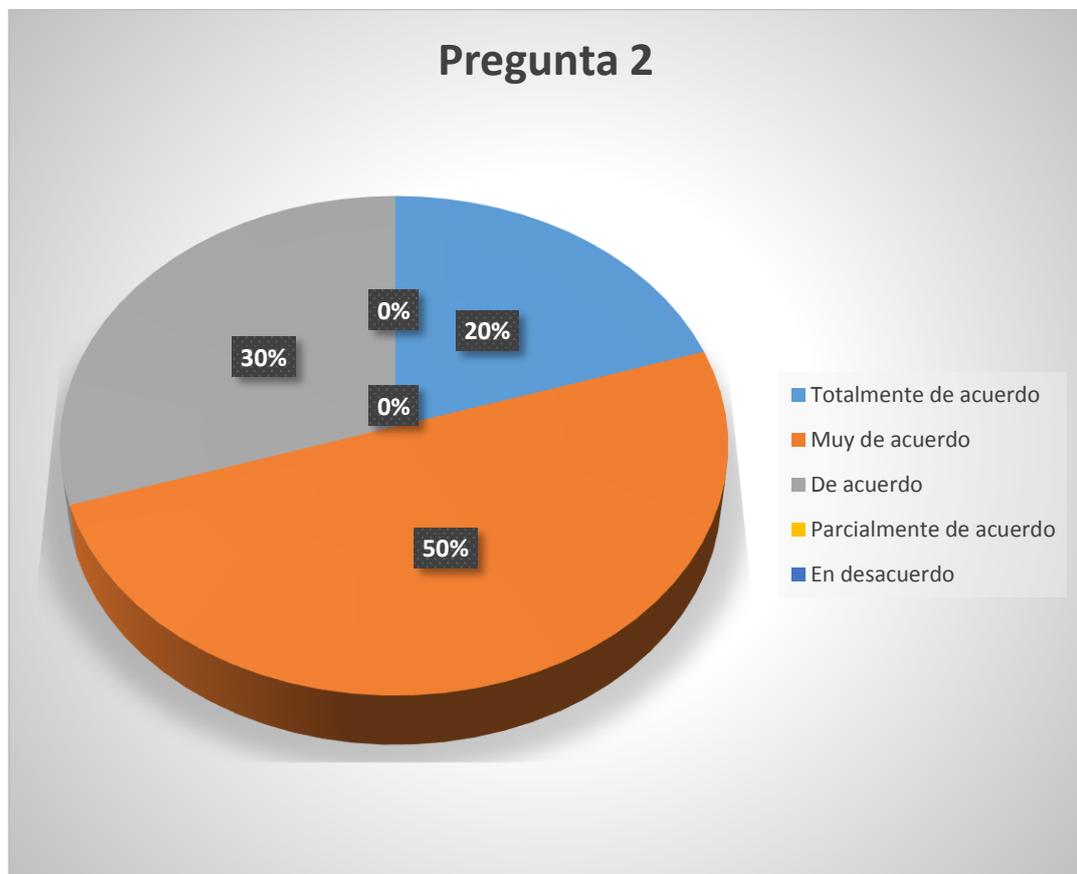
## 2.- ¿Cree que éstas cubiertas llegarían a reducir la huella ecológica?

**Tabla 11**  
*Reducción de huella ecológica*

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	2	20,00
Muy de acuerdo	5	50,00
De acuerdo	3	30,00
Parcialmente de acuerdo	0	0,00
En desacuerdo	0	0,00
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

*Fuente:* Encuesta a usuarios.

*Elaboración:* Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018



**Gráfico 8.** Resultado de las encuestas a profesionales, pregunta 2

*Elaboración:* Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018

### Análisis

La mitad de los encuestados opinó estar de acuerdo en que las cubiertas verdes llegarían a reducir la huella ecológica, lo hicieron con un 50% de afirmación, el otro 30% dijo estar en desacuerdo, mientras el 20% restante dijo estar muy de acuerdo con este tema.

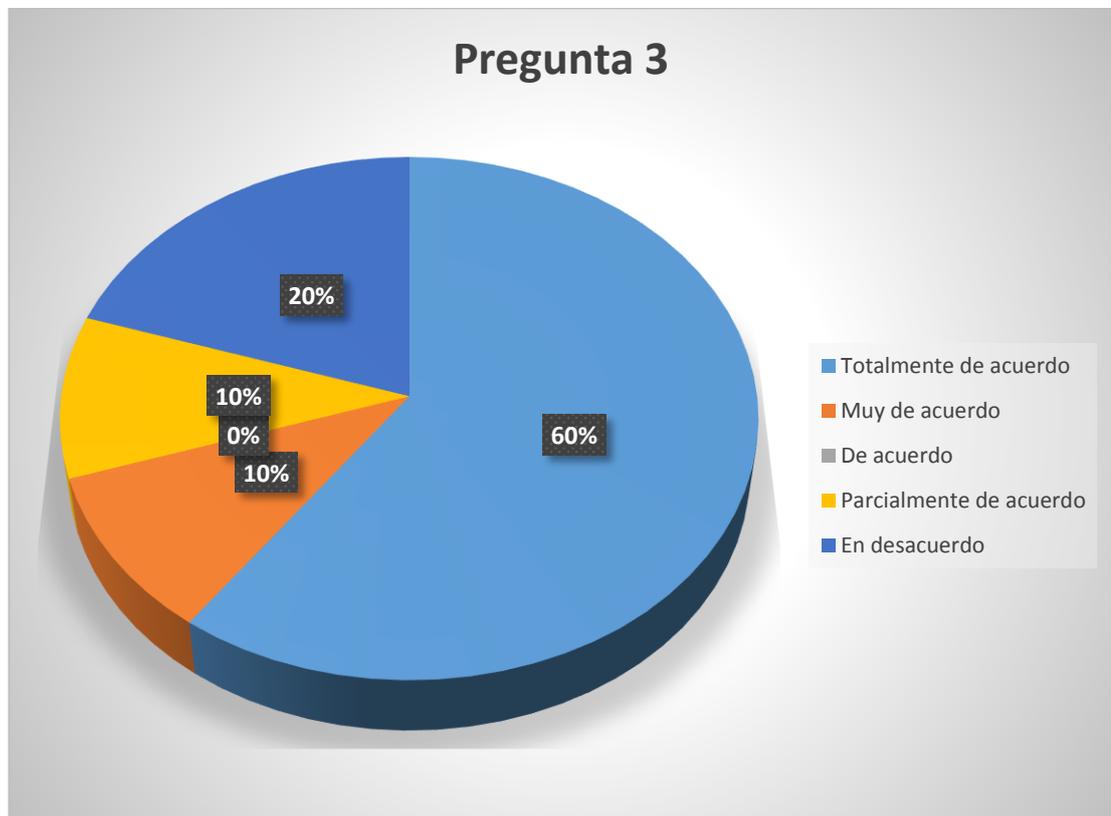
**3.- ¿Cree que ésta cubierta deba considerar aspectos térmicos y acústicos para el confort del interior de la edificación?**

**Tabla 12**  
*La cubierta verde y el confort*

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	6	60,00
Muy de acuerdo	1	10,00
De acuerdo	0	0,00
Parcialmente de acuerdo	1	10,00
En desacuerdo	2	20,00
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

*Fuente:* Encuesta a usuarios.

*Elaboración:* Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018



**Gráfico 9.** Resultado de las encuestas a profesionales, pregunta 3

*Elaboración:* Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018

**Análisis**

Muchos de los encuestados mencionaron su afirmación al considerar que este tipo de cubierta debe analizar el confort térmico y acústico hacia el interior de la edificación, lo hizo el 60% de las personas, mientras el 30% está indefinido con este tópico, y sólo el 10% dijo estar de acuerdo.

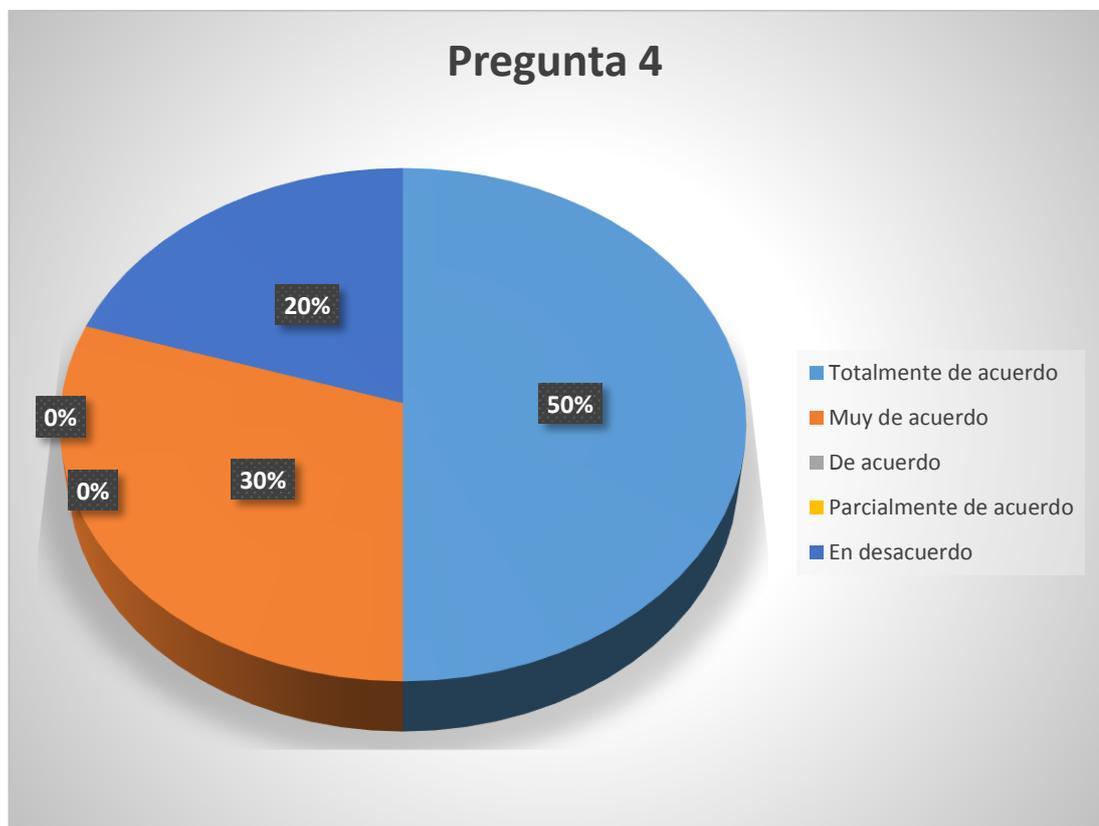
#### 4.- ¿Cree que se puede elaborar una cubierta ecológica capaz de resistir cargas adicionales o humedades?

**Tabla 13**  
*Resistencia de la humedad de techos ecológicos*

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	5	50,00
Muy de acuerdo	3	30,00
De acuerdo	0	0,00
Parcialmente de acuerdo	0	0,00
En desacuerdo	2	20,00
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

*Fuente:* Encuesta a usuarios.

*Elaboración:* Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018



**Gráfico 10.** Resultado de las encuestas a profesionales, pregunta 4

*Elaboración:* Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018

#### Análisis

La mitad de las personas opinaron estar muy de acuerdo con la posibilidad de elaborar una cubierta capaz de resistir adicionales, el 50% lo afirmó, mientras que el 20% está indefinido sobre este asunto, pero el 30% dijo estar de acuerdo sobre esta característica.

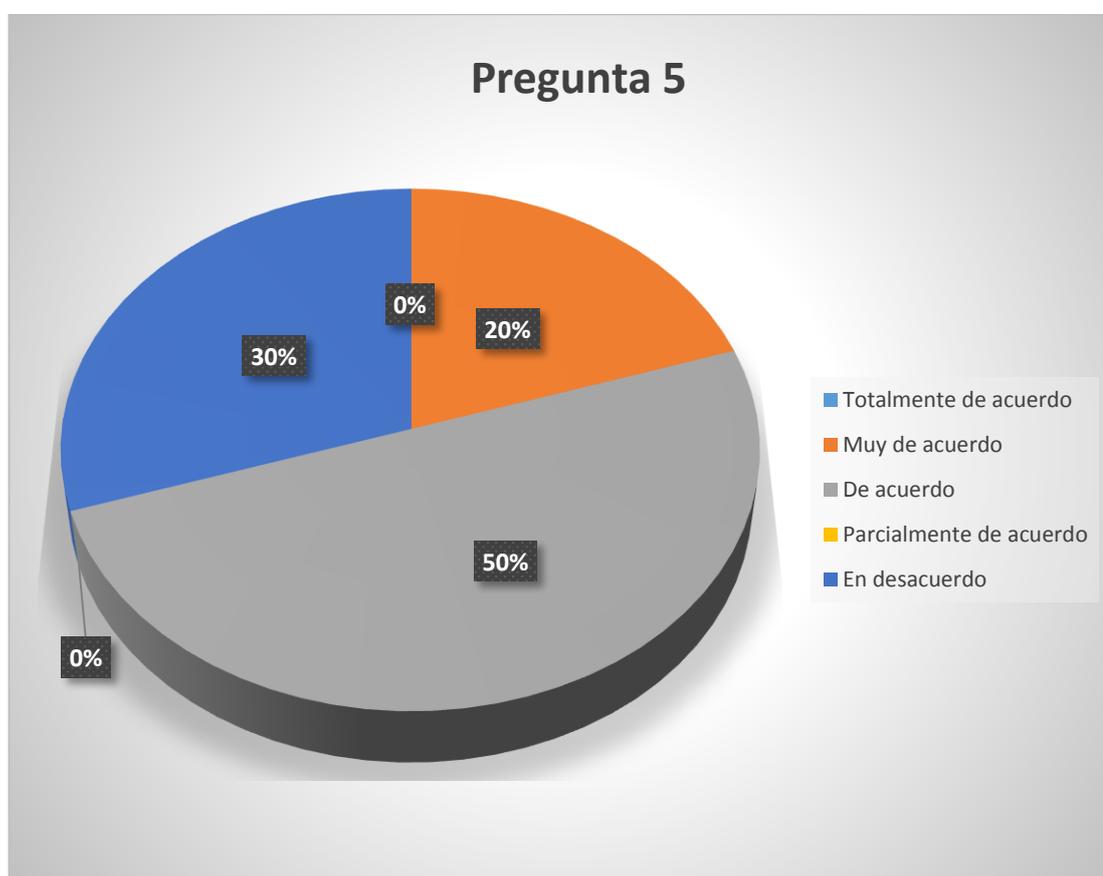
## 5.- ¿Cree que éste producto llegaría a comercializarse con facilidad?

**Tabla 14**  
*Comercialización de techos ecológicos*

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	0	0,00
Muy de acuerdo	2	20,00
De acuerdo	5	50,00
Parcialmente de acuerdo	0	0,00
En desacuerdo	3	30,00
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

*Fuente:* Encuesta a usuarios.

*Elaboración:* Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018



**Gráfico 11.** Resultado de las encuestas a profesionales, pregunta 5

*Elaboración:* Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018

### Análisis

El 50% de los encuestados dijo estar muy de acuerdo que con que las cubiertas ecológicas llegarían a tener una gran acogida en el sector industrial, mientras que el 20% dijo solo estar de acuerdo con este tema, y el 30% opinó estar en indefinido sobre esta aceptación.

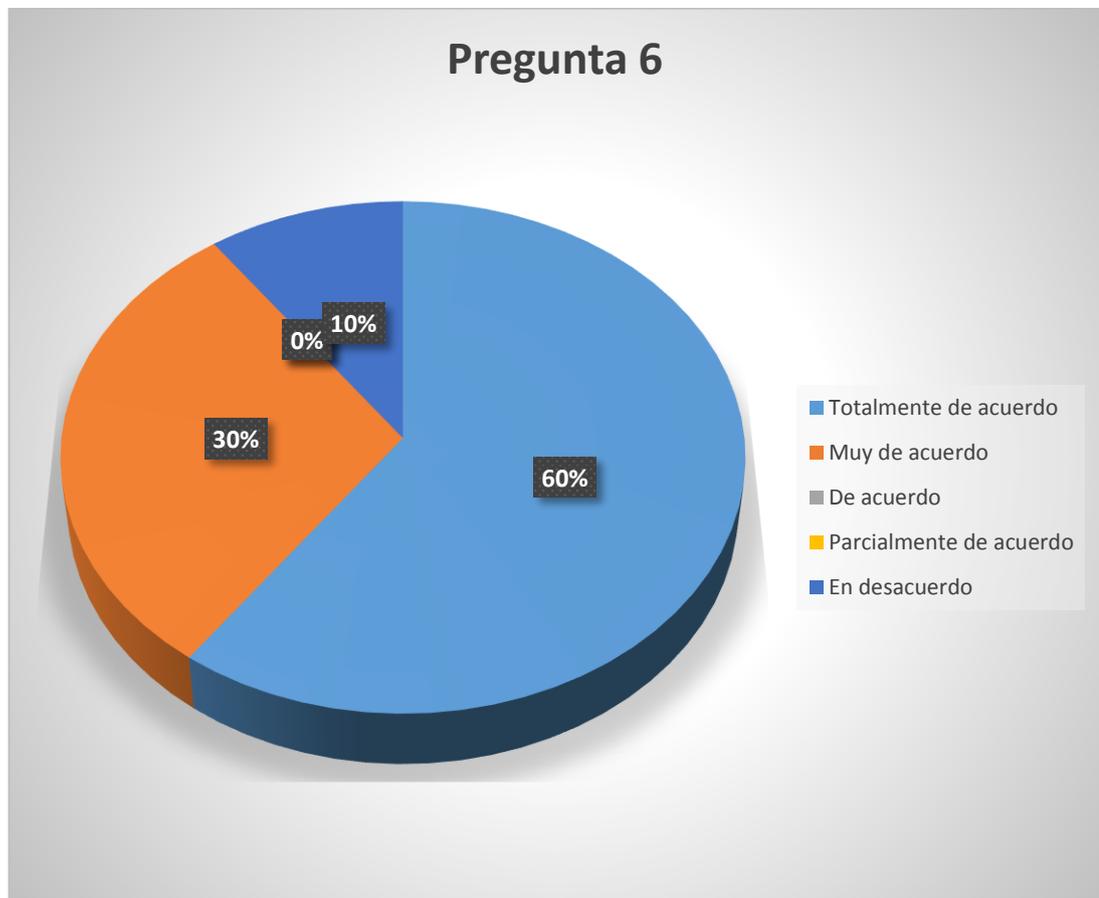
## 6.- ¿Recomendaría la colocación de una cubierta ecológica en una edificación industrial?

**Tabla 15**  
*Recomendación de techos ecológicos*

Opción	Cantidad	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	6	60,00
Muy de acuerdo	3	30,00
De acuerdo	0	0,00
Parcialmente de acuerdo	0	0,00
En desacuerdo	1	10,00
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100</b>

*Fuente:* Encuesta a usuarios.

*Elaboración:* Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018



*Gráfico 12.* Resultado de las encuestas a profesionales, pregunta 6

*Elaboración:* Zambrano Jaime Wilson Eduardo, 2018

### Análisis

El 60% de los encuestados dijo estar muy de acuerdo que con que las cubiertas ecológicas pueden recomendarse con facilidad, mientras que el 30% dijo solo estar de acuerdo con este tema, y el 10% opinó estar en indefinido sobre esta aceptación.

### **3.8. Resultados de las encuestas dirigidas a profesionales en el sector**

Esta encuesta fue realizada a diez profesionales que trabajan en las distintas compañías industriales en esta zona de Guayaquil, y éstos expertos opinaron que podría ser factible establecer paneles ecológicos en las cubiertas, esto lo opinaron un 6 personas, mientras que tres de ellas dijeron que aún no lo consideran posible en ciertas áreas de sus empresas; sin embargo el 50% afirmó que su implementación podría reducir niveles de contaminación, y el 30% menciona que no es suficiente para contrarrestar esta problemática.

Al tratarse de fábricas y bodegas, un gran número de encuestados mencionó con un 60% de aceptación que un panel ecológico puede desarrollar características térmicas y acústicas que pueden beneficiar al interior de los espacios, pero tres personas determinaron que esto podría darse, como no, debido a que desconocen de pruebas claras de sus efectos en industrias como las suyas. Sin embargo, un 50% afirma que las cargas adicionales que podría representar éstos elementos, pueden asumirse por el techado actual, mientras que sólo dos personas de las encuestadas prefirieron estar al margen de ésta posibilidad, debido a prefieren en primer lugar evaluar las estructuras con un experto.

La aceptación y recomendación de estos paneles en el sector industrial, es afirmado por un 60% de los encuestados, por sus múltiples beneficios que han podido escuchar, mientras el porcentaje restante está indefinido o no está de acuerdo sobre su aplicación en techos de fábricas o bodegas, y lo refieren a los pocos proyectos que se manejan en Guayaquil de este tipo, sin embargo, algunos de ellos consideran estaría mejor realizar previamente una capacitación técnica sobre esta tema en la ciudad.

## CAPITULO IV

### PROPUESTA

#### 4.1. Fundamentación de la propuesta

El panel ecológico propuesto ofrece características como la absorción del agua de la lluvia, reducir las temperaturas, aportar a la aislación térmica de las cubiertas, e integrarse efectivamente al medio ambiente natural; incorporando componentes inertes y vivos, es un sistema complejo que se diseñó, desde su sistema de impermeabilización hasta las especies vegetales escogidas, pasando además por su uso y por su relación con el contexto y el programa específico del edificio.

#### 4.2. Análisis del estado actual de las cubiertas



*Imagen 26.* Identificación de Zona Industrial a intervenir

*Elaboración:* Zambrano Wilson, 2018

La zona elegida se encuentra delimitada desde el lado sur con la av. Juan Tanca Marengo, al norte con la av. Felipe Pezo Campusano, al este con la av. Bejamín Carrión, y al oeste con 7mo pasaje. Dentro de los mencionados límites se encuentran usos de suelos como residencias, centros comerciales, centros religiosos, oficinas, centros educativos y bodegas e industrias; en definitiva, la gran mayoría de lotes son de uso industrial, llegando a considerar 27 áreas que se dedican a esta actividad.

#### 4.2.1. Identificación de función por cubierta y requerimientos



*Imagen 27.* Identificación de Zona Industrial a intervenir

*Elaboración:* Zambrano Wilson, 2018

Con lo antes mencionado, la investigación se enfocó en aquellas cubiertas que abordan espacios industriales, de las cuales se identificó dos tipologías de techado, entre éstas tenemos las que son inclinadas con ángulos menor a 30 grados a dos aguas; y superficies semicirculares con luces de hasta 6,50 m; de esta manera se diseñó dos tipos de cubiertas verdes acorde a la forma presentada con anterioridad, a continuación, se muestra la identificación de superficies a intervenir

#### 4.3. Realización del experimento

Para iniciar la fabricación del elemento es importante considerar los materiales a usar:

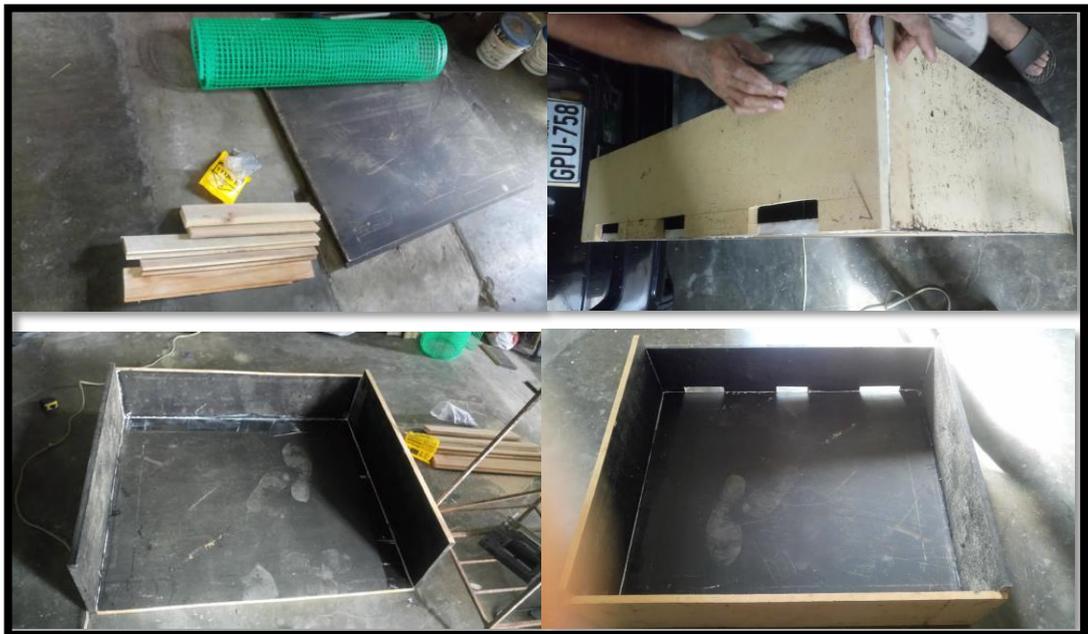
- **Malla plástica.** - Es una malla flexible, este producto de alta calidad está fabricado en polipropileno, es totalmente reciclable y es ideal para su uso en contenedores en el extranjero, ya que no se afecta por el cambio en la temperatura o el clima.
- **Impermeabilizante.** - son sustancias o compuestos químicos que tienen con objetivo detener el agua, impidiendo su paso; funcionan eliminando o reduciendo la porosidad del material, llenando filtraciones y aislando la humedad del medio. Pueden tener origen natural o sintético, orgánico o inorgánico. Dentro de los naturales destaca el aceite de ricino y, dentro de los sintéticos, el petróleo. En la construcción civil, son empleados en el aislamiento de cimentaciones, soleras,

tejados, lajas, paredes, depósitos, piscinas y cisternas. Un sellador impermeabilizador puede ser hecho con compuestos alquilsiliconados, como el metil, etil o propilsiliconatos de sodio o potasio. Estos alquilsiliconatos de metales alcalinos se utilizan en forma de solución acuosa.

- **Plancha metálica.** - Es una plancha de aluminio, regularmente tiene medidas de 1.22m x 2.44m.
- **Tierra de sembrado.** - También conocida como mezcla para macetas, es un medio en el que cultivar plantas, hierbas y verduras en una maceta o recipiente duradero. Algunos de los ingredientes comunes utilizados son la turba, compost de corteza, arena, perlita, vermiculita, fibra de coco y compost de champiñón reciclado, aunque se utilizan muchos otros y las proporciones varían enormemente.
- **Vegetación.** - Es el tipo de especie vegetal a utilizar, existen las que son rastreras, ornamentales, las de poco tamaño, entre otras.

#### 4.3.1. Procedimiento para la elaboración del panel ecológico

1. Elaboración del molde: para comenzar se debe definir las dimensiones de prototipo deseado, de acuerdo a las medidas de la superficie a cubrir o a las necesidades del cliente, en este caso, por tratarse de un modelo, se dispuso un molde de madera cuadrado de 0.6m x 0.6m.



*Imagen 28.* Paso 1: Elaboración del molde  
*Elaboración:* Zambrano Wilson, 2018

2. Capa impermeabilizante: se la coloca en toda la superficie del encofrado evitar una posible penetración hasta la impermeabilización de raíces procedentes de especies incontroladas o no incluidas inicialmente en la capa vegetal suministrada.



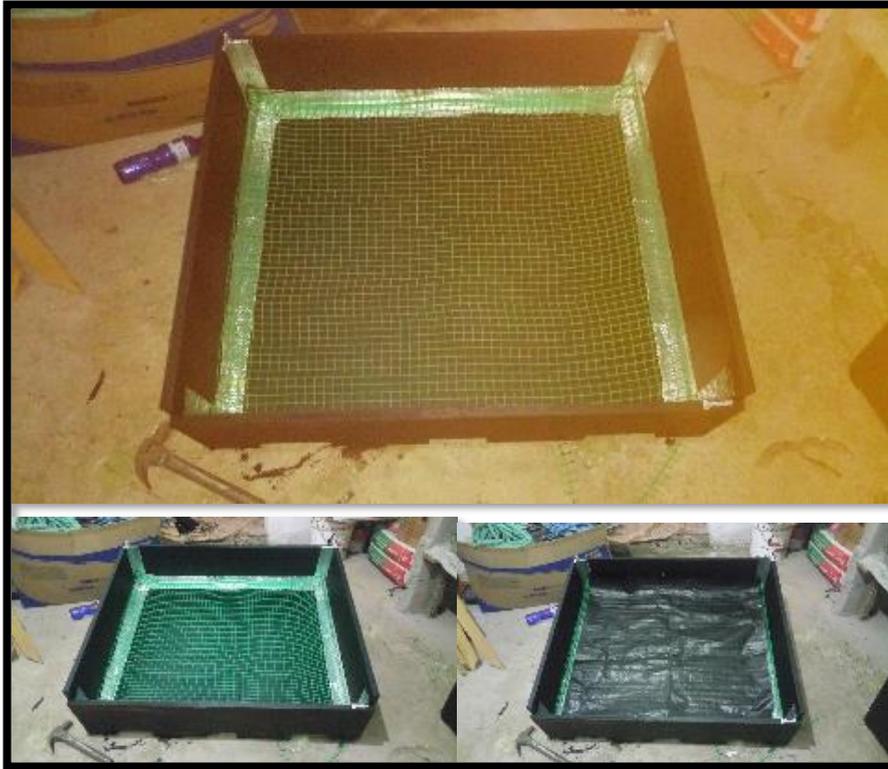
**Imagen 29.** Paso 1: Elaboración del molde  
**Elaboración:** Zambrano Wilson, 2018

3. Determinar dosificaciones: Conociendo los materiales necesarios para la elaboración del prototipo, se determinarán las cantidades exactas para la conformación del panel.



**Imagen 30.** Paso 2: Determinar dosificaciones  
**Elaboración:** Zambrano Wilson, 2018

4. Colocación de componentes: aplicar sobre la superficie el sustrato, luego colocar encima de los sustratos la capa vegetal.



**Imagen 31.** Paso 3: Colocación de los componentes  
*Elaboración:* Zambrano Wilson, 2018



**Imagen 32.** Paso 3: Colocación de los componentes  
*Elaboración:* Zambrano Wilson, 2018



**Imagen 33.** Paso 3: Colocación de los componentes  
**Elaboración:** Zambrano Wilson, 2018

#### **4.3.2. Verificación de reacciones**

Posteriormente a la instalación, el sistema a simple vista no requiere de un mantenimiento exigente, pudiendo llevarse a cabo por personal no especializado, aunque siempre con asesoramiento profesional. Por sus características, el sistema permite minimizar el consumo hídrico a través de un diseño eficiente, además la distribución horizontal del sustrato (hasta 50cm de dispersión de la fuente en todas direcciones) permite la disposición de sistemas de riego colocados entre el propio sustrato y la capa vegetal, lo que optimiza aún más el consumo de agua ya que evita las pérdidas por evaporación, tal como ocurre con los sistemas tradicionales de riego por aspersión.



Semana 1

Semana 2



Semana 4

*Imagen 34.* Verificación de las reacciones

*Elaboración:* Zambrano Wilson, 2018

#### **4.3.3. Observaciones y análisis del experimento**

La plantación de mantas vegetales pre-cultivadas, puede darse con distintas variedades, de tipo comunes y fáciles de conseguir, con un espesor entre 3 hasta 15 cm, además se evidenció que este tipo de vegetación no es necesario suministrarle nutrientes ni gran cantidad de agua, por lo que tienen gran capacidad de retención. Escoger la vegetación adecuada corresponde a un gran beneficio al mantenimiento, y sobre todo a la función general del panel.

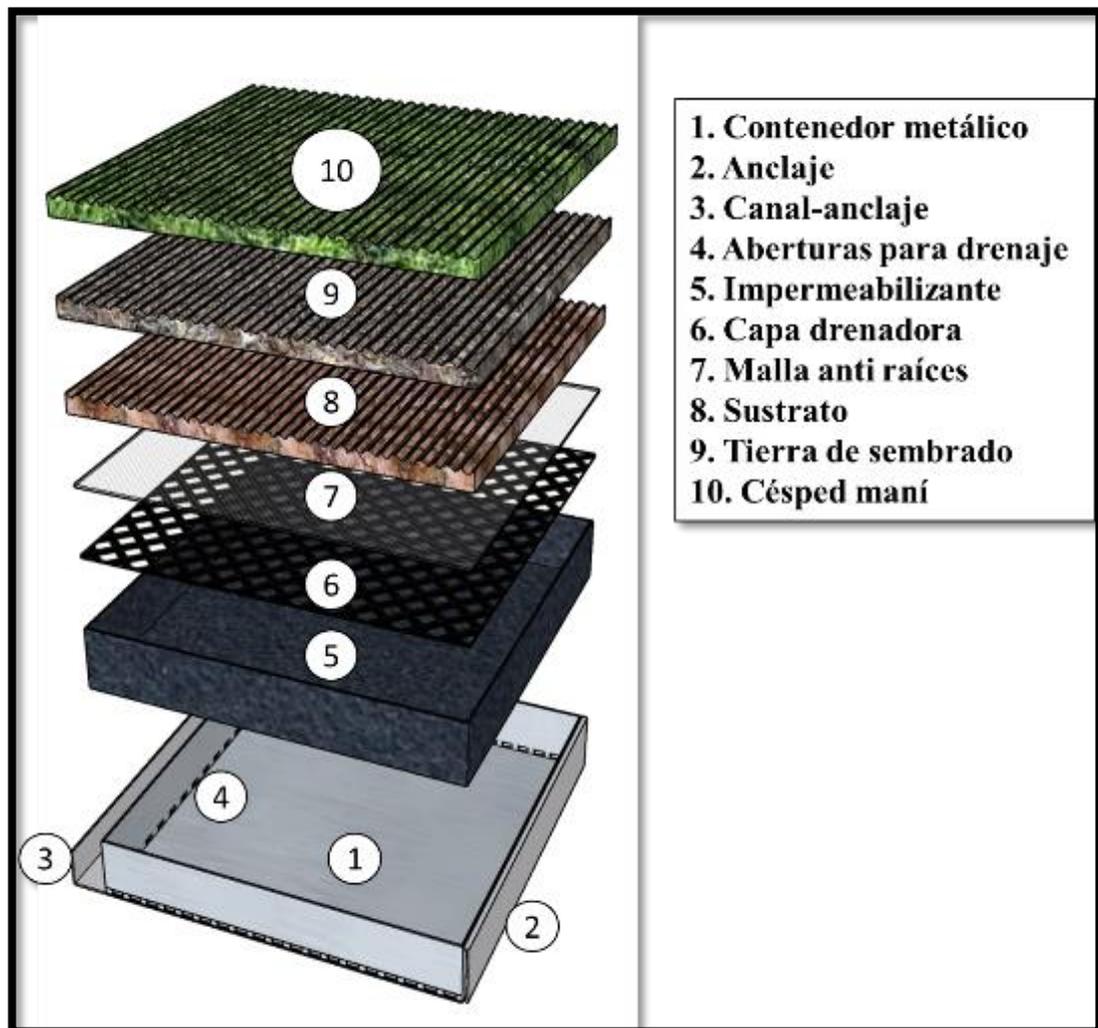
Otro factor importante que desarrolló el panel son las necesidades hídricas y nutricionales para toda la cubierta, esto no varía ni por el ángulo de inclinación, ni por la insolación.

En cuanto a propiedades térmicas se pudo constatar que, debido a los materiales usados de baja inercia térmica, se lograría retener cantidades importantes de calor, algo muy necesario en cubiertas que necesitan mucha ventilación al interior.

Mantener un mismo esquema básico en toda la cubierta, hace más fácil la aplicación en una determinada superficie, y esto no varía con la forma o inclinación de la cubierta, siempre y cuando se fijen tacos para encajonar paneles perimetrales.

#### 4.4. Memoria técnica del panel ecológico

##### 4.4.1. Especificaciones técnicas



**Imagen 35.** Cubiertas inclinadas  
**Elaboración:** Zambrano Wilson, 2018

**1.- Contenedor metálico:** es una caja de aluminio, ya que es altamente resistente, higiénica, impermeable y neutra al magnetismo. Apta para largos periodos de almacenaje, además es impermeable a la humedad y resistente a la corrosión. Por otro lado, es estanca y resistente a las oscilaciones térmicas, por lo que mantiene durante un largo tiempo la temperatura interna. El aluminio es un material robusto, estable, resistente a los golpes ya que absorbe los golpes y caídas con la deformación. Resistente a las oscilaciones térmicas (-40°C a +180°C)

**2.- Anclaje:** Son piezas de aluminio adheridas a la caja principal para que cada panel vaya unido al siguiente, en la parte posterior; es un objeto en forma de U invertida que resiste la pieza que se dispone en la parte frontal, que se asemeja a la letra L.

**3.- Canal- Anclaje:** Es un elemento de aluminio que tiene doble función, el de anclarse a otra pieza, y de servir de canal para el filtro de agua.

**4.- Aberturas para drenaje:** Son pequeños agujeros de 2.5cm x 1cm, que están dispuestas a lo largo de tres de las cinco caras del panel.

**5.- Impermeabilizante:** Es una emulsión bituminosa aditiva con resina y polímeros que contribuyen en el relleno de micro-fisuras en la superficie. Además, es un producto de base acuosa, pesa 4.08 kg por galón.

**6.- Malla drenante:** es un material textil plano, permeable, de apreciada deformabilidad formado por fibras.

**7.- Malla anti raíces:** es una malla que, colocada sobre el suelo, impide que las hierbas crezcan ya que la luz solar no puede llegar a sus semillas. Es una malla de polipropileno de rafia tejida muy tupida y resistente que permite el paso del agua y del aire, pero bloquea el paso de la luz solar

**8.- Sustrato:** está conformado por 80% de turba rubia, 10% de perlita y 10% de arena de río.

**9.- Tierra de sembrado:** conocido también como humus, son desechos vegetales como hojas u otros residuos orgánicos.

**10.- Césped maní:** es una planta nativa de América del sur, es perenne, de crecimiento rastrero y se propaga por semillas o estolones. Se adapta a diferentes condiciones

ambientales, tolera encharcamiento, sequías prolongadas y crece bien al sol o a la sombra.

#### 4.4.2. Tipos de vegetación

Además del césped maní, el proyecto sugiere el uso de plantas de tipo comunes y fáciles de conseguir, la maduración deberá contar con un espesor entre 3 hasta 15 cm, a este tipo de vegetación no es necesario suministrarle nutrientes ni gran cantidad de agua, por lo que debe tener buena capacidad de retención. A continuación, se muestran las especies ideales para la conformación del panel:



**Agrostis Tenuis**



**Bahia Grass**



**Festuca Alta**



**Festuca Ovina**



**Grama Bahiana**



**Arachis pintoi**

*Imagen 36.* Especies sugeridas para el panel  
*Elaboración:* Zambrano Wilson, 2018

**Tabla 16***Ficha Técnica del césped maní*

<b>Origen:</b>	<b>Suramérica (Brasil, Paraguay, Argentina y Uruguay)</b>
<b>Nombre científico:</b>	Arachis Pintoy
<b>Nombre común:</b>	Maní Forrajero
<b>Ciclo vegetativo:</b>	Perenne
<b>Forma de crecimiento:</b>	Rastrero y Estolonífero
<b>Altura:</b>	0,20 a 0,40 metros
<b>Utilización:</b>	Pastoreo, mejoramiento de suelos y cobertura en frutales
<b>Digestibilidad:</b>	Muy buena
<b>Palatabilidad:</b>	Muy buena
<b>Fertilidad del suelo:</b>	Media a buena
<b>Tolerancia a la sequía:</b>	Buena
<b>Tolerancia al frío:</b>	Media
<b>Altitud:</b>	0 a 1.800 m. s. n. m.
<b>Contenido promedio de proteína:</b>	17% a 20%
<b>Producción media de forraje:</b>	8-12 Ton. De MS/Ha con cortes cada 8 semanas
<b>Densidad de siembra:</b>	20-25 Kg/ha.
<b>Profundidad de siembra:</b>	1 a 2 cm.
<b>Asociación:</b>	Pastos
<b>Resistencia a plagas:</b>	Las enfermedades no causan daño serio o a largo plazo
<b>Época de siembra:</b>	Cuando la época de lluvias ya se encuentra bien establecida.
<b>Fertilización para el establecimiento:</b>	De acuerdo con el análisis de suelo.
<b>Información adicional:</b>	Posee baja tolerancia al encharcamiento, tiene buena producción de forraje y de buena calidad nutricional

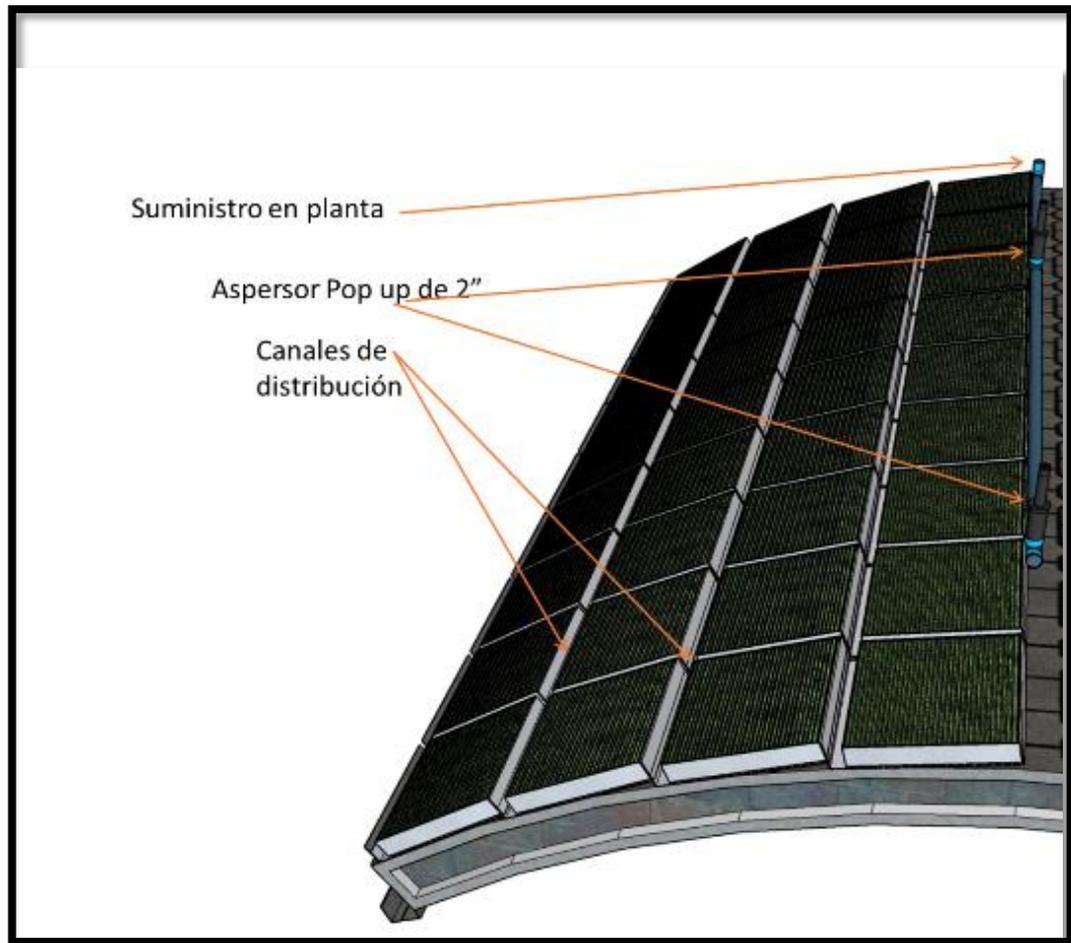
*Fuente:* Arandu agrícola, 2016

**Tabla 17***Ficha Técnica del césped agrostis*

<b>Origen:</b>	<b>Península ibérica</b>
<b>Nombre científico:</b>	Agrostis tenuis
<b>Nombre común:</b>	Agrostis, heno ahumado
<b>Ciclo vegetativo:</b>	Perenne
<b>Forma de crecimiento:</b>	Rastrero
<b>Altura:</b>	0,20 a 0,40 metros
<b>Utilización:</b>	Pastoreo, mejoramiento de suelos y cobertura en frutales
<b>Digestibilidad:</b>	Muy buena
<b>Palatabilidad:</b>	Muy buena
<b>Fertilidad del suelo:</b>	Media a buena
<b>Tolerancia a la sequía:</b>	Media
<b>Tolerancia al frío:</b>	Buena
<b>Altitud:</b>	0 a 1.800 m. s. n. m.
<b>Densidad de siembra:</b>	20-25 Kg/ha.
<b>Profundidad de siembra:</b>	1 a 2 cm.
<b>Asociación:</b>	Pastos
<b>Resistencia a plagas:</b>	Las enfermedades no causan daño serio o a largo plazo
<b>Época de siembra:</b>	Cuando la época de lluvias ya se encuentra bien establecida.
<b>Fertilización para el establecimiento:</b>	De acuerdo con el análisis de suelo.
<b>Información adicional:</b>	Posee baja tolerancia al encharcamiento, tiene buena producción de forraje y de buena calidad nutricional

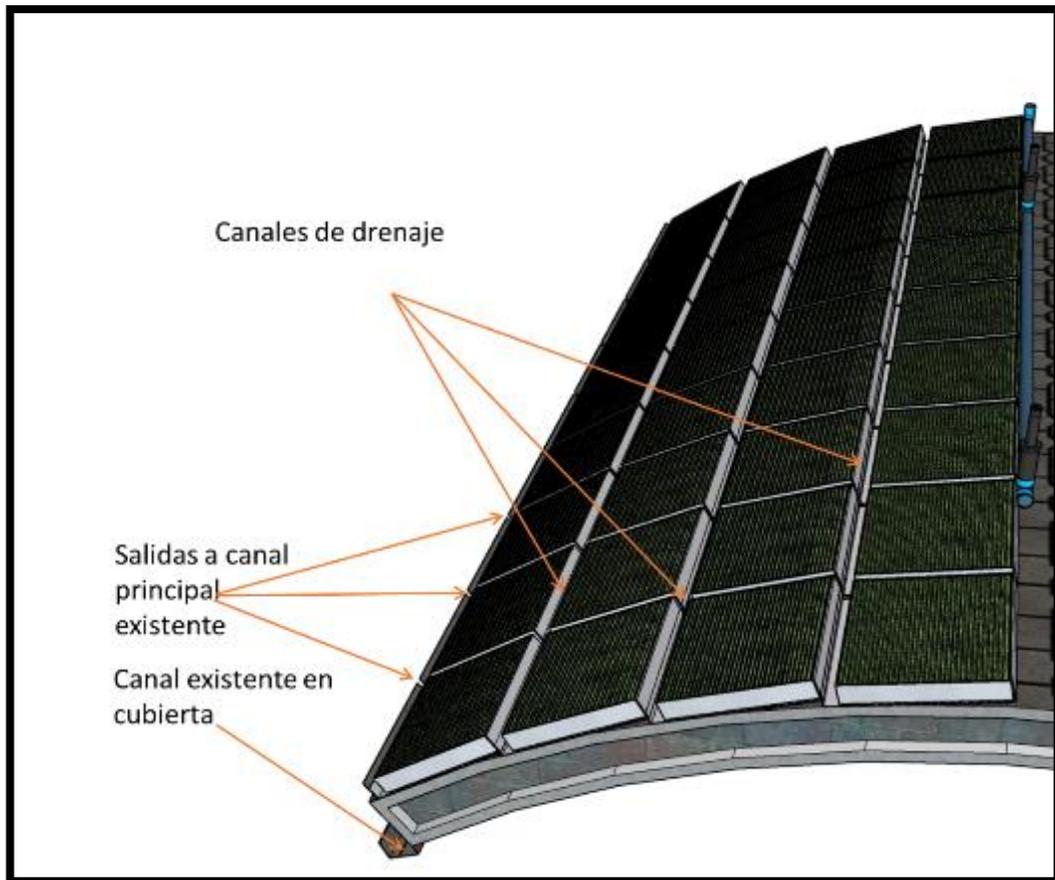
*Fuente:* Arandu agrícola, 2016

#### 4.4.3. Sistema de riego



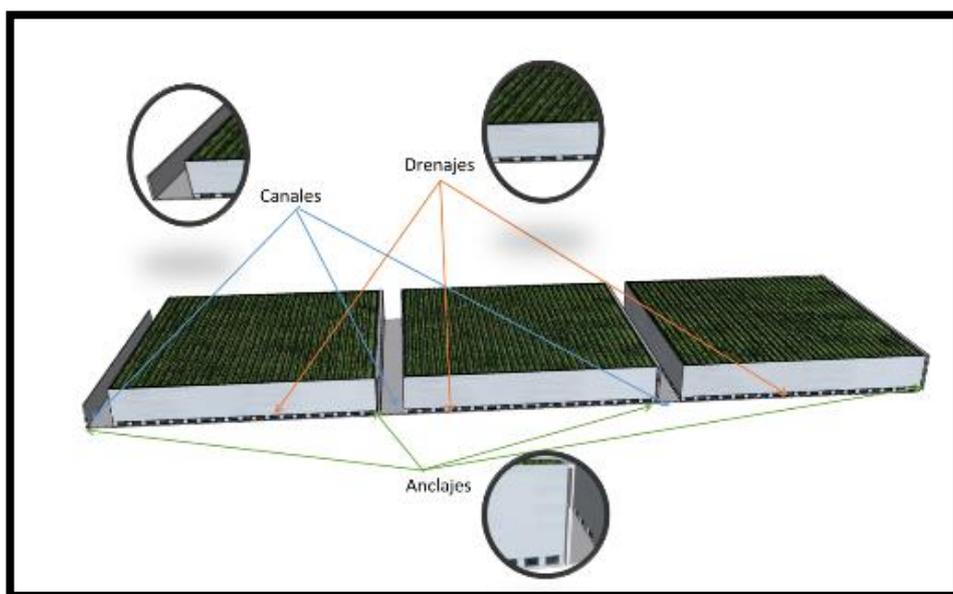
*Imagen 37.* Sistema de riego  
*Elaboración:* Zambrano Wilson, 2018

#### 4.4.4. Sistema de drenaje



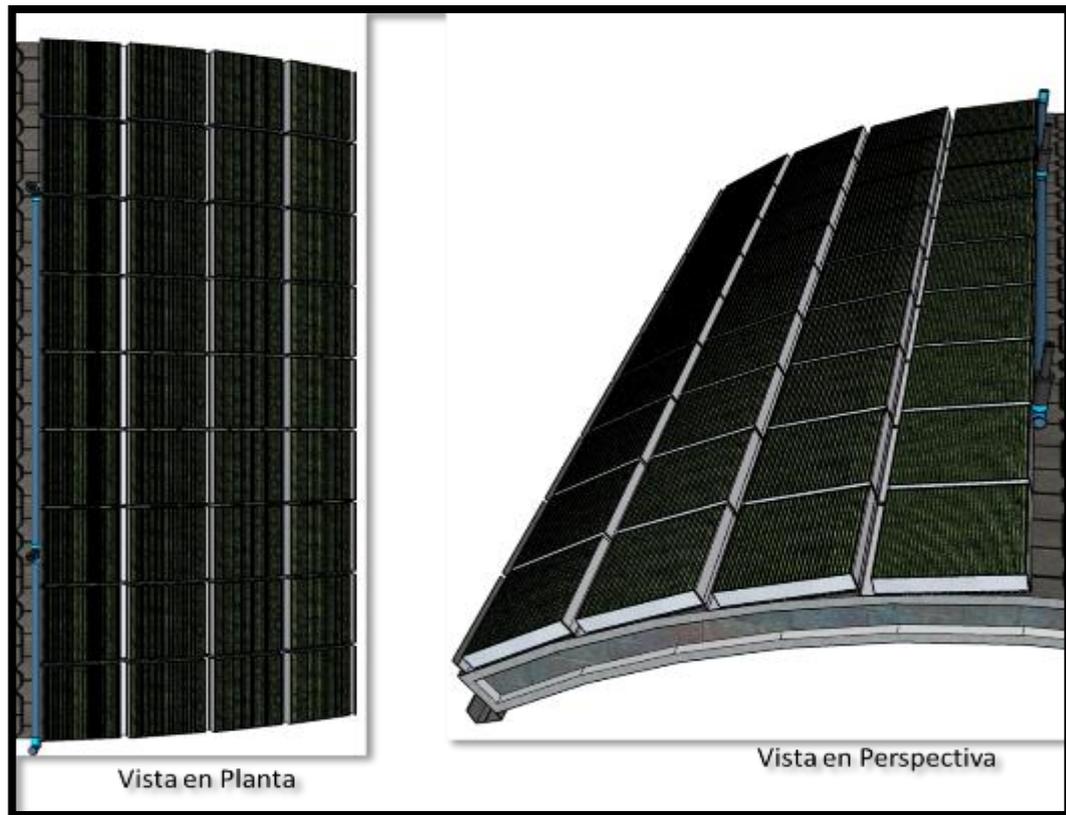
*Imagen 38.* Sistema de riego  
*Elaboración:* Zambrano Wilson, 2018

#### 4.4.5. Aplicaciones



*Imagen 39.* Aplicaciones  
*Elaboración:* Zambrano Wilson, 2018

#### 4.4.6. En planta y en perspectiva



*Imagen 40.* Aplicaciones  
*Elaboración:* Zambrano Wilson, 2018

#### 4.5. Presupuesto de cubierta

**Tabla 8**

*Presupuesto referencial de panel ecológico – precio por m<sup>2</sup>*

Item	Descripción	Unidad	Precio Unitario
	Plancha de aluminio		
1	2mm	U	22,00
2	Impermeabilizante	gln	15,00
3	Membrana drenante	U	18,00
4	Capa antirraíces	m <sup>2</sup>	8,00
3	Sustrato	m <sup>2</sup>	5,40
4	Tierra de sembrado	m <sup>2</sup>	3,00
5	Césped maní	u	4,00
6	Peón jardinero	global	3,30
7	Herramineta menor	global	1,00
8	Costos Indirectos	global	1,00

**Precio por panel: \$30.00**

---

**Total                    \$                    80,70**

## CONCLUSIONES

- Se analizó, los usos de suelos del sector elegido, además de las funciones de cada cubierta en el sector industrial en esta zona de Guayaquil, con esto se estableció la aplicación de la propuesta, distinguiendo la forma de las mismas para adecuar la estructura existente y las sujeciones con el elemento proyectado; de esta manera, la investigación considera la perspectiva de cubrir un total de 190.840 m<sup>2</sup> techados con paneles ecológicos.
- Se realizó la investigación de los distintos componentes de un panel ecológico para cubiertas, determinando qué tipo de vegetación es la adecuada según la climatología del sector; ésta es el césped maní o maní forrajero, además de otros componentes útiles eficientes y ligeros como el *humos* usado como sustrato, también los demás elementos como la malla anti raíces y drenantes, que son importantes para el mantenimiento del conjunto final y su adaptación en las superficies elevadas de las distintas fábricas del sector.
- Se observó los comportamientos de las muestras realizadas, desde su fecha de producción final como día uno, hasta el mes completo; capturando el crecimiento progresivo de la especie elegida y el espesor total del panel; lo que concluye en la afirmación de que hay un mayor descenso en la temperatura al interior del módulo techado, sin importar la cantidad de riegos que se realicen; pero sí el espesor del sustrato.
- En cuanto a la comprobación de cuál es la capa que mejor ayuda a reducir temperaturas al interior de la edificación, se experimentó que cuando el follaje es mucho más denso y el espesor de las capas en la cubierta mayor, se registra las disminuciones de temperatura, y para precisar esta afirmación se consideró que las reducciones de calor se presentaron con mayores éxitos cuando en el total de las capas del panel, fue utilizado un mayor contenido de material mineral, que cuando se usó en mayor proporción el material orgánico.
- Otra acotación importante es que la capa de sustrato mineral retiene menos agua, por lo tanto, existe una menor evaporación, esto quiere decir que se lograría menor transferencia de energía del aire circundante hacia las partículas de agua que se evaporan del sustrato; en definitiva, también se demuestra un

mejoramiento del aire exterior en las edificaciones en el que se pretende instalar los paneles ecológicos.

- En referencia a las variaciones de temperatura presentadas en los experimentos, se puede concluir que se deben a la humedad que aportan las capas, como el sustrato y la vegetación en el panel; la importancia de comprobar esta afirmación radica en que las edificaciones pueden ser mucho tener espacios muchos más frescos con menor esfuerzo, e inclusive pueden prescindir de mecanismos de climatización.
- En referencia al mantenimiento, se determinó que la mejor manera de contribuir con un techo verde para cubiertas industriales, es la aplicación de diseños de paneles ecológicos mediante naturación extensiva; debido a que este tipo de vegetación es de mantenimiento bajo y de peso ligero, ideal para superficies cubiertas existentes y que consideran cargas temporales como lluvias o vegetación caduca.

## RECOMENDACIONES

- El riego que se aplicará a los paneles pueden ser del tipo aspersores, los mismos que poseen la opción de programación para el riego según las necesidades de las especies. Debido a que al diseñar cada cubierta se agruparon las especies según sus necesidades hídricas los aspersores tendrán un flujo y tiempo de riego acorde a la necesidad del grupo vegetal para el que se direcciona, haciendo mucho más factible y provechoso el riego.
- Dado que en el proyecto se analiza un diseño que contempla cubiertas industriales del sector privado, se sugiere la consideración de visitas periódicas, tipo mantenimiento, al menos una vez al año, para que con el debido cuidado de cada una de los paneles puedan ofrecer su máximo beneficio en todo el sector en conjunto, como mantener lugares frescos al interior y exterior de la edificación.
- En caso de ser reestructurados los tumbados actuales por losas, en ocasiones puntuales, tales son el caso de las losas inaccesibles, pueden readecuarse los paneles que se determinaron para el recubrimiento de los éstos espacios rediseñados, ya que la naturación extensiva no contempla diseños con espacios transitables en específico, al no ser jardines que pueden ser visitados por el público en general, solo personal autorizado.
- Sobre el tema costos, se sugiere un precio de \$80.27 por cada m<sup>2</sup>, sin embargo, por cada caja de la cubierta, el valor referencial es de \$30, estos costes se consideran por el producto obtenido, mas no por los valores de instalación, ya que se podrían instalar con facilidad, sin intervención técnica especializada.

## BIBLIOGRAFÍA

- HORIZONTES, S. &. (24 de Enero de 2009). *arquitecturaleo.blogspot.com*. Recuperado el 4 de octubre de 2015, de [arquitecturaleo.blogspot.com](http://arquitecturaleo.blogspot.com/):  
<http://arquitecturaleo.blogspot.com/>
- <http://www.tiposdeinvestigacion.com/>. (s.f.). Recuperado el 3 de octubre de 2015, de <http://www.tiposdeinvestigacion.com/>
- tiposdeinvestigacion. (s.f.). Recuperado el 3 de Octubre de 2015, de <http://www.tiposdeinvestigacion.com/>
- Ministerio de Coordinación de la política y gobiernos autonomos descentralizados. (2011). *Código orgánico de organización territorial, autonomia y descentralización*. (Primera ed.). Quito, Ecuador.
- Subgerencia cultural del Banco de la República. (2015). *Ecología*. Recuperado el 02 de Febrero de 2016, de <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/ciencias/ecologia>
- Knaufinsulation. (2016). *Knaufinsulation.es*. Obtenido de Certificación Medioambiental de edificios: LEED, BREEAM, HQE, DGNB, VERDE: <http://www.knaufinsulation.es/certificacion-medioambiental-de-edificios-breeam-leed-hqe-dgnb-verde>
- Carrión, D. S. (2011). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización COOTAD*. Guayaquil: Gobiernos Autónomos Descentralizados.
- Baruch, G. (1994). *Building Bioclimatic Chart*.
- Vitruvio Polion, M. L. (1955). *Los diez libros de arquitectura*. Roma: ALIANZA EDITORIAL.
- Clima Argentina. (30 de 12 de 2017). *Clima Argentina*. Recuperado el 19 de 08 de 2018, de <https://www.clima.com/noticias/los-paises-mas-contaminados-del-mundo>
- Serrano, P. (20 de 12 de 2016). *Certificados energéticos*. Recuperado el 12 de 07 de 2018, de <https://www.certificadosenergeticos.com/inercia-termica-construccion-edificios-eficientes>
- Guerra, M. (2012). *Arquitectura Bioclimática como parte fundamental para el ahorro de energía en edificaciones*. El Salvador: Universidad Don Bosco.

- Haro, E. (2009). *Comportamiento de dos tipos de cubiertas vegetales, como dispositivo de climatización, para climas cálido sub-húmedos*. Colima, México: Universidad de Colima.
- Szokolay, A. &. (1997). *Thermal comfort, notes of passive and low energy architecture international* (Vol. 3). Brisbane: University of Queensland.
- Naciones Unidas. (2016). *Naciones Unidas*. Recuperado el 15 de 06 de 2018, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- Jácome, S. (23 de 10 de 2010). Un jardín a 22 metros del suelo. *Construcción*. (E. Comercio, Entrevistador) Grupo El Comercio.
- APIVE. (20 de 08 de 2018). *Asociación de Promotores Inmobiliarios de Viviendas en Ecuador*. Recuperado el 12 de 09 de 2018, de APIVE: <http://apive.org/informes/techos-verdes-jardines-verticales-podrian-guayaquil-una-ciudad-sustentable/>
- El Universo. (31 de 12 de 2017). Implementar techos verdes en Ecuador, meta de proyecto. *El Universo*.
- La Hora. (20 de 02 de 2018). Bióloga ecuatoriana inicia proyecto de ciudades verdes. *La Hora*.
- Monarq. (08 de 02 de 2018). *Monarq*. Recuperado el 12 de 09 de 2018, de <http://www.monarq.ec/planes-urbanos-de-cubiertas-y-muros-verdes/>
- SENPLADES. (2012). *SENPLADES*. Recuperado el 12 de 08 de 2018, de <https://docplayer.es/14462658-Folleto-informativo-proceso-de-desconcentracion-del-ejecutivo-en-los-niveles-administrativos-de-planificacion.html>
- CAF (Banco de Desarrollo de América Latina). (2017). *Diagnóstico y proyección de vulnerabilidades frente a la variabilidad y cambio climático en la ciudad de Guayaquil*. ICare Consult.
- Dicas Arquitectura. (01 de 06 de 2016). *Dicas Arquitectura*. Recuperado el 12 de 08 de 2018, de <https://dicasarquitectura.com.br/os-jardins-suspensos-da-babilonia/>
- Magill, J. D., Midden, K., Groninger, J., & Therrell, M. (2011). *A History and Definition of Green Roof Technology with Recommendations for Future Research*.
- Senplades. (2012). *GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL ESCALA 1: 25 000*. Senplades, Inec, Sigagro, Ministerio de defensa, Instituto espacial Ecuatoriano, Sistema Nacional de Información. Ministerio de defensa Nacional.

- Grancharov, R. (2013). *Green Roofs, Histiry and The present*. (1. G. Workshop, Ed.)  
Sofía, Bulgaria.
- Velasteguí, E. (2017). *Diseño de cubiertas verdes en el Colegio Sagrados Corazones como recurso contra el déficit de áreas verdes en Guayaquil, Ecuador*.  
Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Arias, A. (2014). *DISEÑO DE CUBIERTAS AJARDINADAS EN ESPACIOS COMERCIALES*. Quito, Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Universia Costa Rica. (04 de 2017 de 2017). *Universia Costa Rica*. Recuperado el 04 de 03 de 2018, de  
<http://noticias.universia.cr/educacion/noticia/2017/09/04/1155475/tipos-investigacion-descriptiva-exploratoria-explicativa.html>

## ANEXOS

### Anexo 1



Universidad Laica  
VICENTE ROCAFUERTE  
de Guayaquil

**Facultad:** Ingeniería, Industria y Construcción  
**Carrera:** Arquitectura  
**ENCUESTA A LOS HABITANTES DEL SECTOR**

**1. ¿Ha escuchado o tiene conocimiento de los techos ecológicos?**

Totalmente de acuerdo	<input type="checkbox"/>
Muy de acuerdo	<input type="checkbox"/>
De acuerdo	<input type="checkbox"/>
Parcialmente de acuerdo	<input type="checkbox"/>
En desacuerdo	<input type="checkbox"/>

**2. ¿Le gustaría que en su sector se implementen cubiertas con características ecológicas?**

Totalmente de acuerdo	<input type="checkbox"/>
Muy de acuerdo	<input type="checkbox"/>
De acuerdo	<input type="checkbox"/>
Parcialmente de acuerdo	<input type="checkbox"/>
En desacuerdo	<input type="checkbox"/>

**3. ¿Considera oportuno el uso de techos ecológicos para la reducción de la contaminación ambiental?**

Totalmente de acuerdo	<input type="checkbox"/>
Muy de acuerdo	<input type="checkbox"/>
De acuerdo	<input type="checkbox"/>

Parcialmente de acuerdo


En desacuerdo

**4. ¿Cree que la implementación de éstas cubiertas tendría la suficiente acogida en el sector industrial?**

Totalmente de acuerdo


Muy de acuerdo

De acuerdo

Parcialmente de acuerdo

En desacuerdo

**5. ¿Considera que las elaboraciones de productos nacionales tienen la misma calidad los productos internacionales?**

Totalmente de acuerdo


Muy de acuerdo

De acuerdo

Parcialmente de acuerdo

En desacuerdo

**6. ¿Usaría o recomendaría una cubierta ecológica en viviendas?**

Totalmente de acuerdo


Muy de acuerdo

De acuerdo

Parcialmente de acuerdo

En desacuerdo

## Anexo 2



Universidad Laica  
VICENTE ROCAFUERTE  
de Guayaquil

**Facultad:** Ingeniería, Industria y Construcción  
**Carrera:** Arquitectura  
**ENCUESTA A PROFESIONALES**

**1. ¿Considera importante la elaboración de cubiertas ecológicas?**

Totalmente de acuerdo


Muy de acuerdo

De acuerdo

Parcialmente de acuerdo

En desacuerdo

**2. ¿Cree que éstas cubiertas llegarían a reducir la huella ecológica?**

Totalmente de acuerdo


Muy de acuerdo

De acuerdo

Parcialmente de acuerdo

En desacuerdo

**3. ¿Cree que éste cubierta deba considerar aspectos térmicos y acústicos para el confort del interior de la edificación?**

Totalmente de acuerdo


Muy de acuerdo

De acuerdo

Parcialmente de acuerdo


En desacuerdo

**4. ¿Cree que se puede elaborar una cubierta ecológica capaz de resistir cargas adicionales o humedades?**

Totalmente de acuerdo


Muy de acuerdo

De acuerdo

Parcialmente de acuerdo

En desacuerdo

**5. ¿Cree que éste producto llegaría a comercializarse con facilidad?**

Totalmente de acuerdo


Muy de acuerdo

De acuerdo

Parcialmente de acuerdo

En desacuerdo

**6. ¿Recomendaría la colocación de una cubierta ecológica en una edificación industrial?**

Totalmente de acuerdo


Muy de acuerdo

De acuerdo

Parcialmente de acuerdo

En desacuerdo

# **Anexo 3.- Planos**





- CENTROS COMERCIALES
- CENTROS EDUCATIVOS
- CENTRO RELIGIOSO
- RESIDENCIAS
- OFICINAS
- INDUSTRIAS Y BODEGAS

Sector industrial en Guayaquil-Av. Juan Tanca Marengo, Av. Benjamín Carrión,  
Calle Felipe Pezo Campuzano y calle 7ma

Esc. 1:5000



UNIVERSIDAD  
LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL

FACULTAD  
INGENIERIA INDUSTRIAL Y CONSTRUCCION

PROYECTO DE TITULACION

AUTORES:

UBICACION:



TUTOR:

CONTIENE:

IDENTIFICACION DE USO DE SUELOS

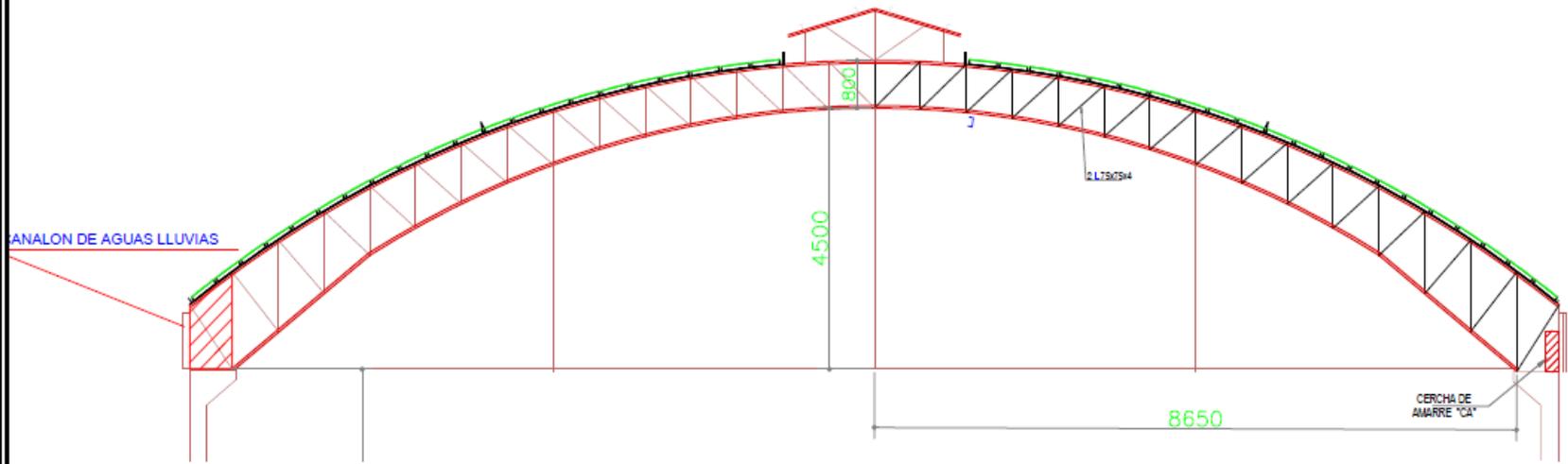
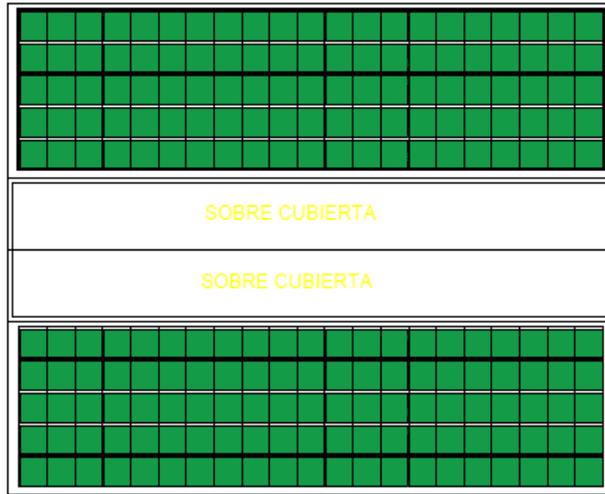
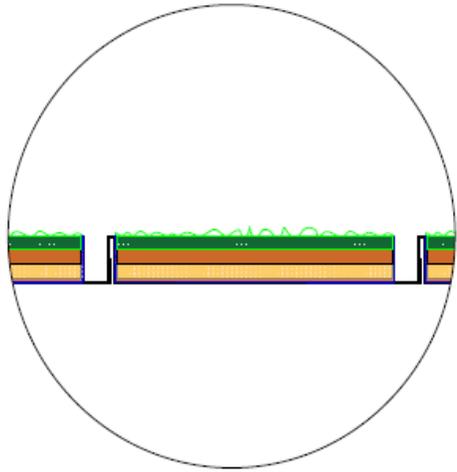
PROYECTO:

"ELABORACION DE UN PROTOTIPO DE DISEÑO DE UN PANEL ECOLOGICO PARA CUBIERTAS EN EDIFICIOS INDUSTRIALES"

FECHA:  
NOVIEMBRE  
2018

LAMINA  
**2**





Cubierta tipo semicircular propuesta

Esc. 1:100



UNIVERSIDAD  
LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAGUIL

FACULTAD  
INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION

PROYECTO DE TITULACION

AUTORES:

UBICACION:



TUTOR:

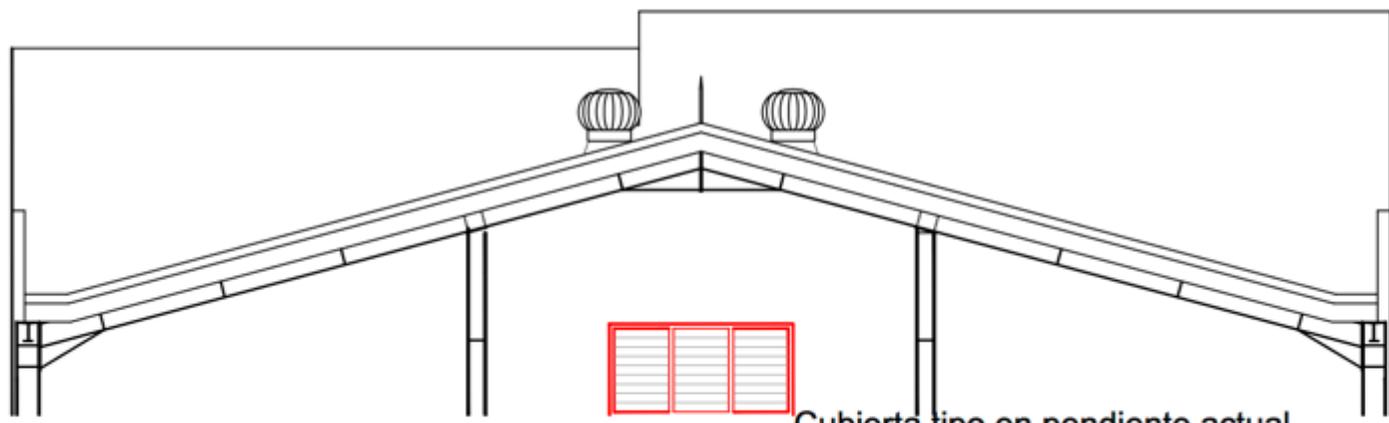
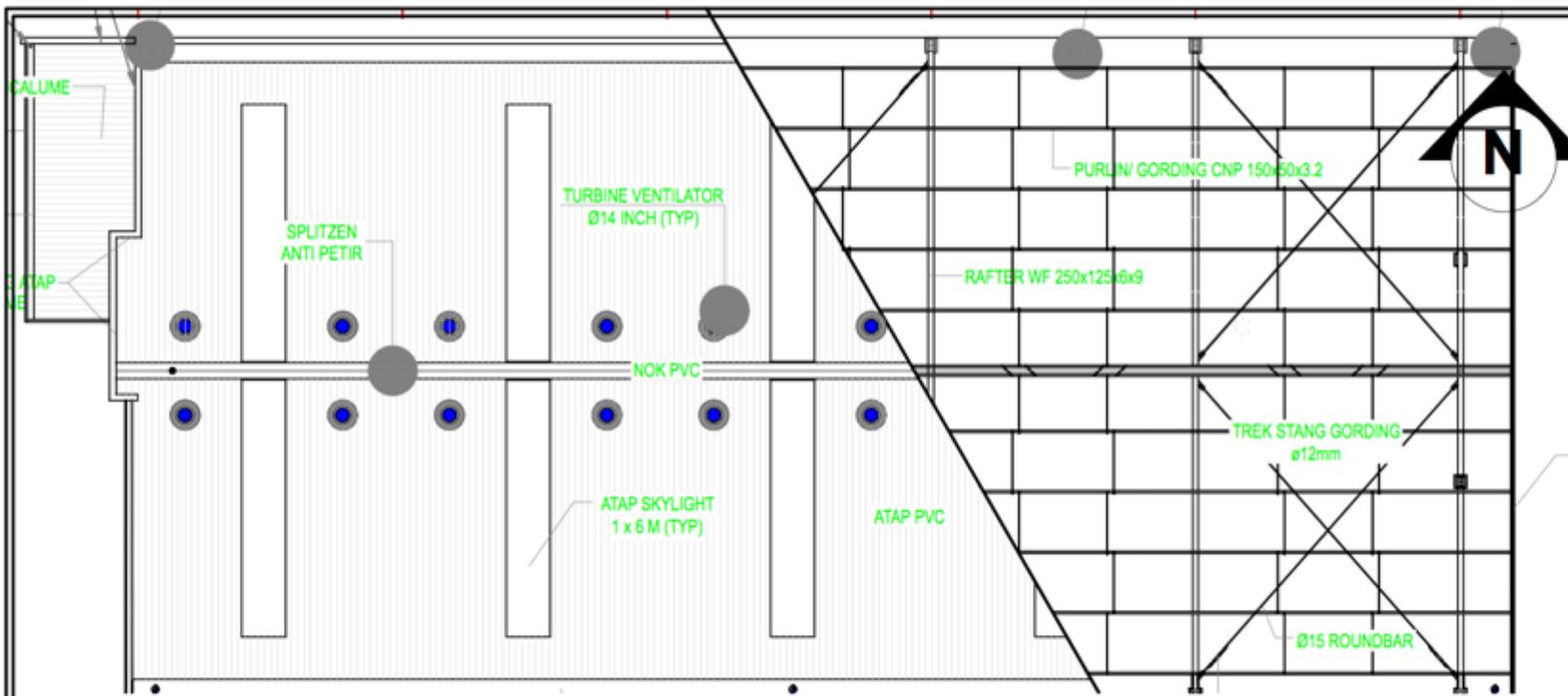
CONTIENE:

CUBIERTA SEMICIRCULAR  
CON PANEL ECOLOGICO

PROYECTO:  
"ELABORACION DE UN  
PROTOTIPO DE DISEÑO DE  
UN PANEL ECOLOGICO  
PARA CUBIERTAS EN  
EDIFICIOS INDUSTRIALES"

FECHA:  
NOVIEMBRE  
2018

LAMINA:  
**4**



Cubierta tipo en pendiente actual

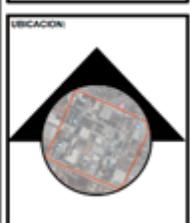
Esc. 1:100



UNIVERSIDAD  
LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

AUTORES:



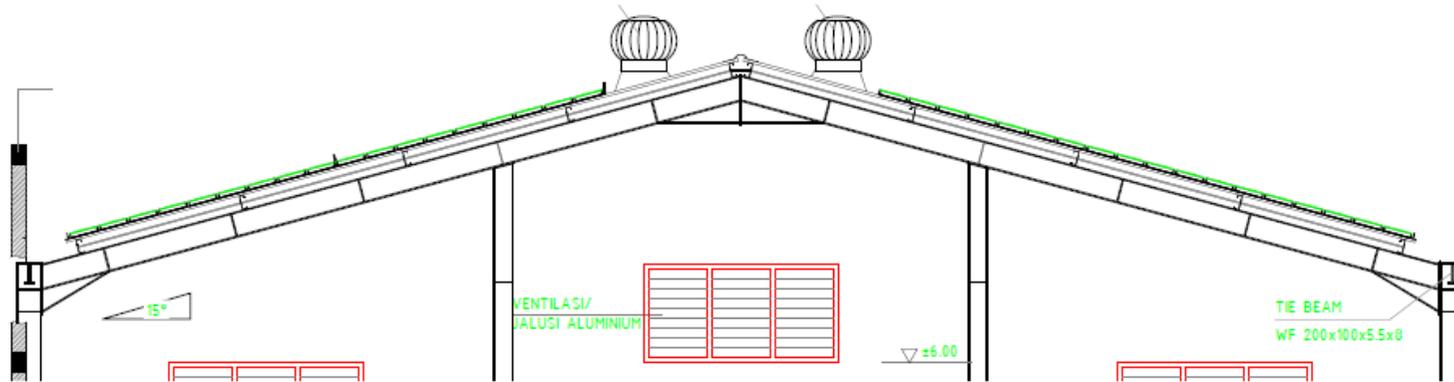
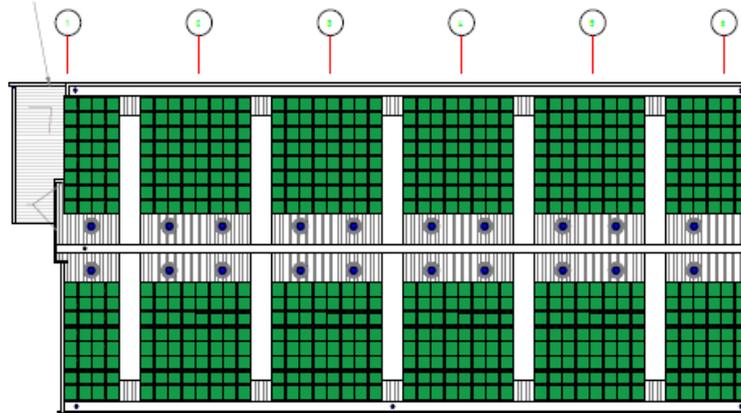
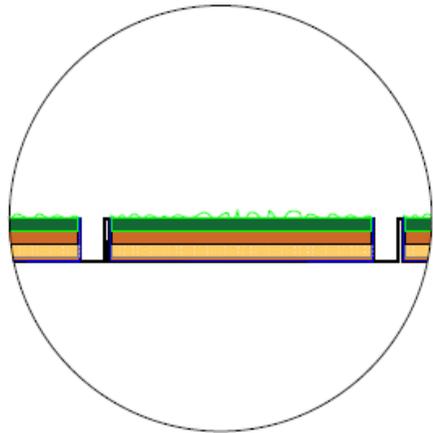
TUTOR:

CONTIENE:  
CUBIERTA EN PENDIENTE  
ACTUAL

PROYECTO:  
"ELABORACIÓN DE UN  
PROTOTIPO DE DISEÑO DE  
UN PANEL ECOLÓGICO  
PARA CUBIERTAS EN  
EDIFICIOS INDUSTRIALES"

FECHA:  
NOVIEMBRE  
2018

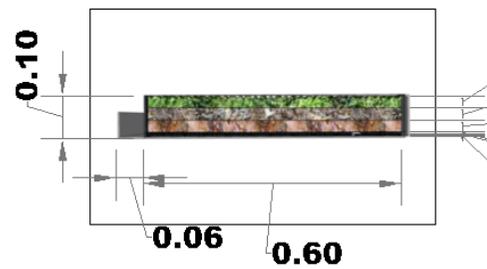
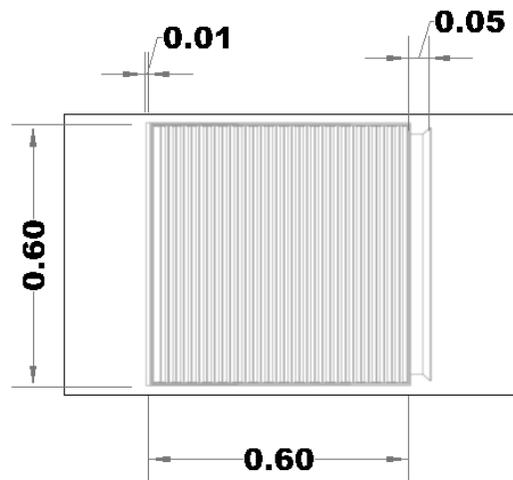
LÁMINA:  
**5**



Cubierta en pendiente actual

Esc. 1:100

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE QUAYAGUIL	
FACULTAD INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCION	
PROYECTO DE TITULACION	
AUTORES:	
UBICACION: 	
TUTOR:	
CONTIENE: CUBIERTA EN PENDIENTE CON PANEL ECOLOGICO	
PROYECTO: "ELABORACION DE UN PROTOTIPO DE DISEÑO DE UN PANEL ECOLOGICO PARA CUBIERTAS EN EDIFICIOS INDUSTRIALES"	
FECHA: NOVIEMBRE 2018	LAMINA: <b>6</b>



UNIVERSIDAD  
LAICA VICENTE ROCAFUERTE  
DE GUAYAQUIL

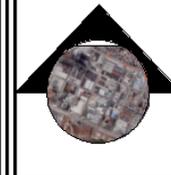
ESCUELA POLITÉCNICA

FACULTAD  
INGENIERIA INDUSTRIAL Y CONSTRUCCION

PROYECTO DE TITULACION

AUTORES:

UBICACION:



TUTOR:

CONTENIDO:

CUBIERTA EN PENDIENTE CON  
PANEL ECOLOGICO

PROYECTO:

"ELABORACION DE UN  
PROTOTIPO DE DISEÑO DE  
UN PANEL ECOLOGICO  
PARA CUBIERTAS EN  
EDIFICIOS INDUSTRIALES"

FECHA:  
NOVIEMBRE  
2018

LAMINA:  
7

## Anexo 4.- Identificación de usos

### Grupo Mavesa

El Grupo Mavesa es una compañía que se encarga de la comercialización de maquinaria pesada, además de servicios técnicos y ensambles de piezas en venta, ubicada en las calles Juan Tanca Marengo y av. Benjamín Carrión, es la matriz de esta firma de automotores en la ciudad. Con respecto a la edificación, las áreas cubiertas, en su gran mayoría corresponden a la forma semicircular, con una extensión total de 17.010 m<sup>2</sup>; y en términos ecológicos se llega a considerar un diseño de naturación extensiva.

Mavesa			
Función	Tipo de cubierta	Tipo de naturación	Superficie a intervenir
Bodega de Maquinaria Pesada	Semicircular	Extensiva	17010m2



Imagen 41. Identificación de Grupo Mavesa  
Elaboración: Zambrano Wilson, 2018

#### ▪ Compañía ecuatoriana del caucho

La Compañía Ecuatoriana del Caucho (ERCO) produce y vende llantas para autos y camiones y exporta el 35% de su producción, principalmente a los países andinos, ubicada en las calles Juan Tanca Marengo y Pedro J. Álvarez, es la única empresa en el país que realiza esta actividad. Con respecto a la edificación, las áreas cubiertas, en su gran mayoría corresponden a la forma semicircular, con una extensión total de 6436 m<sup>2</sup>; y en términos ecológicos se llega a considerar un diseño de naturación extensiva.

Compañía ecuatoriana del caucho			
Función	Tipo de cubierta	Tipo de naturación	Superficie A intervenir
Industria de cauchos	Semicircular	Extensiva	6436m2
			

Imagen 42. Identificación de Compañía ecuatoriana del caucho  
Elaboración: Zambrano Wilson, 2018

- **Arca Continental**

Arca Continental es una empresa dedicada a la producción, distribución y venta de bebidas no alcohólicas de las marcas propiedad de The Coca-Cola Company, ubicada en las calles Juan Tanca Marengo y calle Arquitecto Guillermo Cubillo Renella, es una de las plantas más grandes del país. Con respecto a la edificación, las áreas cubiertas, en su gran mayoría corresponden a la forma semicircular, con una extensión total de 18093 m<sup>2</sup>; y en términos ecológicos se llega a considerar un diseño de naturación extensiva.

Arca continental			
Función	Tipo de cubierta	Tipo de naturación	Superficie A intervenir
Industria de bebidas	Semicircular	Extensiva	18093m2
			

Imagen 43. Identificación de Compañía Arca Continental  
Elaboración: Zambrano Wilson, 2018

- **Industrias unidas y Juan Marcet**

Industrias unidas y Juan Marcet la primera se encarga de la fabricación de productos de pintura, y la segunda de papelería y su comercialización, además de servicios técnicos y ensambles de piezas en venta, ubicada en las calles Juan Tanca Marengo y av. Benjamín Carrión, es la matriz de esta firma de automotores en la ciudad. Con respecto a la edificación, las áreas cubiertas, en su gran mayoría corresponden a la forma semicircular, con una extensión total de 1788 m<sup>2</sup>; y en términos ecológicos se llega a considerar un diseño de naturación extensiva.

Industrias Unidas y Juan Marcet			
Función	Tipo de cubierta	Tipo de naturación	Superficie A intervenir
Pinturas y papelería	Semicircular	Extensiva	1788m2




*Imagen 44. Identificación de Industrias Unidas y Juan Marcet  
Elaboración: Zambrano Wilson, 2018*

- **Chaide & Chaide**

Chaide & Chaide es una compañía que se encarga de las almacenas colchones y demás productos fabricados por esta caompañía, ubicada en las calles Juan Tanca Marengo y av. Benjamín Carrión, es la matriz de esta firma de automotores en la ciudad. Con respecto a la edificación, las áreas cubiertas, en su gran mayoría corresponden a la forma semicircular, con una extensión total de 9353 m<sup>2</sup>; y en términos ecológicos se llega a considerar un diseño de naturación extensiva.

Chaide & Chaide			
Función	Tipo de cubierta	Tipo de naturación	Superficie A intervenir
Bodega de colchones	En pendiente	Extensiva	9353m2
			

Imagen 45. Identificación de Compañía Chaide & Chaide  
Elaboración: Zambrano Wilson, 2018

- **Vinos dos hemisferios**

Vinos dos hemisferios es una compañía que se encarga de la comercialización de vinos y su fabricación y expendio, ubicada en las calles Juan Tanca Marengo y av. Benjamín Carrión, es la matriz de esta firma de automotores en la ciudad. Con respecto a la edificación, las áreas cubiertas, en su gran mayoría corresponden a la forma semicircular, con una extensión total de 5946 m<sup>2</sup>; y en términos ecológicos se llega a considerar un diseño de naturación extensiva.

Vinos dos hemisferios			
Función	Tipo de cubierta	Tipo de naturación	Superficie A intervenir
Bodega de colchones	En pendiente y semicircular	Extensiva	5946m2
			

Imagen 46. Identificación de Compañía Vinos dos Hemisferios  
Elaboración: Zambrano Wilson, 2018

- **INSA y Bateparts**

El INSA y Bateparts es una compañía que se encarga de la comercialización e importación de equipos como baterías de autos, ubicada en las calles Juan Tanca Marengo y av. Benjamín Carrión, es la matriz de esta firma de automotores en la ciudad. Con respecto a la edificación, las áreas cubiertas, en su gran mayoría corresponden a la forma semicircular, con una extensión total de 3035 m<sup>2</sup>; y en términos ecológicos se llega a considerar un diseño de naturación extensiva.

INSA y Bateparts			
Función	Tipo de cubierta	Tipo de naturación	Superficie A intervenir
Transporte y logística	En pendiente	Extensiva	3035m2




*Imagen 47. Identificación de Compañía INSA y Bateparts  
Elaboración: Zambrano Wilson, 2018*

- **Bodegas San Jorge**

Las bodegas San Jorge es una compañía que se encarga de la almacenar productos de locales aledaños, ubicada en las calles Juan Tanca Marengo y av. Benjamín Carrión, es la matriz de esta firma de automotores en la ciudad. Con respecto a la edificación, las áreas cubiertas, en su gran mayoría corresponden a la forma semicircular, con una extensión total de 19428 m<sup>2</sup>; y en términos ecológicos se llega a considerar un diseño de naturación extensiva.

Bodegas San Jorge			
Función	Tipo de cubierta	Tipo de naturación	Superficie A intervenir
Bodegas y logística	En pendiente y semicircular	Extensiva	19428 m2
			

Imagen 48. Identificación de Compañía Bodegas San Jorge

Elaboración: Zambrano Wilson, 2018

- **Exportadora Ontaneda**

La exportadora Ontaneda es una compañía que se encarga de la logística de envíos de productos exportados, ubicada en las calles Juan Tanca Marengo y av. Benjamín Carrión, es la matriz de esta firma de automotores en la ciudad. Con respecto a la edificación, las áreas cubiertas, en su gran mayoría corresponden a la forma semicircular, con una extensión total de 19428 m<sup>2</sup>; y en términos ecológicos se llega a considerar un diseño de naturación extensiva.

Exportadora Ontaneda			
Función	Tipo de cubierta	Tipo de naturación	Superficie A intervenir
Bodegas y logística	En pendiente	Extensiva	19428 m2
			

Imagen 49. Identificación de Compañía Exportadora Ontaneda

Elaboración: Zambrano Wilson, 2018

- **Ecuatoriana de alimentos**

Ecuatoriana de alimentos es una compañía que se encarga de la comercialización y fabricación de productos condimentados, ubicada en las calles Juan Tanca Marengo y av. Benjamín Carrión, es la matriz de esta firma de automotores en la ciudad. Con respecto a la edificación, las áreas cubiertas, en su gran mayoría corresponden a la forma semicircular, con una extensión total de 15811 m<sup>2</sup>; y en términos ecológicos se llega a considerar un diseño de naturación extensiva.

Ecuatoriana de alimentos			
Función	Tipo de cubierta	Tipo de naturación	Superficie A intervenir
Industria de alimentos	En pendiente	Extensiva	15811 m2




*Imagen 50. Identificación de Compañía ecuatoriana de alimentos  
Elaboración: Zambrano Wilson, 2018*

- **Centuriosa**

Centuriosa es una compañía que se encarga de la comercialización equipos de refrigeración y climatización, ubicada en las calles Juan Tanca Marengo y av. Benjamín Carrión, es la matriz de esta firma de automotores en la ciudad. Con respecto a la edificación, las áreas cubiertas, en su gran mayoría corresponden a la forma semicircular, con una extensión total de 4897 m<sup>2</sup>; y en términos ecológicos se llega a considerar un diseño de naturación extensiva.

Centuriosa			
Función	Tipo de cubierta	Tipo de naturación	Superficie A intervenir
Industria de climatización	En pendiente	Extensiva	4897 m2




Imagen 51. Identificación de Compañía Centuriosa  
Elaboración: Zambrano Wilson, 2018

- **Inproel**

Inproel es de fabricar y comercializar productos e insumos eléctricos además de servicios técnicos, ubicada en las calles Juan Tanca Marengo y av. Benjamín Carrión, es la matriz de esta firma de automotores en la ciudad. Con respecto a la edificación, las áreas cubiertas, en su gran mayoría corresponden a la forma semicircular, con una extensión total de 5717 m<sup>2</sup>; y en términos ecológicos se llega a considerar un diseño de naturación extensiva.

Inproel			
Función	Tipo de cubierta	Tipo de naturación	Superficie A intervenir
Insumos eléctricos	En pendiente	Extensiva	5717 m2




Imagen 52. Identificación de Compañía Inproel  
Elaboración: Zambrano Wilson, 2018

- **Industria y bodega paraíso**

Industria y Bodega Paraíso es una compañía que se encarga de la almacenar productos de distintos locales, ubicada en las calles Juan Tanca Marengo y av. Benjamín Carrión, es la matriz de esta firma de automotores en la ciudad. Con respecto a la edificación, las áreas cubiertas, en su gran mayoría corresponden a la forma semicircular, con una extensión total de 9054 m<sup>2</sup>; y en términos ecológicos se llega a considerar un diseño de naturación extensiva.

Industria y Bodega Paraíso			
Función	Tipo de cubierta	Tipo de naturación	Superficie A intervenir
Industria de colchones	En pendiente	Extensiva	9054 m2




Imagen 53. Identificación de Compañía Industria y Bodega Paraiso  
Elaboración: Zambrano Wilson, 2018

- **Bodegas Paraíso**

Bodegas paraíso es una compañía que se encarga de la comercialización de colchones y sus demás artículos, ubicada en las calles Juan Tanca Marengo y av. Benjamín Carrión, es la matriz de esta firma de automotores en la ciudad. Con respecto a la edificación, las áreas cubiertas, en su gran mayoría corresponden a la forma semicircular, con una extensión total de 13805 m<sup>2</sup>; y en términos ecológicos se llega a considerar un diseño de naturación extensiva.

Bodegas Paraíso			
Función	Tipo de cubierta	Tipo de naturación	Superficie A intervenir
Industria de colchones	En pendiente	Extensiva	13805 m2
			

Imagen 54. Identificación de Compañía Bodegas Paraíso  
Elaboración: Zambrano Wilson, 2018

- **El café S.A.**

El café S.A. es una compañía que se encarga de la producción de productos a base de café, ubicada en las calles Juan Tanca Marengo y av. Benjamín Carrión, es la matriz de esta firma de automotores en la ciudad. Con respecto a la edificación, las áreas cubiertas, en su gran mayoría corresponden a la forma semicircular, con una extensión total de 20520 m<sup>2</sup>; y en términos ecológicos se llega a considerar un diseño de naturación extensiva.

El Café S.A.			
Función	Tipo de cubierta	Tipo de naturación	Superficie A intervenir
Industria del café	En pendiente	Extensiva	20520 m2
			

Imagen 55. Identificación de Compañía El Café S.A.  
Elaboración: Zambrano Wilson, 2018