

Mireya Elizabeth de la Cruz Bobadilla

PROYECTO PARA DISEÑO DE MUROS VERDES COMO ALTERNATIVA  
ECOLÓGICA EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE RESIDENCIALES  
VILLAS DE SAN LÁZARO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.



Asesor General Metodológico:  
Ingeniero Agrónomo Carlos Alberto Pérez Estrada.

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Arquitectura

Guatemala, diciembre 2,021

Informe final de graduación.

PROYECTO PARA DISEÑO DE MUROS VERDES COMO ALTERNATIVA  
ECOLÓGICA EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE RESIDENCIALES  
VILLAS DE SAN LÁZARO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Mireya Elizabeth de la Cruz Bobadilla

En el acto de investidura previo a su graduación como Licenciada en Arquitectura  
con énfasis Ambiental

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Arquitectura

Guatemala, diciembre 2,021

Informe final de graduación.

PROYECTO PARA DISEÑO DE MUROS VERDES COMO ALTERNATIVA  
ECOLÓGICA EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE RESIDENCIALES  
VILLAS DE SAN LÁZARO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Arquitectura:

Arquitecto Ricardo Dominique Cabrera Gaillard

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Arquitectura

Guatemala, diciembre 2,021

Esta tesis fue presentada por la autora,  
previo a obtener el título universitario de  
Licenciatura en Arquitectura con énfasis  
Ambiental.

## **Prólogo**

Como parte del programa de graduación, se realizó la propuesta de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala. Con el objetivo de reducir la problemática detectada por el aumento de la cantidad de arena utilizada para la construcción de viviendas que causa impacto negativo sobre el ambiente.

Como requisito previo para obtener el título académico de Licenciatura en Arquitectura con énfasis Ambiental, de conformidad a los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

La presente investigación surge para establecer parámetros adecuados del diseño de muros verdes y la implementación correcta, se compone de los temas de marco teórico: materiales de construcción, arena para construcción, construcción de viviendas, diseño, ambiente, recursos naturales utilizados para la construcción, materiales de construcción con impacto negativo al ambiente, muros verdes, ecología, alternativas ecológicas de construcción, diseño de muros verdes, botánica para muros verdes, reciclaje de aguas para muros verdes, base legal.

Se logró determinar por medio de las encuestas dirigidas a la junta directiva del residencial, que el aumento en la cantidad de arena causa dificultades a los residentes al afectar la calidad de vida y que para la implementación del proyecto de muros verdes se debe adecuar la infraestructura, así como concientizar en la ecología.

La presente investigación está integrada por los lineamientos necesarios para conocer los resultados siguientes: disposición del proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas, fortalecimiento de la unidad ejecutora, programa de capacitación a los habitantes en general.

## **Presentación**

El estudio del tema “Proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala” es la derivación de la investigación realizada y como requisito previo para optar al título universitario de Arquitectura con énfasis Ambiental, en el grado académico de Licenciatura, conforme a las disposiciones de la Universidad Rural de Guatemala y la Facultad de Arquitectura.

Para la elaboración de la investigación fueron empleados los siguientes métodos: el método científico para la recolección de la información de las fuentes primarias y secundarias; el marco lógico o estructura lógica para la elaboración del árbol de problemas y árbol de objetivos; el método deductivo para la identificación de la problemática; el método inductivo para la comprobación de la hipótesis; el método estadístico y el método de análisis para la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos; y el método de síntesis se utilizó para obtener las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación.

En esta investigación sustancial se determinó que el uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente en viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro afecta e impacta al aumento en la cantidad de arena utilizada, deriva consecuencias agravadas al ambiente y en la calidad de vida de los residentes del área. Es necesario implementar el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas para producir una mejora en el entorno ambiental, los múltiples beneficios aportan reducción de emisiones por el dióxido de carbono, paridades en la extracción de recursos naturales y su uso, control adecuado de la temperatura, reducción de efectos nocivos de los rayos solares, renueva los ecosistemas alterados y resuelve a una mejor calidad de vida, gracias al aporte en la purificación del aire, visualmente genera alivio contra el estrés diario y es saludable.

## **Índice general**

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
	Prólogo	
	Presentación	
	I. INTRODUCCIÓN.....	1
	I.1. Planteamiento del problema.....	2
	I.2. Hipótesis.....	2
	I.3. Objetivos.....	3
	I.3.1. General.....	3
	I.3.2. Específico.....	3
	I.4. Justificación.....	3
	I.5. Metodología.....	4
	I.5.1. Métodos.....	4
	I.5.2. Técnicas .....	7
	II. MARCO TEÓRICO.....	8
	III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	99
	IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	110
	IV.1. Conclusiones.....	110
	IV.2. Recomendaciones.....	111
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

### Índice de cuadros

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1	Diámetro, numero de partículas por gramo y superficie específica de los separados o fracciones de suelo.....	22
2	Listado de vegetaciones para muros verdes en interiores y exteriores .....	76-80
3	Listado de especies de plantas con tipología de enredaderas y expansivas aptas para muros verdes en interiores y exteriores.....	81-84
4	Listado de las especies de plantas suculentas con tipología resistente al clima caluroso (desértico) aptas para muros verdes exteriores, necesitan mucho sol y subsisten a la falta de agua.....	85-88
5	Existencia del aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.....	100
6	Opinión sobre el tiempo de aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.....	101
7	Personas con dificultades por el aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.....	102
8	Causa del aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.....	103
9	Opinión sobre la posible disminución en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.....	104
10	Existencia de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.....	105
11	Necesidad de implementar el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.....	106
12	Opinión sobre las acciones que se deben contemplar al momento de implementar el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.....	107



13 La falta de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas, afecta la calidad de vida de los residentes.....108

14 Implementación del proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.....109

## Índice de graficas

No.	Contenido	Página
1	Existencia del aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.....	100
2	Opinión sobre el tiempo de aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.....	101
3	Personas con dificultades por el aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.....	102
4	Causa del aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.....	103
5	Opinión sobre la posible disminución en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.....	104
6	Existencia de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.....	105
7	Necesidad de implementar el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.....	106
8	Opinión sobre las acciones que se deben contemplar al momento de implementar el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.....	107
9	La falta de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas, afecta la calidad de vida de los residentes.....	108
10	Implementación del proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.....	109

## Índice de imágenes

No.	Contenido	Página
1	Tipos de materiales de construcción.....	9
2	Esquema materiales de construcción y sus propiedades.....	16
3	Extracción de arena.....	18
4	Clases texturales del suelo.....	20
5	Casa pareada, en hilera unida con pared medianera.....	23
6	Línea de tiempo en viviendas.....	26
7	Tipología, viviendas pareadas y viviendas en hilera.....	28
8	Fases de proyecto y tipos de modelado.....	29
9	Desarrollo de diseño.....	31
10	Recursos naturales del ambiente.....	34
11	Gravera para la explotación de áridos granulares.....	37
12	Planta de tratamiento para lavado y clasificación de los áridos granulares...38	
13	Aplicaciones y usos de la cal.....	40
14	Concepto de yeso como mineral.....	41
15	Hornos para la fabricación del cemento.....	42
16	Diferentes productos de cerámica estructural.....	43
17	Piezas de vidrio en fachadas.....	43
18	Celdas de flotación, como método de separación de los componentes, para obtener los concentrados de metal.....	44
19	Degradación de la capa superior del suelo por construcción.....	46
20	Extracción de residuos materiales.....	47
21	Contaminantes por materiales de construcción en el agua.....	47
22	Extracción de materiales.....	49
23	Fabricación de bloque de concreto y teja.....	49
24	Fase de producción del ladrillo.....	50
25	Demolición de edificación.....	51

26	Preparación de la capa de rodadura de una carretera con el material bituminoso, junto con el árido, como componentes principales.....	52
27	Geomembrana para evitar filtraciones de pecinas.....	53
28	Muro verde en Málaga.....	54
29	Distribución de lluvia en superficies.....	56
30	Ciclo del agua.....	56
31	Geomallas HPED.....	57
32	Detalle, esquema de muro verde.....	58
33	Ejemplo de muro verde con plantas trepadoras.....	59
34	Ejemplo de estructura funcional en muro verde.....	60
35	Fachada de plaza Decorisima, zona 10.....	61
36	Fachada Distrito Miraflores, zona 11.....	61
37	Edificio Vitra, zona 14.....	62
38	Plaza Etú, zona 14.....	62
39	Cadena de niveles tróficos.....	64
40	Ernst Haeckel, primer biólogo en utilizar el término ecología.....	65
41	Construcción hecha de bambú.....	67
42	Arquitectura High Tech, Cúpula del parlamento alemán; Arquitecto Norman Foster.....	71
43	Capas de composición en muro verde.....	73
44	Despliegue de capas en muro verde.....	74
45	Proceso constructivo de jardines verticales.....	75
46	Línea de tratamiento artificial de aguas grises.....	90
47	Línea de tratamiento natural, proceso de humedales artificiales.....	90
48	Proceso de biofiltros.....	91
49	Proceso de recolección de agua de lluvia.....	91
50	Sistema de riego automatizado.....	92

## **I. INTRODUCCIÓN**

En cumplimiento con lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, previo a optar al título de Licenciatura en Arquitectura con énfasis Ambiental, se elabora y presenta la propuesta de “proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala”, tema tópicamente en análisis e investigación, de la que se espera resultados positivos y los logros que se propone: disminuir la cantidad de arena utilizada y minimizar el uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente.

El presente trabajo de investigación denota que existe problemática en el aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro mediante el uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente. El problema ocurre por la inexistencia de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica y se logra determinar por medio de las encuestas dirigidas a la junta directiva del residencial, que el aumento en la cantidad de arena causa dificultades a los residentes y que para la implementación del proyecto de muros verdes se debe adecuar la infraestructura, así como concientizar en la ecología.

El presente estudio se ha dividido en dos tomos, el tomo I con ocho títulos que son (prólogo; presentación; introducción; marco teórico; presentación y análisis de resultados; conclusiones y recomendaciones; bibliografía; anexos) y el tomo II con cinco títulos que son (prólogo; presentación; resumen; conclusiones y recomendaciones; anexos). Representa un enfoque analítico de los temas y las investigaciones que abarcan la problemática, torna en soluciones que favorezcan a los residentes y su calidad de vida; a la mejora del ambiente y sus efectos positivos en los próximos cinco años, es necesario implementar los procedimientos adecuados para la ejecución del proyecto.

### **I. 1. Planteamiento del problema**

El aumento en la cantidad de arena que es usada para construir viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala causa impacto negativo sobre el ambiente, forma una mala calidad de vida y crea efectos dañinos para los habitantes.

Por lo que la falta de acciones técnicas y operacionales representa inconformidades en los habitantes y preocupación por el deterioro ambiental.

Es necesario implementar un proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en la construcción de viviendas, esto genera la disposición de conservar y proteger el ambiente, así mismo mejora la calidad de vida de los habitantes, reduce el impacto nocivo y visual.

## **I. 2. Hipótesis**

Como parte de la investigación la hipótesis trabajada, se secciona y plantea en las siguientes dos partes:

### **I. 2. 1. Hipótesis causal:**

“El aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, durante los últimos 5 años, por uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente, es debido a la inexistencia de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica”.

### **I. 2. 2. Hipótesis interrogativa:**

¿Será la inexistencia de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica, la causante del aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, durante los últimos 5 años, por uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente?

## **I. 3. Objetivos**

Al analizar la problemática existente en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, que es el aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas y en búsqueda de la solución a este problema se plantean los siguientes objetivos:

### **I. 3. 1. General**

Disminuir la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa.

### **I. 3. 2. Especifico**

Minimizar el uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente en viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala.

### **I. 4. Justificación**

El aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, se debe al uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente que podrá ocasionar a largo plazo daños irreparables en la estructura de recursos naturales.

Los residentes han tenido dificultades por el aumento en la cantidad de arena mayormente por el mal manejo de los recursos para construcción.

De no ejecutarse el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, se corre el riesgo de que en los próximos cinco (5) años se aumente el uso de la cantidad de arena que se utiliza para la construcción de dichas viviendas y por ende incremento de los materiales con impacto negativo al ambiente que se utilicen para la construcción que afectan la calidad de vida de los residentes.

Al ejecutarse el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, se logrará: minimizar el uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente en las viviendas, se tendrá una mejor calidad de vida para los residentes y se reducirán los daños a los recursos naturales por la extracción exhaustiva de materias primas, lo que dará a espacio a que los recursos se puedan regenerar y poder hacer uso de ellos.

## **I. 5. Metodología**

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

### **I. 5. 1. Métodos**

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en el árbol de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados se expone a continuación:

#### **I. 5. 1. 1. Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis**

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales en el área del uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente en viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala. A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:



**Observación directa:** Esta técnica fue empleada previo a la investigación, se utilizó en la visualización del uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente en viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, a cuyo efecto, se observó la forma en que afectaba a los residentes.

**Investigación documental:** Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de obtener un historial que permitiera justificar el estudio mediante una proyección y correlación acerca de la problemática, así como los lineamientos y reglas que están establecidas en el residencial para poder realizar la propuesta.**Entrevista:** Al identificar y formar una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar al personal del área de la junta directiva de Residenciales Villas de San Lázaro, a efectos de poseer información fehaciente sobre la problemática detectada.

Al poseer una visión más clara sobre la problemática en el área del uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente en viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. La graficación de la hipótesis de encuentra en el anexo 1 o árbol de problemas e hipótesis de trabajo.

La hipótesis formulada de la forma indicada dictamina: “El aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, durante los últimos 5 años, por uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente, es debido a la inexistencia de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica”

El método del marco lógico permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como la facilidad de establecer la denominación del trabajo en cuestión.

#### **I. 5. 1. 2. Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis**

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

**Encuesta:** Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a la población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.

**Determinación de la población a investigar:** Para obtener una información más confiable, se determinó realizar censo y conocer los resultados de investigación conforme a la totalidad de 5 colaboradores del personal de la junta directiva de Residenciales Villas de San Lázaro; con lo que se conjetura que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

### **I. 5. 2. Técnicas**

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa y la investigación documental; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista, la encuesta y el censo.

Como se puede advertir fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **II. 1. Materiales de construcción:**

“Se refiere a materias primas o con frecuencia, productos elaborados para emplearlos en la construcción de edificios u obras. Los materiales son componentes de procesos constructivos de inmuebles, en sus inicios se ha modificado el entorno para adaptarlo a las diversas necesidades, valiéndose de todo tipo de materiales naturales y la línea del tiempo se perfecciona la tecnología a través de procesos sofisticados.” (Caballero, 2004)

### **Origen:**

“Naturalmente los materiales sin procesar se basan en piedra, madera, arcilla, metal, agua, estos se denominan componentes primos, los productos derivados de estos se basan en yeso, cemento, acero, vidrio, ladrillo todos ellos se denominan como materiales, los procesos constructivos en estos casos, se consideran materiales de construcción propiamente dichos.” (Caballero, 2004)

“Es viable encontrar un mismo material englobado en distintas categorías; la arena puede encontrarse como elemento constructivo como integridad de otros materiales de construcción como los morteros, también es parte como materia primordial en la producción de un material transformado como vidrio o fibra de vidrio.” (Caballero, 2004)

“Los materiales elaborados en la antigüedad hacen referencia al barro, la piedra, y fibras vegetales como madera o paja, en los materiales primitivos se observan tejidos y pieles, empleados como envolventes en las tiendas, o a modo de puertas y ventana. Seguidamente se utilizó por el hombre en la construcción los ladrillos de barro/adobe, que se remontan hasta el 13000 a. C, mientras que los primeros ladrillos de arcilla cocida que se conocen datan del 4000 a. C.” (Caballero, 2004, pág. 15)

Imagen 1: Tipos de materiales de construcción.



Fuente: (León, 2014)

**Características:**

“Particularmente los materiales de construcción se manejan en magnas cuantías, por lo que deben proceder de materias primas abundantes y de costo inferior. Por ello, se elaboran a partir de materiales de gran recurso momentáneo como arena, arcilla o piedra, por ende se conoce que estos recursos cesarán si continua la explotación más rápido de lo que se puedan regenerar.” (Caballero, 2004)

“Conviene que los procesos de producción solicitados efectúen poca energía y no sean excesivamente elaborados. Esta es la razón por la que el vidrio es considerablemente más caro que el ladrillo, ambos provienen de materias primas tan comunes como la arena y la arcilla, respectivamente.” (Caballero, 2004)

“Los materiales de constructivos cuentan con la capacidad de perdurar en la línea de tiempo, con usos adecuados persistentemente que satisfacen los propósitos de la utilización designada, como dureza, resistencia mecánica, elasticidad, resistencias a las inclemencias climáticas y un mantenimiento cómodo y sencillo.” (Caballero, 2004)

“Los materiales de construcción no efectúan paralelamente todas las necesidades requeridas, por ende la disciplina de la construcción es encargada de combinar los

materiales para satisfacer adecuadamente diversos factores que se presenten.”  
(Caballero, 2004)

### **Propiedades de los materiales:**

“Para utilizar y combinar convenientemente los materiales de construcción según los factores de trabajo, se deben conocer sus propiedades. Como requisito mínimo de garantía los materiales gozan de especificaciones detalladas. Entre las diferentes propiedades de los materiales se encuentran las siguientes:” (Bauverlag, 1982)

“Densidad, dependencia entre la masa y el volumen.

Higroscopicidad, capacidad para absorber el agua.

Coefficiente de dilatación, variación de dimensión en función de la temperatura.

Conductividad térmica, disposición de conducción con que un material permite el paso del calor.

Resistencia mecánica, capacidad de los materiales para tolerar esfuerzos.

Elasticidad, capacidad para recuperar la forma original al desaparecer el esfuerzo.

Plasticidad, deformación permanente del material ante una carga o esfuerzo.

Rigidez, la resistencia de un material a la deformación.”

### **Tipos de materiales:**

“En base a la materia prima utilizada para su producción de fábrica, los materiales de construcción se pueden clasificar en diversos grupos:” (Bauverlag, 1982)

#### **a. Materiales pétreos:**

“La piedra se puede utilizar directamente de la extracción sin proceso alguno, o como materia prima para instaurar otros materiales. Entre las tipologías de piedra comúnmente empleados en construcción destacan:” (Bauverlag, 1982)

**Granito:** “Tradicionalmente empleado en muros, edificaciones y en suelos por sus características. De esta piedra suele fabricarse:” (Bauverlag, 1982)

“Adoquín, ladrillo de piedra con el que se cementan caminamientos.

Mármol, en revestimientos en forma de losa o baldosa, por su ornamental.

Pizarra, alternativa a la teja, igualmente usada en suelos.

Caliza, piedra usada en la antigüedad, para paredes y muros.

Arenisca, piedra compuesta de arena cementada.”

**Grava:** “Generalmente canto rodado, mediante la pulverización y tratamiento de diferentes piedras, llega a la obtención de materia prima para producir la industria total de conglomerantes utilizados en construcción.” (Bauverlag, 1982)

**Cal:** “Óxido de calcio (CaO) manipulado como conglomerante en morteros y acabado protector de revestimientos.” (Bauverlag, 1982)

**Yeso:** “Sulfato de calcio semihidratado ( $\text{CaSO}_4 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$ ), conforma los guarnecidos y enlucidos.” (Bauverlag, 1982)

**Cemento:** “Utilidad del calcinamiento en piedra caliza y otros óxidos, se utiliza como conglomerante en varios materiales:” (Bauverlag, 1982)

“Terrazo, utiliza piedras de mármol como árido, se produce en forma de baldosa.

Piedra artificial, piezas prefabricadas con cemento, para diversas aplicaciones.

Fibrocemento, lámina desarrollada por cemento y fibras prensadas, conocida como fibra de vidrio.”

**Mortero:** “Formado por la mezcla de cemento y arena, se considera como material prefabricado mediante aditivos, es la pasta empleada para fijar todo tipo de materiales y utilizada como material de revestimiento.” (Bauverlag, 1982)

**Hormigón:** “Se produce por la composición de cemento mezclado con arena y grava, la cual conduce a diversas clasificaciones y modos de ejecución.” (Bauverlag, 1982)

“Puede utilizarse solo o armado.

Se emplea solo como relleno.

Sistema utilizado para erigir estructuras, conocido como hormigón armado.

Bloque de hormigón, asemeja a un ladrillo magno fabricado con hormigón.”

**Tabiques:** “Se establece por la combinación de yeso con cartón, material constructivo de notoriedad en la edificación actual, denominado como panel yeso.” (Bauverlag, 1982)

**Aislante térmico:** “Material de principio pétreo conseguido al fundir y estirar basalto, genera lana de roca, con uso en planchas rígidas.” (Bauverlag, 1982)

#### **b. Arena:**

“El componente principal es la sílice o dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) y se emplea a manera de conformar fracción de morteros y hormigones. De su compuesto químico se obtiene:” (Bauverlag, 1982)

“Vidrio, material cristalino obtenido del fundido de sílice.

Fibra de vidrio, empleada como aislante térmico o componente estructural.

Vidrio celular, un vidrio con burbujas manipulado como aislante eléctrico.”

#### **c. Arcilla:**



“Su contenido químicamente similar a la arena se compone por dióxido de silicio, óxidos de aluminio y agua. Su granulometría es más fina, al momento de ser humedecida opta por la consistencia plástica, este material al mezclarse con polvo y diferentes elementos propios del suelo forma el barro, material que se utiliza de dichas formas:” (Bauverlag, 1982)

“Barro, compactado "in situ" produce tapia; pared fabricada con tierra amasada.

Cob, mezcla de barro, arena y paja para construir muros, su forma de aplicación es manualmente.

Adobe, compuestos por ladrillos de barro o barro y paja, secados al sol.”

#### **d. Cerámicos:**

“Producido por la acción de calentar la arcilla a elevadas temperaturas 900 °C o más, resulta ser un compuesto consolidado, que crea los materiales:” (Bauverlag, 1982)

“Ladrillo, material ortoedro que conforma paredes y muros.

Teja, pieza cerámica consignada a canalizar el agua pluvial hacia el exterior

Gres, pasta de gran dureza y baja absorción de agua, empleado en pavimentos y revestimientos.

Azulejo, cerámica esmaltada y decorada, de variadas aplicaciones como revestimiento.”

#### **e. Metálicos:**

“En el sector constructivo los más utilizados de la familia de los metales son el aluminio y hierro que se alea con carbono para formar:” (Torroja, 2007)

**Acero:** “Empleado para estructuras, como material único o con hormigón, lo que da paso a la formación del hormigón armado como material compuesto: perfiles metálicos, varillas, acero inoxidable” (Torroja, 2007)

### **Terceros metales empleados en construcción:**

“Utilizados como complementos y soluciones específicas como:” (Torroja, 2007)

“Aluminio, en carpinterías y paneles solares.

Zinc, en cubiertas.

Titanio, revestimiento inoxidable de reciente aparición.

Cobre, esencialmente en instalaciones de electricidad y fontanería.

Plomo, en instalaciones de fontanería antiguamente por riesgo a la salud.

Hierro.”

### **f. Orgánico:**

“Esencialmente la madera y sus procedentes, también se ha producido la utilización de otros elementos orgánicos vegetales, elementos textiles.” (Torroja, 2007)

“Contrachapado y Tablero aglomerado

Oriented Strand Board, por sus siglas en inglés (OSB), tablero de virutas orientadas, constituye una evolución de los tableros contrachapados.

Linóleo, suelo laminar creado con aceite de lino y harinas de madera o corcho sobre una base de tela.

Guadua, son un género de plantas de la subfamilia del bambú.”

### **g. Sintéticos:**

“Básicamente materiales plásticos procedentes del petróleo, son empleados en la construcción debido a su inalterabilidad, por su aspecto tiene dificultad al pretender reciclarse, esto lo genera como material poco ecológico. Igualmente se manipulan alquitranes, polímeros y productos sintéticos de diversa naturaleza, los materiales obtenidos se usan en formas como: aglomerantes, sellantes, impermeabilizantes, aislantes, también en pinturas, esmaltes y barnices, entre estos se encuentran:” (Torroja, 2007)

**PVC o policloruro de vinilo:** “Material destinado a fábricas de carpinterías, redes de saneamiento y suelos vinílicos, puede comerciarse en forma de láminas continuas.” (Torroja, 2007)

**Polietileno:** “En su versión de alta densidad es usado como barrera de vapor, sin embargo, cuenta con diversos usos.” (Torroja, 2007)

**Poliestireno:** “Empleado como aislante térmico que puede ser Poliestireno expandido como material de relleno de aislamiento térmico y poliestireno extrusionado, aislante térmico impermeable.” (Torroja, 2007)

**Polipropileno:** “Como sellante, en canalizaciones diversas, y en geotextiles.” (Torroja, 2007)

**Poliuretano:** “En forma de espuma se emplea como aislante térmico. Otras formulaciones tienen diversos usos.” (Torroja, 2007)

**Poliéster:** “Con él se fabrican algunos geotextiles.” (Torroja, 2007)

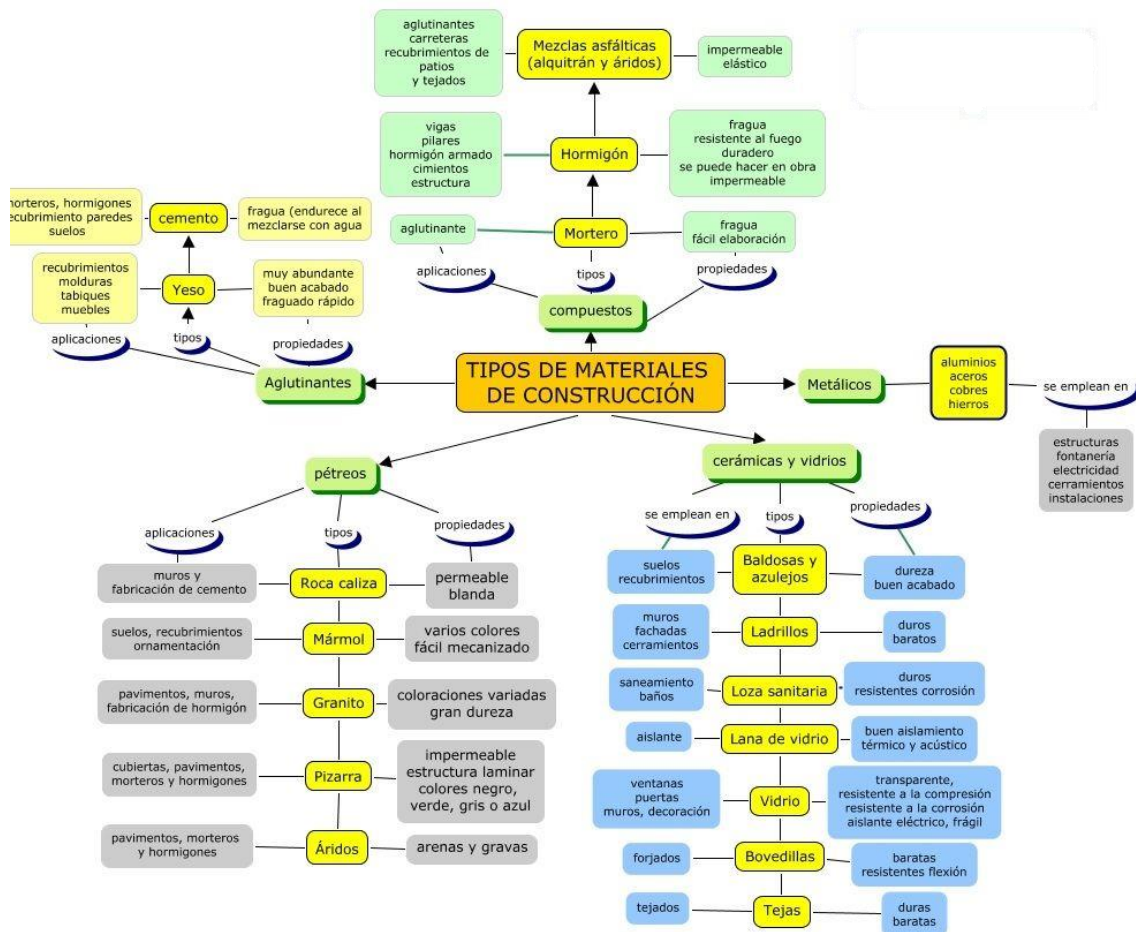
**Resina epoxi:** “En pinturas, y como aglomerante en terrazos y productos de madera.” (Torroja, 2007)

**Acrílicos:** “Derivados del propileno de diversa composición y usos: metacrilato, plástico que en forma transparente puede sustituir al vidrio y pintura acrílica, de diversas contexturas.” (Torroja, 2007)

**Silicona:** “Polímero del silicio, usado principalmente como sellante e impermeabilizante.” (Torroja, 2007)

**Asfalto en calles:** “Material impermeabilizante en forma de lámina.” (Torroja, 2007)

Imagen 2: Esquema materiales de construcción y sus propiedades.



Fuente: (León, 2014)

## II. 2. Arena para construcción:

“Roca sedimentaria construida por partículas de tamaño entre 0.02 y 2 mm, caracterizado por ser agregado natural de minerales que forma parte de la corteza

terrestre derivado de piedra dura y sólida, metal o mineral reducido a partes muy pequeñas.” (Rosa Galindo, 2005, pág. 80)

“Esta resulta de la desintegración natural de las rocas sedimentarias o de la trituración de las mismas, su componente más común es sílice, generalmente en forma de cuarzo.” (Rosa Galindo, 2005, pág. 80)

“El recurso de la arena es uno de los materiales fundamentales y mayormente usados para el área de construcción. Se aprovecha como componente para el hormigón y el cemento, para el relleno de espacios, su extracción aparenta presentar pocas dificultades y se le puede encontrar en abundancia. Una de las propiedades importantes de la arena es la factibilidad de comprimirse y como consecuencia es un material excelente para reforzar muros y para cimentar diferentes tipos de suelos.” (Alcongal, 2017)

“En la industria de construcción la arena es el compuesto de preparación en la mezcla para ejecutar la producción de cemento, mortero y hormigón. Diversas ocasiones la calidad del cemento depende del tipo de arena que se agregue a la mezcla, la arena con excesivas impurezas tiene un impacto negativo en la derivación del hormigón y provoca que éste tenga menos dureza o que afecte el tiempo de secado.” (Alcongal, 2017)

“La arena se compone por partículas de rocas disgregadas. En la ciencia de la geología se denomina arena al material conformado por las partículas de tamaño variable entre 0,063 y 2 mm.” (Standards, 2002)

“Es el agregado con uso eficiente y amplio en la construcción; la clasificación de tipología se base en tres modelos:” (Standards, 2002)

“Arenas naturales; extraídas de depósitos geológicos naturales.

Arenas de dragado; se extraen de ríos, lagos o mares.

Arenas de trituración; se obtiene a partir de la trituración maquinaria de los materiales pétreos inertes de gran tamaño.”

“El componente abundante, es la sílice generalmente en forma de cuarzo, el tamaño de las partículas se conoce como granulometría y se catalogan:” (Álvarez, 2007)

“Arena fina, es la que sus granos pasan por un tamiz de mallas de 1mm de diámetro y son retenidos por otro de 0.25mm.

Arena media, es aquella cuyos granos pasan por un tamiz de 2.5mm de diámetro y son retenidos por otro de 1mm.

Arena gruesa, es la que sus granos pasan por un tamiz de 5mm de diámetro y son retenidos por otro de 2.5mm.”

Imagen 3: Extracción de arena.



Fuente: (Alarcón, 2019)

### **Granulometría:**

“El estudio de la distribución de tamaños del elemento sólido fraccionado de la arena, referencia un análisis con nombres técnicos los cuales son:” (Ebensperger, 2001)

“Continua, contiene todos los tamaños de granos que definen la arena.

Discontinua, aquellas que les falta una fracción intermedia de su granulometría.

Unimodular, poseen uno o dos tamaños de los que caracterizan a la arena.”

“Las partículas provienen de una masa mayor con posible fragmentación por procesos naturales como: intemperismo y abrasión, y de fuente humana; trituración mecánica, por lo que en su mayoría las propiedades y particularidades dependen de la roca madre.” (Ebensperger, 2001)

#### **Rocas ígneas (o endógenas):**

“Resultan por solidificación y enfriamiento de la materia fundida llamada magma y se fragmenta en dos grupos: las rocas intrusivas (plutónicas) y las extrusivas (volcánicas). Según corresponda con la rapidez de enfriamiento del magma, se obtiene diferente textura, esta tiene basta incidencia en la capacidad de adherencia del material:” (Ebensperger, 2001)

“Partícula grande; producida cuándo la velocidad de enfriamiento es baja.

Partícula pequeña; se produce cuándo la velocidad de enfriamiento es alta.

Partícula en granos; llamada piedra pómez, causada a velocidad instantánea.”

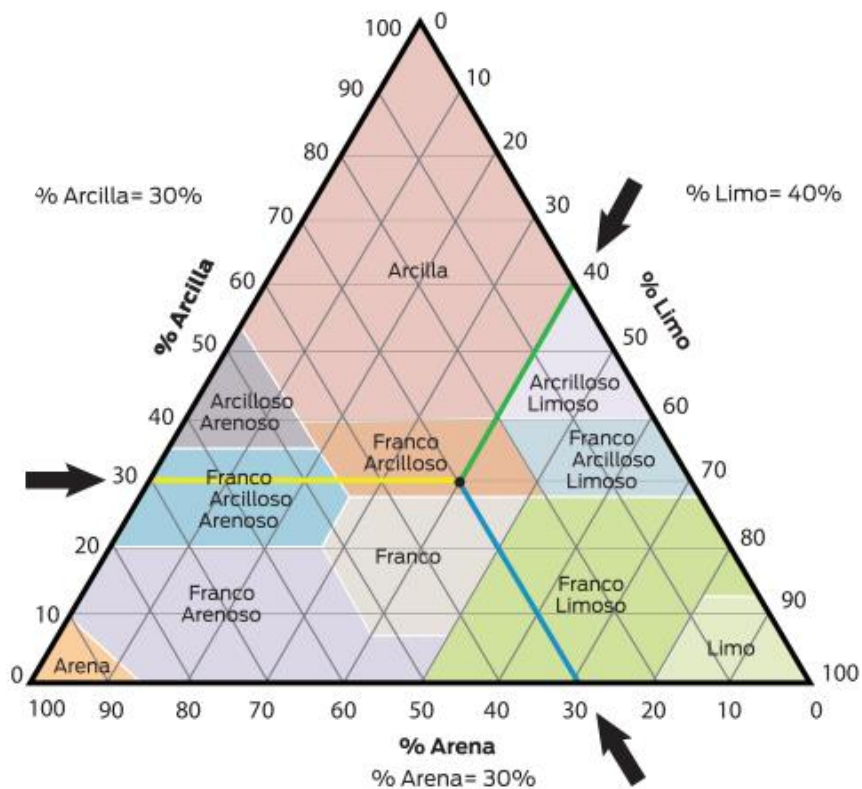
#### **Rocas sedimentarias:**

“Derivadas del proceso de exportación, depósito y litificación, sobre la corteza terrestre, el procedimiento frecuentemente se produce bajo el agua, aunque es posible que ocurra en el ambiente atmosférico. Por la estadística en el tamaño de las partículas, estos sedimentos no solidificados se identifican como gravas, arenas, limos y arcillas.” (Ebensperger, 2001)

### Rocas metamórficas:

“Formada por la consolidación de altas presiones, temperaturas y fuerzas, estas se generan en la corteza terrestre, según el grado de metamorfismo, da como resultado estructuras masivas, los efectos se hacen manifestar sobre rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas previamente formadas. Dichos efectos se comprenden como alteraciones de la textura, estructura y composición mineralógica, química, procedente de la roca madre o materia prima pétreo, las que inciden notablemente en la conformación de las partículas de un agregado.” (Ebensperger, 2001)

Imagen 4: Clases texturales del suelo.



Fuente: (Martins, 1992)

### Artificiales:



“Es la materia adquirida por medio del producto y procesos industriales, como arcillas expandidas, escorias de alto horno, limaduras de hierro y derivados de la misma. Los agregados generalmente suelen ser ligeros o pesados que las materias ordinarias, su resultado es en base a la mezcla endurecida de fragmentos de piedra y hormigón, cuya superficie ha sido pulida, moldeada y tratada para simular piedra natural y se compone de tres elementos básicos; los áridos, el conglomerante y el agua.” (Ebensperger, 2001)

### **Composición:**

“El agregado fino consiste en arena natural extraída de las canteras o de arena producida artificialmente, las partículas se obtienen de forma generalmente cúbica o esférica y convenientemente libre de partículas delgadas, planas o alargadas. La arena natural se constituye por fragmentos de roca limpios, compactos y durables. Por su origen físico, las rocas se clasifican en ígneas, sedimentarias y metamórficas, esto deriva en la subdivisión y clasificación de acuerdo con sus características textuales y mineralógicas.” (Ebensperger, 2001)

“La producción de la materia orgánica que suele contaminar los agregados se halla principalmente en representación de humus, partes de raíces o vegetación y pedazos de madera. La excesiva presencia de contaminación con estos materiales, en la arena provoca obstrucción en el proceso normal de hidratación en el cemento, afecta la resistencia y durabilidad del concreto. Las peculiaridades físicas que favorecen a definir la calidad específica del agregado fino hacen referencia a, su peso específico, sanidad, porosidad y absorción, y propiedades térmicas.” (Ebensperger, 2001)

### **Tipos de arenas:**

“Se destacan por su composición química:” (Ebensperger, 2001)

“Silíceas; se caracterizan por ser duras e inalterables, son superiores a otras.

Calcáreas; de textura blanda, generalmente extraídas de mar, producto de la desintegración del caparazón de moluscos o rocas calcáreas.

Arcillosas; su alto contenido de arcilla posiblemente es soluble al mezclarse con el agua de los morteros, lo que genera problemas de estabilidad.”

**Según su procedencia:**

“Las texturas donde proceden emergen un impacto para su uso:” (Ebensperger, 2001)

“Río; según su movimiento natural, la transforma en una arena más fina y sucia. Por ser arenas muy finas se deben mezclar con arenas más gruesas.

Mar; arena fina y salitrosa, se deben lavar con agua dulce previo a su utilización.

Medanos; muestran formas angulosas, son arenas muy sucias.

Artificiales de minas; proceden de la trituración de piedras más grandes.”

Cuadro 1: Diámetro, numero de partículas por gramo y superficie específica de los separados o fracciones de suelo.

Fracción o separado	Diámetro de partículas *mm		No. Partículas por gramo	Superficie específica cm <sup>2</sup> /gr
	Clasificación U.S.D.A.	Clasificación internacional		
Arena muy gruesa	2.00 – 1.00	-----	90	11
Arena gruesa	1.00 – 0.50	2.00 – 0.20	720	23
Arena media	0.50 – 0.25	-----	5,700	45
Arena fina	0.25 - 0.10	0.20 – 0.02	46,000	91
Arena muy fina	0.10 – 0.05	-----	722,000	227

Fuente: (MAGA, Corás, 1983)

**II. 3. Construcción de viviendas:**

“La construcción es un proceso de ejecución de un edificio o vivienda que se inicia con la preparación del solar, pasa por todas las operaciones de edificación y montaje para terminar con la fase de acabados.” (Ching, 2015, pág. 65)

“Los materiales son las sustancias que componen diversos productos. Desde el comienzo de la civilización, los materiales han sido manipulados por el hombre para mejorar su condición, las primeras edades en la clasificación de la historia han desarrollado materiales de acuerdo al proceso y necesidades de comodidad, esto significó una evolución en la industria.” (Ching, 2015)

“La vivienda es una edificación cuya principal función es ofrecer refugio y habitación a las personas, protegiéndoles de las inclemencias climáticas y de otras amenazas.” (Ching, 2015, pág. 45)

Imagen 5: Casa pareada, en hilera unida con pared medianera.



Fuente: (Ching, 2015)

“Las necesidades e ideas de comodidad estimularon al ser humano a dominar nuevas formas de energía y buscar nuevos materiales, tras diversos hallazgos surgió el deseo de construir. Las viviendas primitivas no eran un paradigma de perfecta arquitectura, debido al uso de los materiales de la época y la falta de herramientas existentes.” (Claudio, 2016)

“La madera es uno de los materiales de construcción más antiguos, mas no se ha conocido la técnica adecuada de construir viviendas de madera que resistan

correctamente con la variedad de climas y actualmente las casas hechas enteramente de madera, han sido postergadas generalmente a las regiones boscosas. Para evitar las corrientes de aire generalmente se colocan tabiques interiores de tablonos en los troncos que forman las paredes exteriores.” (Claudio, 2016)

“La preferencia del material pétreo en el uso de la construcción a la madera, se manifiesta por la lejanía de zonas urbanas y algunas rurales a los bosques, los caminos deficientes, el menoscabo de transporte y su economía dificultan más la elección de madera en las construcciones. La piedra, por el contrario, consigue abundar en diversos lugares y su traslado se comercializa eficientemente.” (Claudio, 2016)

“Arquitectos y constructores utilizan mayoritariamente el hormigón reforzado con barras de acero. El hormigón armado es eficaz en las líneas rectas y modernas, optan a construcciones con dignidad y fuerza, aunque no es eficaz en techos abovedados y arcos, como en las grandes catedrales medievales. En los inicios de la construcción moderna del siglo XX coincidieron tres factores: (Claudio, 2016)

“Abundante suministro de electricidad.

Producción de acero en magna escala.

Escasez de terreno para edificar en las grandes ciudades.”

“Innegables requerimientos primordiales para construir una vivienda permanecen inalterables a través de los siglos. Las viviendas deben ser impermeables, cómodas, cálidas y consolidables estructuralmente, debe brindar un aislamiento prudente y las mayores posibilidades para el descanso, un diseño moderno de viviendas es aprovechar al máximo la luz natural.” (Claudio, 2016)

“El vocablo de construcción se designa al proceso que presume el armado de diversas formas, desde proporciones consideradas básicas como viviendas y edificaciones de menor escala, hasta algo grandilocuente, refiriéndose al arte o técnica de fabricar edificios e infraestructuras.” (Ucha, 2009)

“En la construcción efectiva se integra, la mano de obra tradicional que da énfasis en el uso del ser humano como recurso primordial y la mano de obra técnica con la ejecución de aparatos y maquinarias especializadas en cada área. Estas permitirán trabajar cuándo las dimensiones trascienden la magnitud de la acción humana, significativamente alcanzan que el margen de error no exista o sea usualmente nulo.” (Ucha, 2009)

“Las viviendas deben proteger al hombre frente al rigor climático y un entorno que proporcione bienestar y buen desempeño de actividades. Es necesario disponer de aire que se renueve sin crear corrientes, una temperatura adecuada, humedad agradable e iluminación suficiente.” (Neufert, 1997, pág. 29)

“Estas variables dependen, de la situación de la vivienda en el paisaje, su forma y su orientación, los sistemas de construcción con aislamiento térmico, ventanas sin corrientes correctamente ubicadas y buena calefacción, son los primeros requisitos para un bienestar duradero”. (Neufert, 1997, pág. 29)

“Desde la antigüedad, las construcciones exteriorizan claras relaciones métricas, los datos concretos más antiguos son de Pitágoras, que partía de la hipótesis de que las relaciones numerales de la acústica igualmente convenían ser armónicas ópticamente. Se Parte de la hipótesis donde se desarrolló el rectángulo pitagórico que contiene los intervalos proporcionales armónicos. De estas relaciones numéricas debían derivarse las dimensiones espaciales que se emplean para dimensionar la anchura, altura y longitud”. (Neufert, 1997, pág. 34)

“La construcción es siempre la base del proceso de formalización mediante el cual se obtienen formas puras y a menudo vacías de contenido, al aparecer nuevos materiales de construcción las formas se trasladan a estos.” (Neufert, 1997, pág. 39)

“En los siglos intermedios se registra la tendencia de construir ligero y luminoso, para el hombre moderno la vivienda no representa fortaleza sino un marco de sosiego,

dotado de hermosura, ligado a la naturaleza y protegido de los riesgos climáticos. Es fundamental que los propietarios manifiesten sus pensamientos, sentimientos e ideas juntamente con el arquitecto encargado del diseño. “El equilibrio de la vivienda depende de la situación de la construcción, de su orientación y del tipo de cerramiento.” (Neufert, 1997, pág. 236)

Imagen 6: Línea de tiempo en viviendas.



Fuente: (Jiménez, 2011)

“Se refiere a las construcciones que funcionan como habitación de la población. Los diversos puntos de vista trascendentales que la examinan son:” (Limusa, 2004)

“Densidad de construcción o de habitantes.

La representación en que se agrupa un conjunto de viviendas.

El estado físico - material de la construcción y su funcionalidad.

El estrato financiero de sus habitantes.

La predisposición del suelo y las construcciones.

Estilo arquitectónico y periodicidad.”

“La vivienda se debe considerar no como la construcción de casas aisladas sino como la realización integral de un medio ambiente urbano que incluya la viabilidad, la recreación, el transporte, la educación, el comercio, el trabajo y los elementos naturales.” (Limusa, 2004, pág. 93)

#### **Las viviendas se clasifican en:**

**Vivienda unifamiliar:** “Se considera donde en una heredad existe la construcción única, habitada por una sola familia. Depende por la agrupación y área de ocupación de cada vivienda, genera densidades disímiles de localidad habitacional.” (Limusa, 2004)

**Vivienda plurifamiliar:** “Se manifiesta como la superficie en donde existe una construcción en la que habitan dos o más familias.” (Limusa, 2004)

**Conjuntos habitacionales:** “Se integran por una sucesión de construcciones agrupada en un área habitacional con más de 50 familias.” (Limusa, 2004)

**Vivienda mixta:** “Referente a la composición de representación espontánea o planeada, de diferentes tipos de vivienda.” (Limusa, 2004)

#### **Las tipologías de viviendas unifamiliares son:**

**Viviendas pareadas:** “Modelos generalmente idénticos o con escasas variaciones por motivos estructurales; casi siempre de construcción conjunta.” (Neufert, 1997, pág. 237)

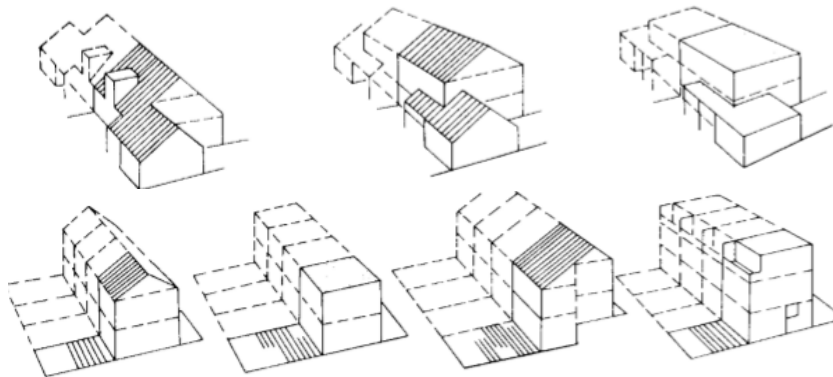
**Viviendas adosadas:** “Idea unitaria de diseño, como motivos estructurales adicionados por viviendas individuales y construcción abierta o cerrada, densificación favorable, garajes, plazas de estacionamiento propio o plazas públicas.” (Neufert, 1997, pág. 237)

**Viviendas con patio:** “Como construcción individual o con plantas iguales con escasas variaciones por motivos estructurales, construcción abierta o cerrada, es posible alcanzar una elevada densidad.” (Neufert, 1997, pág. 237)

**Viviendas en hilera:** “Forma comunitaria de construcción en forma de hilera de viviendas idénticas o con variaciones concordantes.” (Neufert, 1997, pág. 237)

**Viviendas urbanas:** “Forma comunitaria de construcción en forma de hilera de viviendas idénticas o con variaciones concordantes o en forma de hilera de edificios diseñados individualmente y construcción cerrada.” (Neufert, 1997, pág. 237)

Imagen 7: Tipología, viviendas pareadas y viviendas en hilera.



Fuente: (Neufert, 1997)

#### **II. 4. Diseño:**

“Se describe como la utopía de un objeto, su pensamiento atiende la forma, el aspecto, la funcionalidad y la vida útil del mismo, condesciende un conjunto de saberes que aplican a numerosos campos de trabajo, se hace imprescindible el uso del análisis



geométrico, aritmética, lógica, ilustración, estudio sociológico o la sistematización para un proceso que percibe las etapas consecutivas:” (Herrera, 2013)

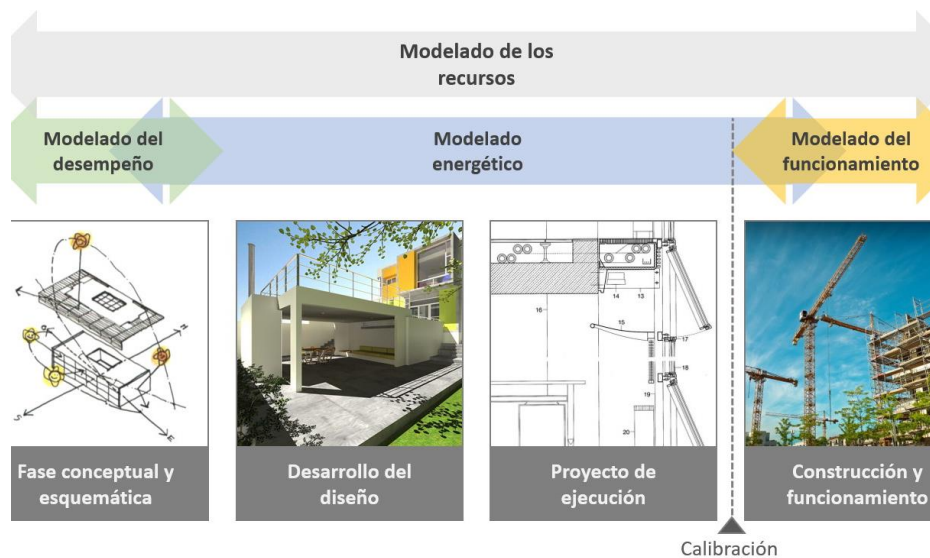
“Observación y análisis, por la cotidianidad del ser humano.

Planificación y proyección, solución a la necesidad revelada.

Construcción y ejecución, que somete lo proyectado al funcionamiento.”

“El diseño arquitectónico se enfoca en la complacencia de las necesidades específicas en los espacios habitables, en su aspecto estético y tecnológico, es necesario aportar metodologías constructivas para el adiestramiento arquitectónico, como una disciplina suplementaria que ocupa el aspecto creativo.” (Herrera, 2013)

Imagen 8: Fases de proyecto y tipos de modelado.



Fuente: (Guide, 2012)

“El diseño arquitectónico se comisiona a satisfacer la demanda de crear espacios habitables en sentido tecnológico, que incluye el lado estético que se ha convertido en dominio.” (ESDIMA, 2013)

“Su objetivo dispone de una obra de carácter arquitectónico que desempeñe la demanda de espacio habitable. Este espacio contiene diversos diseños desde una residencia, área de trabajo o entretenimiento, así como sitios dedicados al arte. El diseño crea y representa las soluciones a nivel técnico para la construcción, de cualquier circunstancia y detalle mínimo guiándose por la dimensión del espacio a delinear.” (ESDIMA, 2013)

“Se posee conocimientos de diferentes épocas, novedades, progresos tecnológicos y técnicos, los materiales y herramientas para la construcción. Se dispone conforme a la historia del arte, las necesidades que el proyecto presente y los objetivos de la obra arquitectónica.” (ESDIMA, 2013)

“Este partirá de compendios básicos, como la unidad y la armonía de la obra, el movimiento o la sensación que puede transmitir, la modulación, la moderación del proyecto. Dentro del precepto se deben incluir elementos como: el color, el estudio, la textura, la figura de la obra, el tamaño y elementos de organización.” (ESDIMA, 2013)

“El diseño de la arquitectura se centra en llevar la obra a un nivel próspero que cumpla con las exigencias y los propósitos de dotar un lado artístico a una edificación, sin previo límite técnico, estético y tecnológico.” (ESDIMA, 2013)

### **Fases del proceso de diseño arquitectónico:**

**Diseño esquemático:** “Nombrada como la fase inicial, generalmente el arquitecto emprende al ilustrar con bocetos o renders que gestionan los conceptos básicos del diseño, esto encierra relaciones espaciales, escalas y formas elementales que el propietario necesita para verificar el desarrollo de sus ideales y necesidades. La investigación inaugural de las regulaciones jurisdiccionales complementa esta fase, juntamente con las evaluaciones de costos guiándose de la dimensión y la complejidad

sistémica del proyecto. El individuo adquiriente seleccionara un diseño que complazca sus preferencias estéticas y requisitos de presupuesto”. (Blanco, 2011)

**Desarrollo de diseño:** “Se toma una recopilación de los resultados positivos de la fase de diseño esquemático, resulta en la finalización del diseño y la descripción de elementos como los materiales que llevara, detalles estructurales del proyecto en general, las ubicaciones de puertas y ventanas. En esta etapa se producen planos detallados, de planta, elevaciones, secciones y dimensiones completas, además incluye la actualización de presupuesto.” (Blanco, 2011)

**Documentos de construcción:** “Cuándo se establezcan las derivaciones de la fase de desarrollo del diseño, se producen más detalles necesarios para la construcción del proyecto e incluye especificaciones de documentos, por ubicación.” (Blanco, 2011)

Imagen 9: Desarrollo de diseño.



Fuente: (Blanco, 2011)

## **II. 5. Ambiente:**

“Es el conjunto de valores naturales, sociales y culturales que afectan y condicionan la vida de las sociedades actuales y la de las generaciones expectantes, se refiere a un sistema vinculado a las variables biológicas y físico-químicas que necesitan los

organismos vivos, característicamente el ser humano. Las variables se refieren a la cantidad y calidad de oxígeno en el espacio atmosférico, la existencia del elemento fluvial, el recurso de suministros alimenticios salubres, y la presencia de especies y de material genético.” (Lengua, 1984)

“El Ambiente se define como un sistema dinámico por las interacciones físicas, entre los seres humanos, seres vivientes y elementos del medio en el cual se desenvuelven, los elementos se pueden clasificar en carácter natural o transformados por el hombre. En el sistema ambiental, la ciencia actúa como destreza adaptativa entre el método natural y el método social.” (Bermúdez, 2006)

“Un sistema está establecido por elementos vinculados dentro de otro son unidades, que forma un todo de complejidad progresiva. El conjunto de estas interacciones constituye la riqueza del sistema.” (Bermúdez, 2006)

“El ambiente se distingue como el hábitat nativo cuyo vocablo se aplica a la tierra y fragmentos de la tierra, adhiere la interacción de la diversidad en especies vivas, el clima, y los recursos naturales que conmueven la estabilidad humana y la acción económica.” (Johnson, 1997)

### **Componentes del ambiente:**

“Unidades ecológicas completas que trabajan como regímenes naturales, incluye la vegetación, los microorganismos, la superficie, los materiales pétreos, la atmósfera y los fenómenos naturales con sucesos en el área limitante.” (Johnson, 1997)

“Los recursos oriundos universales y físicos elementales, como el aire, el agua, la energía, la emisión y el magnetismo.” (Johnson, 1997)

“La disconformidad con la biósfera natural es el ambiente construido. En áreas donde el individuo ha convertido principalmente panoramas en entornos urbanos y la mutación de dominios agrícolas, el medio natural se modifica en un medio humano

simplificado. Las acciones como la construcción de una vivienda, edificios de magnas dimensiones o un sistema fotovoltaico en el desierto, modifican el entorno en área considerada como artificial.” (Johnson, 1997)

“El medio ambiente natural comprende componentes físicos, así como componentes vivos. En contraste con el medio ambiente natural, también existe el medio ambiente construido, que comprende todos los elementos y los procesos hechos por el hombre.” (Barret, 2010, pág. 2)

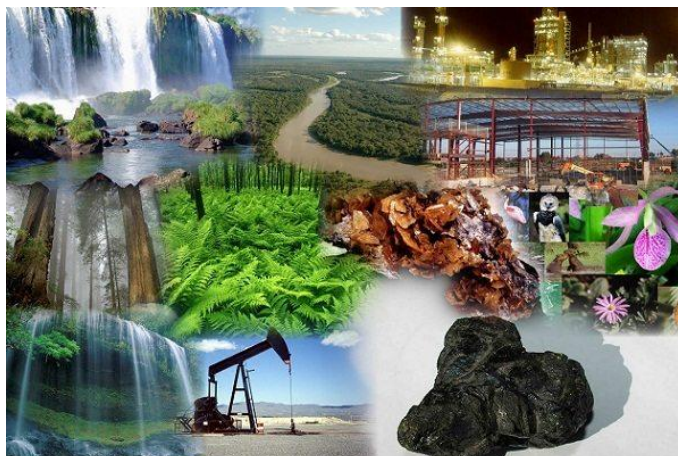
“Los elementos dentro de un medio ambiente no existen de forma aislada, son parte de un sistema de procesos que los vinculan entre sí. Por lo que ecosistema es definido como complejo dinámico de comunidades que interactúan como una unidad funcional.” (Barret, 2010, pág. 2)

“Los seres humanos son una parte integral de los ecosistemas. Los ecosistemas varían enormemente en tamaño; un estanque temporal en el hueco de un árbol y una cuenca oceánica ambos pueden ser ecosistemas.” (Barret, 2010, pág. 2)

“La caracterización del ambiente se basa en componentes bióticos y abióticos. Los bióticos simbolizados por seres vivos del hábitat: las vegetaciones, la fauna y demás elementos del reino fungi.” (Zita, 2018)

“Los abióticos simbolizados por la luminiscencia, la temperatura, el factor acuático, el aire y el relieve terrestre. Dichos elementos físicos permiten cambios y afecciones en la vida de los organismos del ambiente.” (Zita, 2018)

Imagen 10: Recursos naturales del ambiente.



Fuente: (Pineda, 2014)

“Los recursos naturales son componentes en que el ser humano puede disponer para compensar sus necesidades económicas, sociales y culturales, que son: Recursos naturales no renovables, tienen un tiempo de explotación limitado, debido a la falta de regeneración. Recursos naturales renovables, tienen la capacidad de resurgir en la naturaleza mediante el proceso cíclico, o por medio de la expansión multiplicada.” (Zita, 2018)

En la utilización de los recursos naturales, se sufre un proceso de alteración en el ambiente y hábitat de ecosistemas, muchas veces se eliminan los bosques, transformándolos en paisajes rurales.

“Los paisajes urbanos se producen por la construcción de viviendas, edificios, caminos, fabricas industriales e infraestructuras para el beneficio humano. Al desarrollo de focos urbanos se añade el magno desarrollo económico que estimula una disolución en el equilibrio de los ecosistemas.” (Zita, 2018)

## **II. 6. Recursos naturales utilizados para la construcción:**

“Son aquellos materiales que se utilizan con un fin constructivo. Muchas sustancias minerales naturales, como la arcilla, las gravas y las rocas se utilizan como materias primas para fabricar productos de construcción en edificación y obra civil.” (Blunden, 1985, pág. 248)

“En este sentido, la arcilla, la piedra, los metales y las arenas y las gravas son los recursos minerales más básicos utilizados en la fabricación de los materiales de construcción. Algunos recursos minerales como los áridos sufren un mínimo procesado, mientras otros recursos minerales como las calizas para cemento necesitan complejos procesos para la obtención del producto final en la construcción.” (Blunden, 1985, pág. 248)

“Los metales son materia prima mineral que necesita un complejo procesado para obtener el producto de construcción, en la aleación metálica cuyo principal componente es el hierro (acero), utilizado como elemento estructural en grandes edificios y como elemento para cubiertas”. (Blunden, 1985, pág. 248)

“Los materiales de construcción están íntimamente ligados al desarrollo del ser humano. Han sido utilizados, desde tiempos inmemoriales, para dar cobijo frente a las inclemencias del tiempo representado por la piedra o la madera, facilitar el transporte de personas o mercancías, o servir de base para la construcción de obras de ingeniería.” (Blunden, 1985, pág. 248)

“En la utilización de los materiales simplificados, la piedra o madera, se ha dado avance cronológico y tecnológico mediante la implicación de procesos industriales en los ladrillos, el vidrio, el acero y el hormigón. Incluso con la novedad de los materiales no se produce deceso en las materias antiguas, están presentes en la mayoría de construcciones. Los postrimeros materiales incorporados son los plásticos, para la edificación como las conducciones de policloruro de vinilo (PVC) o como material base para la producción de geosintéticos, que son de suma utilidad en las obras civiles.” (Blunden, 1985)

“La elaboración de los materiales de construcción presume una demanda formidable de materias primas, donde se extraen sustancias únicas como los recursos minerales no renovables, salvo por la recuperación en el tiempo geológico. Las sustancias minerales metálicas, de las que se pueden extraer elementos de hierro, aluminio, cobre

o zinc y las sustancias minerales no metálicas, como las rocas industriales, y combustibles fósiles líquidos.” (Blunden, 1985)

“En los métodos de fabricación como la piedra natural y los áridos, se muestran materias primas naturales que requieren un proceso sencillo de corte, descomposición o purificación, debido a esta acción se conservan sus propiedades intrínsecas. Las sustancias utilizadas en materiales de construcción como conglomerantes, requieren un etapas extensas y complicadas de su forma oriunda, requiere que las piedras calizas, yeso y arcillas sean trituradas, molidas, posteriormente son escogidas por dimensión y combinación, para convertirse en el material de construcción definitivo.” (Blunden, 1985)

“Las arcillas y minerales silíceos deben someterse a procesos elaborados de manufactura juntamente con detalles precisos de calidad en el componente empleado y a su procedimiento físico-químico en las disímiles fases del procesado, se debe a que constituyen la base de los productos derivados como los cerámicos y los vidrios.” (Blunden, 1985)

#### **a. Áridos:**

“Son las materias granulares, usualmente presentes en la construcción, posteriormente al agua, está clasificado como el recurso natural más utilizado por el ser humano, coexiste como indispensable en la elaboración de partes importantes de los materiales de construcción.” (Bustillo, 2005)

“El apogeo de los áridos, económicos y presentes en la naturaleza en cantidades exuberantes, surgió a finales del siglo XIX, junto con la aparición del cemento y hormigón que da comienzo al desarrollo, cuyo seguimiento de uso está en la actualidad. La clasificación de los áridos, se basa en su procedencia de tres magnos grupos: naturales, artificiales y reciclados.” (Bustillo, 2005)



**Los áridos naturales:** “Se subdividen, en dos grupos: granulares y de machaqueo. Los áridos naturales granulares se obtienen en las graveras, utilizándose después de un tratamiento que incluye el lavado y la clasificación. Los áridos naturales de machaqueo, se producen en canteras, de diferentes características geológicas, se utilizan tanto rocas ígneas como sedimentarias o metamórficas, tras arrancar los materiales y someterlos, principalmente, a procesos de trituración y clasificación.” (Bustillo, 2005, pág. 249)

Imagen 11: Gravera para la explotación de áridos granulares.



Fuente: (Bustillo, 2005)

**Los áridos artificiales:** “Se obtienen como subproductos de diferentes procesos industriales, resultantes de un proceso que comprende una modificación térmica u otras, como son los estériles mineros, cenizas del carbón y escorias siderúrgicas.” (Bustillo, 2005, pág. 249)

**Los áridos reciclados:** “Constituyen la mayoría de los residuos de la construcción y demolición (RCD), son los que se generan básicamente con la destrucción de estructuras previas: edificios, pavimentos antiguos, viviendas y todo tipo de construcción antigua. Este último tipo, debido a la gran cantidad de desechos que producen las sociedades modernas, recibe en los últimos tiempos, un notable interés, con gran desarrollo de legislaciones y aplicaciones.” (Bustillo, 2005, pág. 250)

“Una vez que han recibido el correspondiente tratamiento, los áridos, en sus granulometrías adecuadas; para el hormigón es necesario una fracción entre 0 y 4 mm y otra entre 4 y 10 ó 20 mm, son el componente fundamental de materiales de construcción básicos como los hormigones y los morteros, utilizándose en su fabricación, en proporciones alrededor del 70%, junto con otros productos como los conglomerantes, el agua, los aditivos y las adiciones.” (Bustillo, 2005, pág. 250)

Imagen 12: Planta de tratamiento para el lavado y clasificación de los áridos granulares.



Fuente: (Bustillo, 2005)

## **b. Piedra natural**

“La terminología indica que las rocas son susceptibles de ser manipuladas como componente de construcción, sometido a la extracción del depósito natural, los diversos tamaños se trabajan de acuerdo con su habilidad en obra y se emplean procedimientos según la superficie, desde el simple refinamiento hasta el pulido. Son las materias rocosas que conservan una resistencia mecánica suficiente y durable para

su instalación en obra, sin que pierdan expeditamente sus particularidades iniciales.” (Bustillo, 2005)

“El manejo de la piedra ha servido como mecanismo básico de la arquitectura funeraria, religiosa, de defensa y suntuaria perfeccionada por la mayor parte de las civilizaciones. Juntamente la utilización habitual en la arquitectura urbana y rural, que entabla su declive hacia finales del siglo XIX con la innovación de materiales que condescienden los modernos modos de construcción.” (Bustillo, 2005)

“La Piedra Natural incluye tanto lo que se denomina Piedra de Cantería o Piedra Natural de Construcción como las Rocas Ornamentales, estas últimas más exigentes en cuanto a su acabado, al ser el proceso de pulido.” (Bustillo, 2005, pág. 251)

“Dentro de las ocupaciones correctas para trabajar una construcción se incluye el uso de los segmentos como elementos estructurales en muros, columnas, vigas, arcos y como recubrimientos para losas, suelos y paredes, también hace énfasis en los elementos de uso habitual en las calles, construcción de escaleras y escalinatas, bordillos, algunos se complementan con decorativos que realzan la figura de la piedra la cual adquiere niveles de eminente delicadeza.” (Bustillo, 2005)

“Se destaca comúnmente de cada uno de estos elementos constructivos que las rocas son extraídas en cantera mediante componentes de dimensiones relativas, se fabrican al tamaño adecuado mediante cortes y sometidas a un procedimiento al que se le denomina como acabado rústico.” (Bustillo, 2005)

### **c. Conglomerantes**

“Es la sustancia capacitada para endurecerse a corto o medio plazo después de ser combinado con agua, su uso se enfoca en la unión de materiales de diversa naturaleza. Este término comprende sustancias de naturaleza tanto orgánica, resinas o polímeros en general, como inorgánica. Entre los materiales conglomerantes de ejemplar inorgánico, hay tres tipos básicos: cales, yesos y cementos.” (Bustillo, 2005)

**Cal:** “Es un vocablo general con el que se distinguen las formas de presentación para los óxidos e hidróxidos de calcio y magnesio. Según su composición, las cales se clasifican, en aéreas e hidráulicas.” (Bustillo, 2005)

“Cales aéreas, se componen esencialmente de óxido e hidróxido de calcio y magnesio, no manifiesta propiedades hidráulicas, expresamente no endurecen o fraguan con el agua.

Cales hidráulicas, se constituyen a partir de la calcinación de calizas con contenido en arcillas y que endurecen o fraguan en contacto con el agua.”

Imagen 13: Aplicaciones y usos de la cal.



Fuente: (Cibao, 2017)

**Yeso:** “Su uso más frecuente es en interiores de construcciones como parte de acabados, también como elemento de revestimiento, y conforma la producción de piezas prefabricadas para tabiquería, placado de techos y soleras. A ello hay que añadir el uso del yeso como mortero.” (Bustillo, 2005)

Imagen 14: Concepto de yeso como mineral.



Fuente: (Bustillo, 2005)

**Cemento:** “Desde los tiempos de Grecia y Roma, hasta mediados del siglo XVIII, el conglomerante más frecuentemente utilizado era la cal y el yeso, pero ambos presentaban problemas por su durabilidad limitada, sobre todo en exteriores sometidos a condiciones meteorológicas adversas.” (Bustillo, 2005, pág. 252)

“Las razones por las que el cemento ha alcanzado este singular protagonismo en la construcción moderna, a partir de su descubrimiento a comienzos del siglo XIX, se deben al hecho de que las materias primas para su fabricación son abundantes y de bajo coste, de que su fabricación es relativamente sencilla y económica, tras su hidratación es moldeable, puede tomar todas las formas deseadas, adaptándose a todas las necesidades arquitectónicas posibles y prestándose a muy diversos tratamientos y procedimientos de puesta en obra.” (Bustillo, 2005, pág. 252)

“El cemento se puede fabricar tanto a partir de materiales de origen natural, como con productos industriales, con tal de que los elementos elegidos aporten los componentes requeridos para el proceso. Estos componentes, en forma de óxidos, son básicamente cuatro: cal ( $\text{CaO}$ ), sílice ( $\text{SiO}_2$ ), alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) y hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Su mezcla, en dosis bastante delimitadas, permite obtener el crudo a partir del cual se fabrica el cemento.” (Bustillo, 2005, pág. 252)

Imagen 15: Hornos para la fabricación del cemento.



Fuente: (Bustillo, 2005)

#### **d. Materiales cerámicos y vidrios:**

“El término cerámica deriva de la palabra griega k ramos, que significa cosa quemada, es al arte de la alfarería, hace alusión a cocción. Actualmente, el término se aplica al material sólido inorgánico, no metálico, fabricado por calentamiento a alta temperatura.” (Bustillo, 2005, pág. 253)

“Mayormente los productos cerámicos parten de la arcilla, con mayor o menor proporción de arena, conformándose por una fase húmeda plástica y cocidos a alta temperatura obtiene la dureza final. Dicho proceso es utilizado en la elaboración de ladrillos, tejas y baldosas.” (Bustillo, 2005)

“El uso cerámico de la arcilla se basa en que, cuándo se mezcla con una cantidad limitada de agua, se obtiene una masa cohesiva (pasta cerámica) que puede ser moldeada con facilidad. Esta propiedad, característica de los minerales arcillosos, se denomina plasticidad y en ella se ha fundamentado el moldeo de los productos cerámicos desde la antigüedad. La plasticidad de las pastas cerámicas depende de la relación entre las cantidades de arcilla y agua, así como de las características y propiedades del material arcilloso.” (Bustillo, 2005, pág. 253)

Imagen 16: Diferentes productos de cerámica estructural.



Fuente: (Bustillo, 2005)

“El vidrio, se estima como un material cerámico, con la peculiaridad de que sus componentes son calentados hasta completar el proceso de fusión y posteriormente se enfrían hasta obtener un estado rígido sin cristalización. La característica principal es una estructuración amorfa, la derivación es un material traslúcido, de brillo vítreo, duro, con fractura curvada y resistente a la corrosión. Fundamentalmente la materia prima para la fabricación de vidrio son las arenas silíceas, a las que se completan proporciones variables de carbonatos, boratos, feldspatos y óxidos.” (Bustillo, 2005)

Imagen 17: Piezas de vidrio en fachadas.



Fuente: (Bustillo, 2005)

#### **e. Metales:**

“La utilización en la construcción de los metales y sus aleaciones ha producido un aumento relevante, substancialmente en el hierro y el acero. Las propiedades de los metales, como su dureza y resistencia, bajo peso estructural en contraste con otros materiales de construcción, su flexibilidad y su facilidad de reciclado, han convertido las aplicaciones en la construcción como cuantiosas y variadas. Esta representación, se constituye como elementos estructurales.” (Bustillo, 2005)

“Para que un metal pueda ser utilizado como material de construcción es necesario, extraerlo de un yacimiento mineral, normalmente en proporciones muy variables según el metal que se considere. Además, los metales que se utilizan en la

construcción llevan a cabo un proceso de concentración, de carácter físico y otro de carácter químico, para separar la fase metálica de los otros componentes que la acompañan.” (Bustillo, 2005, pág. 254)

Imagen 18: Celdas de flotación, como método de separación de los componentes, para obtener los concentrados de metal.



Fuente: (Bustillo, 2005)

“En los metales se destaca el hierro, elemento con el que se fabrica el acero, aleación de aquél con el carbono. Los otros tipos de metales que se utilizan en la construcción son los metales no féreos para decoraciones en las construcciones.” (Bustillo, 2005)

## **II. 7. Materiales de construcción con impacto negativo al ambiente:**

“Los elementos primarios que se utilizan en la construcción implican una necesaria exuberancia, así como una disponibilidad vertiginosa, se toma en cuenta el factor económico, con precios factibles que permitan su manejo.” (Revuelta, 2008)

“Al usar materiales propios del país se crean espacios de trabajo y contribuye en la economía sustentable, Al adquirir materiales locales se produce un efecto acelerado y módico, omite problemas logísticos y administrativos, así como la importación de cantidades exuberantes en mercancías.” (Barret, 2010)

“Para satisfacer la demanda progresiva de las construcciones se lleva el proceso de extracción de materias primas, esto acción causa un efecto estresante en los



ecosistemas, incluso más de la capacidad total de recuperación. Al no poderse regenerar en la cuantía necesaria se produce daño al ecosistema donde alcanza un punto crítico, la protección que el ecosistema provee en los bosques, dunas, arrecifes y bancos de los ríos reduce apresuradamente. La extracción exhaustiva de recursos plantea acaecimientos de amenazas desastrosas, la erosión del suelo y la disminución de la biodiversidad arriesgan la subsistencia económica.” (Barret, 2010)

### **Caracterización de los impactos ambientales en el medio abiótico:**

“Las construcciones y su industria se asocian al desarrollo, la generación, mejora e innovación de estructura, debido a la alta demanda que busca satisfacer las necesidades que la sociedad presenta, se generan diversos tipos de desechos que incluye las fuentes de contaminación que se pueden enmarcar por aspectos e impactos ambientales que modifican el componente abiótico de los ecosistemas, el suelo, el aire y el agua, como se describe a continuación:” (Acosta D. , 2002)

**Suelo:** “Exhibe alteración principalmente por los residuos, de materia sólida o líquida que son peligrosos y se forman en los factores industriales de excavaciones, construcciones y demoliciones.” (Acosta D. , 2002)

“En la construcción los vertidos de desechos y escombros aportan diversos efectos negativos para el ambiente, entre: contaminación, uso excesivo de materiales lo que genera en gran medida el desgaste de recursos naturales, degradación de la calidad del paisaje y alteración. Al realizar movimientos en la tierra para producir materiales se forma una transformación de la geomorfología, que ocasiona procesos de erosión acelerados e inestabilidad de los taludes lo que conllevaría a un peligro de deslizamientos y derrumbes que ocasionan pérdidas de infraestructura como pérdidas humanas.” (Acosta D. , 2002)

Imagen 19: Degradación de la capa superior del suelo por construcción.



Fuente: (Desertización, 2014)

**Aire:** “Las variaciones se relacionan a partículas de polvo, el ruido, las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) como derivación de actividades, como la utilización de combustibles fósiles, uso de minerales, ejecución de excavaciones, corte de taludes y operación de maquinarias. El uso de minerales para la producción de materiales de construcción genera finas partículas de polvo durante su proceso de degradación que se dispersan y generan cambios preocupantes en el área ambiental.” (Maio, 2015)

“El sector de materias primas extraídas de la tierra desgasta el suelo en un 60% por consumo, en la construcción con cemento y el proceso de fabricación se genera entre 3 y 5% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.” (Maio, 2015)

Imagen 20: Extracción de residuos materiales.



Fuente: (UNAM, 2014)

**Agua:** “Por las alteraciones al recurso hídrico que se asocian a los movimientos de tierra como: excavaciones y eliminación de la cubierta vegetal se genera transformación en los cuerpos de agua por la construcción y su consecuencia se exterioriza en la modificación de los flujos y calidad de agua, esto impacta con los consumos de agua por la preparación de materiales, limpieza de máquinas y equipos, y el proceso en general de contaminación por partículas de desechos.” (Maio, 2015)

Imagen 21: Contaminantes por materiales de construcción en el agua.



Fuente: (Reinar, 2016)

### **La construcción e impacto ambiental:**

“El impacto ambiental derivado por la industria de la construcción, la revolución industrial y sus efectos contaminantes, han producido un gran cambio en las técnicas empleadas para la producción de los materiales, que afectan las propiedades de la biosfera, el ambiente y a largo plazo las condiciones climáticas. La consecuencia del cambio se traduce en: extenuación de los recursos naturales, aumento de la emisión de contaminantes derivados de la industria constructiva.” (Maio, 2015)

“Los materiales de construcción transgreden en el ambiente a lo largo de su ciclo de vida: (Maio, 2015)

“La fase 1; de extracción y explotación de materias primas.

La fase 2; de producción o fabricación de los materiales para construcción.

La fase 3; de ocupación o uso racional.

La fase 4; final del ciclo de vida de los materiales coincide con su tratamiento como residuo o desecho.”

**La fase de extracción y explotación de materias primas:** “Compone la etapa más impactante, pues la extracción de rocas y minerales industriales se trabaja en mineras a cielo abierto, en sus dos particularidades: las canteras y las graveras. La producción genera un impacto contaminante en las áreas de: el paisaje, transformación topográfica, menoscabo de suelo. contaminación atmosférica y acústica.” (Maio, 2015)

Para retardar los efectos negativos que produce la extracción de materias primas se deben adoptar medidas exigentes que minimicen o eliminen la contaminación, debido a que con el tiempo se han explotado más recursos de los que se pueden regenerar, de no optar por medidas aceleradas se generará daños permanentes e irreversibles.

Imagen 22: Extracción de materiales.



Fuente: (NEA, 2018)

**La fase de producción o fabricación de los materiales para construcción:** “Los inconvenientes ambientales emanan primordialmente de dos factores: la cantidad exuberante de materiales pulverulentos que se utilizan y el excesivo consumo de energía necesario para conseguir el producto adecuado. Los efectos ambientales de los procesos de producción de materiales provocan emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, polvo en suspensión, ruidos y vibraciones, derramados líquidos al agua, residuos y agotamiento energético.” (Maio, 2015)

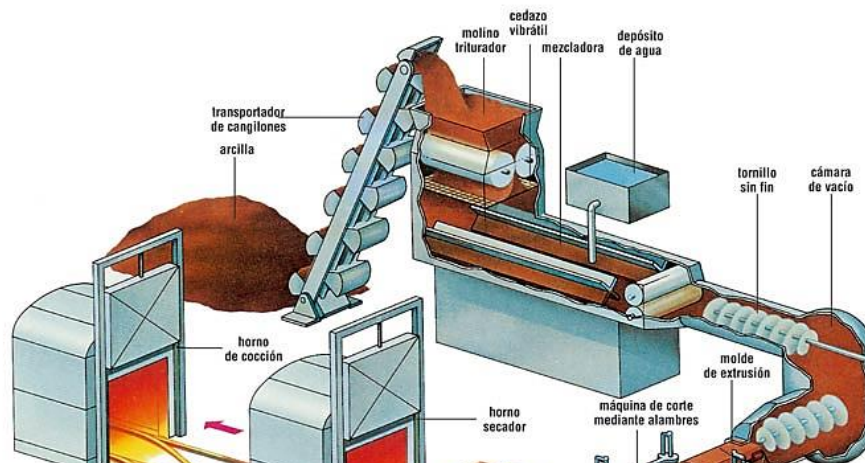
Imagen 23: Fabricación de bloque de concreto y teja.



Fuente: (Arquitectura sin fronteras Guatemala, 2012)

**La fase de ocupación o uso racional:** “Los contaminantes y toxinas más frecuentes en ambientes interiores y sus efectos biológicos inseparables a los materiales de construcción en métodos de combustión ocasionan gases como ozono y radón, monóxido de carbono, hasta compuestos orgánicos volátiles.” (Maio, 2015)

Imagen 24: Fase de producción del ladrillo.



Fuente: (Gonzales, 2012)

**La fase final del ciclo de vida de los materiales coincide con su tratamiento como residuo o desecho:** “Generalmente conocido como escombros, aunque la mayoría no son contaminantes, los residuos resultan de derribos de todo tipo de edificaciones, de rechazos en materiales de construcción para obras nuevas o de innovaciones de recintos.” (Maio, 2015)

“Algunos residuos se trasladan a basureros que producen impacto visual y paisajístico, otros son residuos con proporciones de amianto, fibras minerales o disolventes y aditivos de hormigón que pueden ser nocivos para la salud.” (Maio, 2015)

Imagen 25: Demolición de edificación.



Fuente: (Asetra, 2018)

### **Impactos de los materiales usados en la construcción:**

“Unas de las características del uso de los materiales en la construcción se hacen presentes con los daños a la salud humana, por la inhalación de partículas y sustancias orgánicas e inorgánicas que pueden llegar a ocasionar problemas respiratorios, también representa parte del cambio climático y efectos en la capa de ozono.” (Medineckien, 2010)

“La complicación de los desechos por la construcción tiene dos derivaciones relevantes: el primero implica el impacto ambiental que proyecta términos de merma en los recursos naturales, contaminación y desechos tóxicos, el segundo implica el precio adicional causado por el material perdido, la mano de obra y energía para la recolección y transporte para la disposición conclusiva.” (Acosta D. , 2002)

### **Materiales bituminosos y plásticos:**

“Este conjunto de materiales utilizados en su fabricación procede del petróleo y sus derivados. Son sustancias aglomerantes, naturalmente sólida o relativamente viscosa a temperatura ambiente se constituyen por composiciones complejas de hidrocarburos, denominándose también ligantes bituminosos o hidrocarbonados, y su aplicación fundamental es la construcción de carreteras.” (Acosta D. , 2002)

Imagen 26: Preparación de la capa de rodadura de una carretera con el material bituminoso, junto con el árido, como componentes principales.



Fuente: (Bustillo, 2005)

“El plástico en el sector de la construcción consume cantidad aumentativa, gracias a sus aplicaciones basadas en numerosas características, se encuentran asiduamente en tuberías de desagües, planchas dieléctricas para techos, láminas para aislamiento térmico y acústico y como agregados, de diversos productos de la construcción con consumaciones de aplicaciones útiles para la filtración.” (Acosta D. , 2002)

Aunque son de mucha utilidad, sus efectos son exorbitantes al ser producidos en cantidades magnas, al cumplir su funcionalidad y termino del ciclo de vida producen desechos que no se degradan con facilidad y lleva más tiempo del que se puede contener. Los materiales bituminosos en la tierra impiden la filtración de agua, que acaba con el manto freático y los beneficios que proceden como la alimentación de pozos y fuentes de agua que han desaparecido con el tiempo.

Imagen 27: Geomembrana para evitar filtraciones de pecinas.



Fuente: (Bustillo, 2005)



## **Relación de la industria de la construcción y el desarrollo sostenible:**

“Recientemente han surgido iniciativas para que la industria de la construcción busque alternativas para proteger el ambiente, que utiliza el contexto de la sostenibilidad y sustentabilidad, aporta variaciones como la construcción energética, edificios verdes y arquitectura pasiva, demuestra acciones concretas e interés en desarrollos que demuestran la conservación del ambiente.” (Acosta D. , 2002)

“Para minimizar los impactos ambientales se debe tener en cuenta la sostenibilidad desde el diseño y en fases de la ejecución de los proyectos de construcción. Al tener presente los intereses y destrezas de la industria de la construcción, la visión de sostenibilidad se debería considerar en los ámbitos ambientales, económicos, sociales, en la prevención de riesgos laborales, funcionales e incluso estéticos.” (Acosta D. , 2002)

Es indispensable promover nuevas técnicas y métodos de construcción que no afecten el ambiente y su entorno, para mejorar la calidad de vida de los habitantes y proporcionar seguridad ambiental a mediano y largo plazo.

## **II. 8. Muros Verdes:**

“Conocidos también como muros vegetales, muros ajardinados, muros vivientes o jardines verticales, se han convertido en una nueva tendencia creciente de entornos, la incorporación de la naturaleza viva en entornos urbanos visual y estéticamente es superior y tiene diversos beneficios y propósitos.” (Tabasco, 2010)

“Son estructuras verticales que conllevan variedades de plantas u otras áreas verdes unidas a ellas, debido a que las paredes tienen plantas vivas, generalmente cuentan con sistemas de riego integrados.” (Tabasco, 2010)

Imagen 28: Muro verde en Málaga.



Fuente: (Tabasco, 2010)

### **Historia:**

“En Babilonia, se ajardinaban terrazas y muros en el año 612 antes de Jesucristo, durante el período neobabilonio; El Rey Nabucodonosor II construye los Jardines Colgantes de Babilonia, considerados como una de las siete maravillas de la historia de la arquitectura antigua, las plantas utilizadas iban desde árboles, hasta plantas estacionarias y plantas en funcionamiento.” (Borden, 2009, pág. 13 y 29)

“En Berlín hacia 1890, las cubiertas y muros de algunas casas de campo se recubrieron con una capa de humus, sobre el que crecían plantas, para protegerlas de posibles incendios. En el siglo XX ha sido Le Corbusier quien ha redescubierto las cubiertas y muros ajardinados.” (Neufert, 1997, pág. 80)

“En la década de 1920, diversos diseñadores principiaron a utilizar las vegetaciones con mayor frecuencia en sus diseños. Para los años 80 y 90, el equipo existía específicamente para ayudar a los jardines verticales a crecer, estos se utilizaron adyacentes de los accesos de los edificios, las estructuras interiores y exteriores y habitualmente en las áreas donde había espacio abierto.” (Neufert, 1997)

**Características de muros verdes:** (Neufert, 1997)

“Aislamiento térmico a través de la cámara de aire existente entre el césped y la capa de tierra con raíces (acumulación de calor).

Aislamiento acústico y acumulación térmica.

Mejora de la composición del aire.

Progresos en el microclima.”

Incluye peculiaridades como: (Neufert, 1997)

“Mejora en la escorrentía de las ciudades y el contenido en agua del paisaje.

Ventajas físico – constructivas. Se reducen las radiaciones ultravioletas y grandes oscilaciones de temperatura mediante la capa protectora de plantas y tierra.

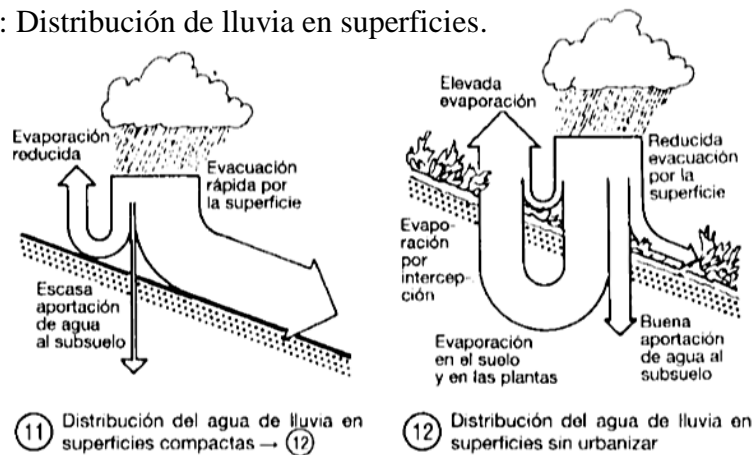
Sedimentación de polvo.

Elemento de configuración formal y mejora de las condiciones de vida.

Recuperación de superficies verdes.”

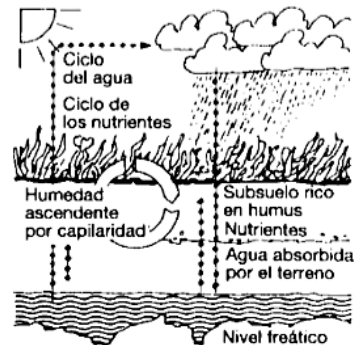
“El tipo de vegetación puede ser musgo, césped, hierbas, pequeñas plantas, también se representa como ajardinamiento móvil a las macetas y otros contenedores para ajardinar los muros, terrazas o balcones. El riego puede ser natural, riego por goteo y riego artificial, que opta por la instalación superpuesta de la capa vegetal.” (Neufert, 1997)

Imagen 29: Distribución de lluvia en superficies.



Fuente: (Neufert, 1997)

Imagen 30: Ciclo del agua.



15 Ciclo natural del agua y de los nutrientes

Fuente: (Neufert, 1997, pág. 80)

### **Desarrollo de muros verdes:**

“Surge del trabajo sobre los principios de protección de los valores naturales, para fomentar un desarrollo sostenible y la necesidad de preservar el entorno ambiental. Es una estructura que consiste en un núcleo soportado por geomallas, que permite inclinaciones variables y sin limitaciones de altura, con la particularidad de que el paramento es vegetalizable.” (Tabasco, 2010)

“Este arquetipo de muro se enmarca dentro de los sistemas de construcción biológicos, centrándose en la obtención de objetivos técnicos, ecológicos, estéticos y económicos que utiliza plantas y comunidades vegetales en combinación con materia prima inerte como la piedra, tierra, acero como elementos constructivos. Se caracteriza por tener un bajo impacto ambiental y tiene la capacidad de desarrollo del sistema de especies para la expansión vegetal, inclusive de una eficaz retención de partículas del terreno o área a ejecutar un muro verde.” (Tabasco, 2010)

“El método de muros verdes consolida la aceleración en la recuperación de los ecosistemas naturales, cuenta con gran versatilidad en formas y vegetación, que se adapta a los espacios públicos y permite conservar la biodiversidad de especies vegetales tanto en el entorno urbano como rural, beneficia la integración paisajística

y la creación de espacios verdes dentro de entornos hostiles como ciudades.”  
(Tabasco, 2010)

“El muro verde utiliza una composición de material vegetal vivo combinado con materiales inertes como el acero, material de relleno y como opción favorable geomallas de HPED, por sus siglas en inglés, High Density Polyethylene.” (Tabasco, 2010)

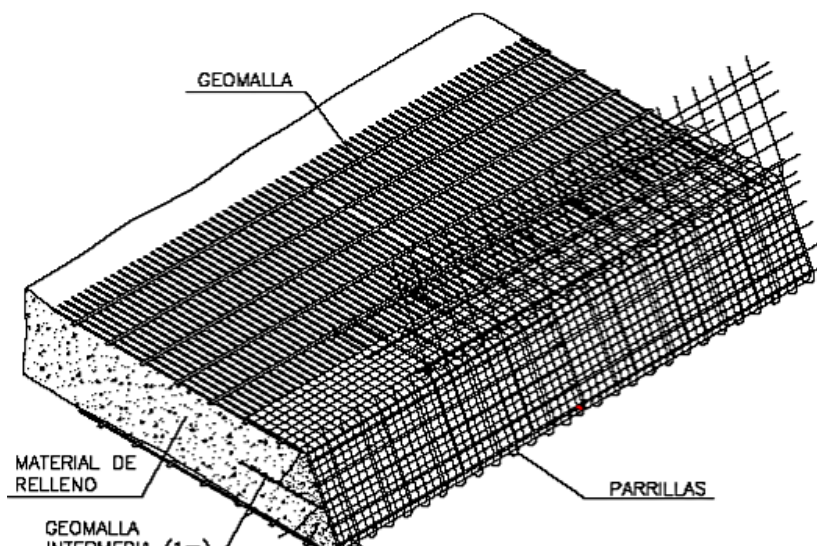
Imagen 31: Geomallas HPED.



Fuente: (Marahrens, 2009)

“La Geomalla HPED, es una estructura integral fabricada a base de polietileno de alta densidad, resistente a la tracción y de alto peso molecular, conformado por unidades repetitivas de etileno. Se puede procesar por los métodos de conformado y empleados para los termoplásticos.” (Marahrens, 2009)

Imagen 32: Detalle, esquema de muro verde.



Fuente: (Tabasco, 2010, pág. 5)

“El funcionamiento de las estructuras de suelo reforzado se basa en el conjunto formado por el material de relleno compactado y su refuerzo mediante geomallas.”  
(Tabasco, 2010, pág. 5)

“Se considera primordial además de la función estructural del muro, la vegetación, para ello es necesario realizar un estudio de la zona, depende de varios parámetros como la ubicación, orientación, climatología y adaptación a las necesidades del entorno.” (Tabasco, 2010, pág. 13)

### **Distintos acabados vegetados del paramento del Muro Verde:**

“Tipos de mallas de vegetación:” (Tabasco, 2010, pág. 13)

“Geomalla anti hierba.

Mantas orgánicas.

Geomallas tridimensionales.”

“Tipos de sistemas de riego:” (Tabasco, 2010, pág. 13)

“Riego automático por goteo.

Riego por aspersión.

Riego por difusión.”

“Tipos de plantación:” (Tabasco, 2010, pág. 13)

“Esquejes.

Alvéolo

Trepadoras.

Tepes.

Hidrosiembra/semilla.”

Imagen 33: Ejemplo de muro verde con plantas trepadoras.



Fuente: (Tabasco, 2010, pág. 15)

“El muro verde ofrece soluciones flexibles y rentables donde se hace uso de suelos reforzados:” (Tabasco, 2010, pág. 21)

“Soluciones duraderas, con ampliación de la vida útil.

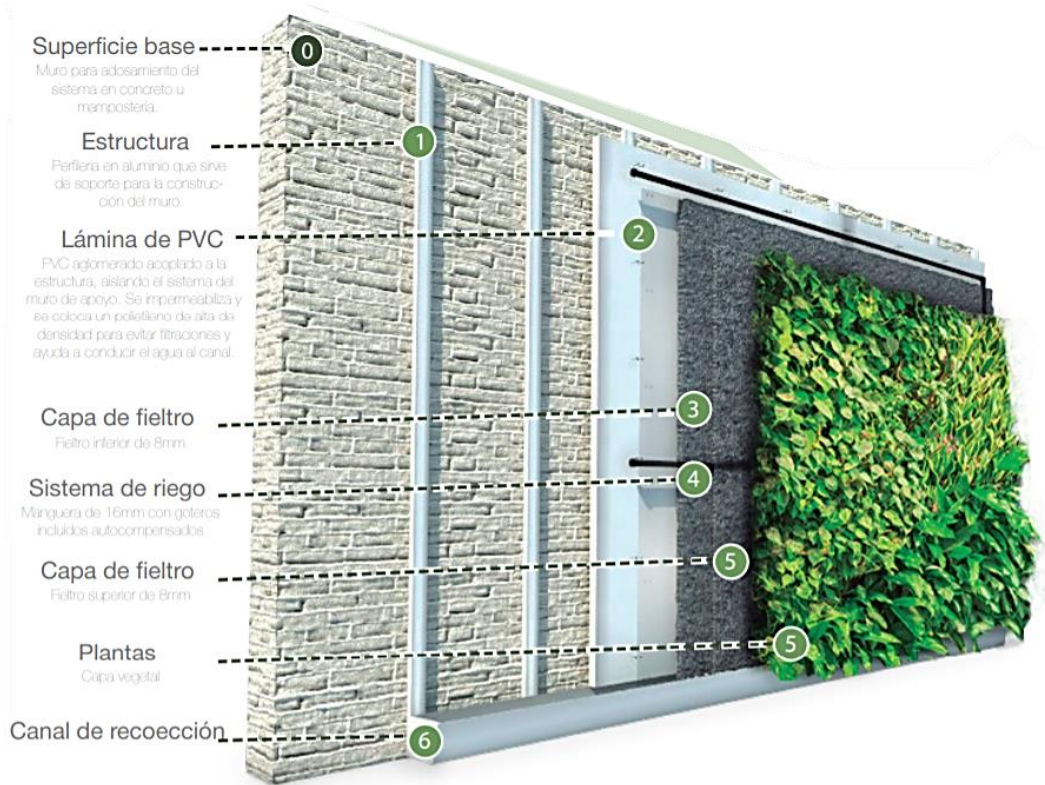
Soluciones fiables, con reducción de los materiales de construcción.

Soluciones con vegetación, adaptadas al entorno.

Soluciones rentables, se protege el entorno sin un coste mayor.”

“Se potencia la creación de espacios verdes como garantía de calidad de vida y contrarrestar los efectos de la contaminación dentro del entorno en el que se vive por esto es importante fomentar tecnologías para la conservación del ambiente como es el Muro Verde.” (Tabasco, 2010)

Imagen 34: Ejemplo de estructura funcional en muro verde.



Fuente: (Vital arquitectura y soluciones ambientales, 2010)

Los muros verdes han sido de gran impacto y tendencia que incluso se pueden apreciar algunos proyectos en Guatemala, donde se impone la dotación de diversidad a los paisajes urbanos y que son ejemplos del cuidado ambiental.

Imagen 35: Fachada de plaza Decorisima, zona 10.





Fuente: (Maribel Farner, Cynthia Overall, 2015)

Imagen 36: Fachada Distrito Miraflores, zona 11.



Fuente: (Maribel Farner, Cynthia Overall, 2015)

Imagen 37: Edificio Vitra, zona 14.



Fuente: (Maribel Farner, Cynthia Overall, 2015)

Imagen 38: Plaza Etú, zona 14.



Fuente: (Maribel Farner, Cynthia Overall, 2015)

## II. 9. Ecología:

“La ecología surge en la segunda mitad del siglo XIX, por ello se dice que es una ciencia muy joven. Sin embargo, la crisis ambiental actual hace que esta disciplina adquiera una importancia especial y se busquen en ella explicaciones científicas y soluciones que puedan resolver la problemática ambiental. La crisis ambiental se refiere al conjunto de condiciones que disminuyen, deterioran o destruyen el medio ambiente natural. Esto da origen a la contaminación, la extinción de especies y/o el rompimiento de los ciclos naturales.” (Guzmán, 2012)

“El objeto de la ecología se interpreta como la ciencia que realiza el estudio de las relaciones entre los organismos vivos y su ambiente, lo que implica una forma de pensamiento complejo, debido a que el ambiente se describe con los recursos naturales, vislumbra el conjunto de factores físicos, biológicos, tecnológicos y

sociales que influyen en la vida de los organismos, también abarca el impacto de las acciones humanas sobre estos factores. El ser humano tiene la capacidad de alterar y transformar el ambiente que sigue las aparentes necesidades sociales, incluso es capaz de crear ambientes artificiales.” (Guzmán, 2012)

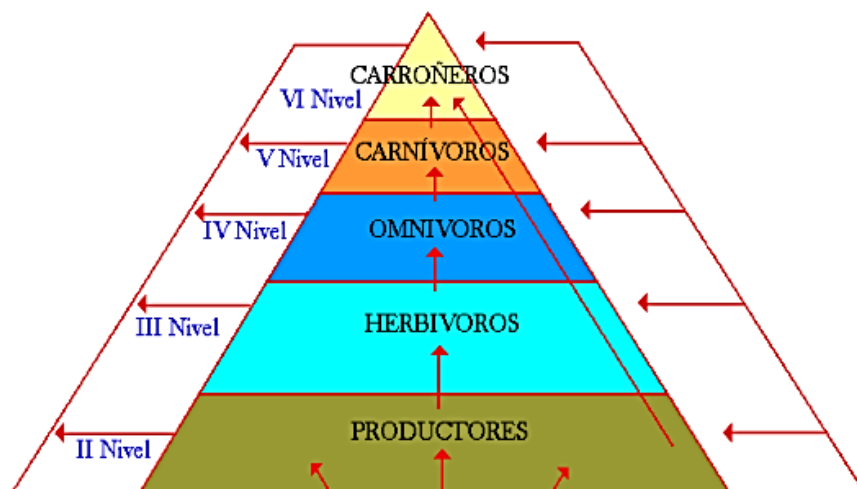
“Las comunidades de organismos y las condiciones físicas y biológicas en que se desenvuelven son el objeto de estudio de la ecología; en conjunto, la comunidad y su ambiente físico recibe el nombre de ecosistema.” (Guzmán, 2012)

“La ecología asimila científicamente las interacciones que sistematizan la distribución y la profusión de los organismos, la cual manifiesta dónde, en qué cantidades y por qué se encuentran en un área determinada.” (Malacalza, 2013)

“Se han realizado investigaciones de los acontecimientos y consecuencias al modificar, perturbar o explotar los sistemas ecológicos por la actividad humana o por orígenes naturales, así como los efectos del cambio climático sobre los ecosistemas, el impacto de las géneros invasores en una comunidad, la dinámica de las poblaciones de especies consideradas plagas o de las que están en riesgo de extinción, se han establecido en ramas de la ciencia ecológica con marcos teóricos y metodologías propias y particulares.” (Malacalza, 2013)

“En un sistema unificado cualquier variación o cambio en los elementos, influye sobre el conjunto de organismos, en el entorno físico y químico donde se intercambia materia y energía. En un ecosistema compuesto por una comunidad y su ambiente, pueden distinguirse sucesiones de niveles tróficos.” (Malacalza, 2013)

Imagen 39: Cadena de niveles tróficos.



Fuente: (Ibáñez, 2011)

“Dos grupos de rasgos característicos permiten describir de manera muy general los ecosistemas que se observan en la naturaleza, los rasgos estructurales y los rasgos funcionales. Los rasgos estructurales refieren a la disposición espacial de los componentes del sistema en un momento dado, que a nivel de ecosistema puede ser el tamaño, la forma y la densidad de las plantas o la distribución de los herbívoros.” (Malacalza, 2013, pág. 30)

### **Historia:**

“Las ideas de Aristóteles sobre la naturaleza y los organismos tuvieron tal trascendencia, que hoy es considerado como uno de los precursores de la biología y la ecología. Según Aristóteles, la ciencia natural no es especulativa, pues sólo la observación rigurosa plantea una explicación finalista de los fenómenos de la naturaleza.” (Guzmán, 2012, pág. 11)

“En el siglo XVII, las ideas de René Descartes (1596-1650) y Francis Bacon (1561-1626) proponen una forma diferente de relacionarse con la naturaleza, a partir de dos perspectivas.” (Guzmán, 2012, pág. 11)

“En 1866 Ernst Haeckel (1834-1919), biólogo alemán, utilizó por primera vez el término ecología (ökologie) para definir las relaciones entre los seres vivos y sus hábitats. La palabra ökologie proviene de los vocablos griegos oikos (casa, hábitat) y logos (razón, estudio, discurso). La ecología, como nueva ciencia, surge a partir de

los trabajos interdisciplinarios (biología, paleontología, geografía, oceanografía, geología) realizados en la segunda mitad del siglo XIX.” (Guzmán, 2012, pág. 12)

Imagen 40: Ernst Haeckel, primer biólogo en utilizar el término ecología.



Fuente: (Guzmán, 2012, pág. 12)

“En la década de los años cincuenta se llegó a establecer de forma definitiva que la ecología es una ciencia diferente de la biología. La ecología estudia la influencia del medio sobre los organismos, analiza las relaciones intraespecíficas de los individuos de la misma especie que forman una determinada población, y considera las relaciones interespecíficas que regulan el equilibrio dinámico de las comunidades naturales, constituidas por la integración de un conjunto de especies vegetales y animales en un lugar determinado.” (Guzmán, 2012, pág. 14)

“La educación ambiental aparece también como como un campo emergente y complementario a la ecología, orientado a la formación de habilidades y actitudes responsables y éticas, para comprender y armonizar las relaciones del ser humano con el ambiente, es una respuesta a la problemática ambiental y es una propuesta cuyo objetivo es formar sujetos responsables, críticos, reflexivos y participativos.” (Guzmán, 2012)

“Reinventar el modelo de la sociedad que se ha erguido demanda que la educación ambiental implique un sentido axiológico de las relaciones con la naturaleza, con el fin de construir alternativas heterogéneas del desarrollo donde se suplan las necesidades humanas sin afectar el entorno ambiental.” (Guzmán, 2012)

### **Funciones de la ecología:**

“La ecología posee derivaciones, que han dado la posibilidad de obtener un conocimiento superior del ambiente y su entorno, estas son:” (Guzmán, 2012)

“Autoecología, estudia las relaciones de los organismos con el ambiente.

Ecología de las poblaciones o demoeología, es el estudio de los individuos propios de una especie en una determinada zona o región.

Sinecología, estudia un hábitat, reconocimiento los problemas ambientales.

Educación ambiental, orienta a la formación responsable para comprender y armonizar las relaciones del ser humano con el medio ambiente.”

### **II. 10. Alternativas ecológicas de construcción:**

“En la industria de la construcción se han tomado iniciativas para la utilización de materiales alternativos y tecnologías que reduzcan los impactos que afectan el ambiente. Estas metodologías pueden incluir:” (Barret, 2010)

“Los materiales reciclados o no tradicionales, que optan por recursos naturales abundantes, como lo es la planta de bambú.

El progreso de técnicas para producir materiales de construcción que procuren no causar un impacto negativo al ambiente.

La adaptación en diseños que reduzcan daños ambientales, como la energía.”

Imagen 41: Construcción hecha de bambú.



Fuente: (Artiz, 2016)

“Las alternativas y los materiales ecológicos para la construcción de viviendas, muestran una excelente tecnología que contribuye con beneficios ambientales, son fáciles de adaptar, con bajo impacto económico y se ha comprobado que las estructuras son resistentes a los desastres.” (Barret, 2010)

“El aumento acelerado de la población drásticamente ha incrementado la demanda de recursos vitales como agua, alimento y vivienda, por estas acciones se reducen considerablemente las áreas verdes, que destruye el entorno ambiental juntamente con su ecosistema y desarrolla emisión de gases contaminantes a la atmósfera, esto lleva a una disminución en la calidad del aire que se inhala, directamente y afecta la calidad de vida.” (González, 2019)

“Con la problemática ambiental, han surgido tecnologías arquitectónicas que buscan reducir el impacto ecológico; estos procesos utilizan las plantas como materiales que mejoran la visualización del paisaje y para optimizar la calidad del aire en las áreas donde se aplique, a dicha tecnología benéfica se le conoce como arquitectura viviente o arquitectura verde.” (González, 2019)

“En la arquitectura, el diseño ecológico, debe ser sustentable y enfocarse a las necesidades de reducción de energía, mejoramiento del entorno y relevantemente a reducir los cambios ambientales que se han generado por materiales de construcción. Es ineludible desplegar soluciones constructivas debido a que el 40% del consumo

energético en el planeta procede de las construcciones y las mismas emiten aproximadamente el 50% de CO<sub>2</sub> que deterioran el planeta.” (Dávila, 2018)

### **Materiales ecológicos para la construcción más comunes:**

**Madera:** “Se conoce generalmente por poseer diferentes grados de resistencia, flexibilidad, sus propiedades de aislamiento y con un menor impacto ambiental en el proceso de producción y en su tiempo de vida, además puede reutilizarse y reciclarse, aunque se debe controlar su uso para no incrementar la tala de árboles, y afectar los ecosistemas vivientes de un área específica.” (Dávila, 2018)

**Placas OSB:** “Se forman por capas delgadas de virutas o astillas de madera orientadas en sentidos contrarios, para generar dureza homogénea ante las tensiones en cualquier dirección y conserva las propiedades de la madera.” (Dávila, 2018)

**Ladrillo de barro cocido:** “Son fragmentos de barro natural donde se pueden incluir aditivos, almacena las propiedades térmicas, aislantes y de disminuye la radioactividad de la tierra.” (Dávila, 2018)

**Tapia:** “Representa un material semejante al adobe sin conformar bloques, este se dispersa en una especie de cimbra (estructura o armadura de cubierta para la construcción de arcos o bóvedas) o tapia (muro) que se instala sobre la cimentación, entre columnas de unión y carga, cuándo tome la forma del muro se deja secar plenamente a luz solar.” (Dávila, 2018)

“Las propiedades del material hecho de tierra (barro) son: aislamiento térmico, aislamiento sonoro, bajo impacto ambiental en su producción y uso, resistencia al fuego, reincorporación a la naturaleza.” (Dávila, 2018)

### **Materiales sustentables de construcción de utilización al natural:**

**La piedra:** “Es un sistema constructivo que constituye la unión de piezas sólidas y pesadas, tiene propiedades de gran resistencia mediante de morteros con aditivos. La



piedra natural no demanda procesos industriales de manejo o transformación, se reutiliza después del proceso de demolición.” (Dávila, 2018)

**Bambú:** “Procede naturalmente como material antiguo que condesciende ventajas ecológicas cuantiosas al implementarlo en un proyecto. Es una planta asiática que se ha utilizado para la construcción, tiene la peculiaridad de desarrollarse a gran velocidad, hasta medio metro de crecimiento en un solo día, se caracteriza por ser corpulento, rígido y resistente, adaptándolo al uso en la construcción.” (Dávila, 2018)

#### **Tipos de materiales de construcción modernos y ecológicos:**

**Fibra de celulosa o papel reciclado:** “Se puede utilizar como material constructivo aislante de temperatura y de sonido, conformado de papel periódico reciclado y tratado con sales de bórax, se usa como revestimientos fungicidas.” (Dávila, 2018)

**Cáscaras de coco y desechos del trigo:** “Estos paneles compactados han sido instaurados para reemplazar a la madera. Generalmente se maneja como revestimiento decorativo y no como componente estructural, la costumbre del uso material impacta positivamente al ambiente.” (Dávila, 2018)

**Cenizas de bagazo de caña de azúcar:** “Releva el uso de cemento para crear mortero y concreto, genera mayor resistencia a la corrosión.” (Dávila, 2018)

**Tabiques o ladrillos de PET:** “Referencia a los segmentos de barro cocido integrados con PET (botellas de plástico para reciclaje), esta acción concede un material de mayor resistencia, que aísla las ondas sonoras y reduce la contaminación de hasta 4000 botellas de plástico por construcción.” (Dávila, 2018)

**Hempcrete:** “Es una composición de cáñamo (fibra textil del tallo de la planta), cal y agua, de textura liviana que admite la circulación de aire y humedad, fomenta la alternativa del concreto industrial, tiene la capacidad de absorber CO<sub>2</sub>. Puede

formarse en bloques rectangulares, cilíndricos, o paneles, y genera arquitectura bioclimática, ecológica y sustentable.” (Dávila, 2018)

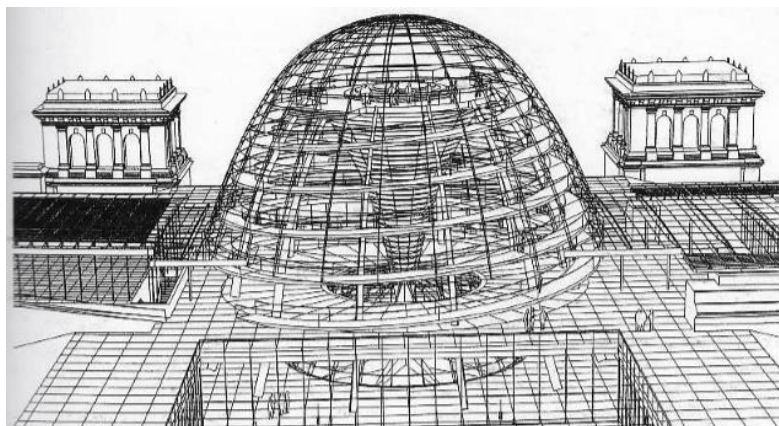
**Jardinización:** “Forma una alternativa imponente ecológica en la construcción mediante la ayuda y capacidad de mejorar el ambiente y su entorno, con la diversidad de géneros vegetales se puede implementar, aunque ya esté construido un proyecto. Se le conoce también como muros vivos o muros verdes al adecuarse verticalmente y como cubiertas ecológicas o techos verdes al adecuarse horizontalmente, su acción emana en la purifica del aire, se adapta a los cambios de temperatura, protege de la radiación y la estética progresa.” (Dávila, 2018)

### **Tendencias de la arquitectura ecológica:**

**Inicios del low – tech:** “Las propuestas inaugurales sobre alternativas ecológicas fueron desarrolladas por algunos idealistas centralizados en programas que reflejaban la situación ambiental, donde diversos arquitectos trabajaron con materiales naturales, el noruego Sverre Fenh y los franceses Jourda y Perraudin realizaron construcciones con tierra. Algunos proyectistas han perfeccionado obras con fachadas y cubiertas ajardinadas.” (Gauzin-müller, 2003)

**Inicios del high – tech:** “La arquitectura high – tech está representada por materiales espectaculares de acero y vidrio. Los proyectistas destacados; Norman Foster, Renzo Piano, Richard Rogers, Thomas Herzong y Gilles Perraudin, se unieron para formar Read, una asociación consignada a profundizar en el uso de las energías renovables en la construcción, que fundan un enfoque ecológico.” (Gauzin-müller, 2003)

Imagen 42: Arquitectura High Tech, Cúpula del parlamento alemán; Arquitecto Norman Foster.



Fuente: (Gauzin-müller, 2003)

**Minimalismo ecológico:** “La práctica de dicha arquitectura minimalista se apoya en herramientas informáticas y en técnicas innovadoras, se componen de parámetros como elementos constructivos de aspectos ecológicos y de ahorro energético. Los diseños organizan ideas con coacción en el detalle del entorno, donde se realizan construcciones con técnicas conocidas y materiales nobles, generalmente con prefabricados para minimizar el tiempo de ejecución en la obra y restringir los costes, lo que auxilia a la reducción del daño ambiental y sus efectos.” (Gauzin-müller, 2003)

## **II. 11. Diseño de muros verdes:**

“Existen diversas superioridades de tener muros verdes que deleitan en las áreas visuales, impactan en la decoración del entorno urbano donde generalmente se utiliza el material de concreto o ladrillo, lo que brinda alternativas para la agricultura urbana y la jardinería. Se consigue al edificar un muro de una vegetación viva en cualquier muro sólido que puede estar direccionado en la lateralidad de una vivienda, espacios urbanos generales, una cerca de jardín, inclusive sobre muros de un edificio prominente.” (González, 2019)

“La eficacia del diseño de un muro verde estriba en cómo está construida, manejada y mantenida, los sistemas de riego por goteo surgen en los muros que emplean paneles y sistemas hidropónicos. El diseño cuenta con un sistema vegetativo que permite el desarrollo de plantas sobre estructuras arquitectónicas verticales como muros e integra sistemas de riego por goteo o micro aspersión.” (González, 2019)

### **Ámbito de aplicación:**

“La aplicación se utiliza en superficies ajardinadas sin añadidura de tierra natural, especialmente en muros, cubiertas, refugios y garajes subterráneos.” (Neufert, 1997)

### **Reglas básicas para la ejecución:**

“Incluye la protección de un muro común, se debe determinar el cálculo de la sobrecarga y las necesidades de vegetación, además se debe impermeabilizar el muro para que no lleguen problemas de humedad que puedan debilitar la estructura del mismo.” (Neufert, 1997)

### **Medidas constructivas:**

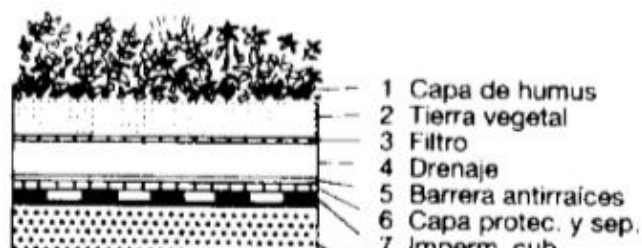
“En el muro se instala una lámina de impermeabilización que se separa del ajardinamiento incorporado, mediante láminas de polímero debe funcionar como elemento antirraíces, por motivos físico-constructivos. Preferiblemente las planchas serán de un material con fibras inoxidables para almacenar los nutrientes y el agua. Se debe seleccionar vegetación con estructura estable frente a la descomposición.” (Neufert, 1997)

### **Capa de vegetación y mantenimiento:**

“Para la vegetación; las plantas silvestres y planteles de césped deben sembrarse capas de conjuntos, provenientes de semillas o de plantas que se inician en el desarrollo.” (Neufert, 1997)

“Para el mantenimiento; se debe procurar como mínimo un control anual, esto para comprobar y limpiar verticalmente las conexiones de plantas y de riego, también se debe procurar que no haya retoños de árboles, ya que las estructuras no están adecuadas al peso de un árbol.” (Neufert, 1997)

Imagen 43: Capas de composición en muro verde.



Fuente: (Neufert, 1997)

### **Ventajas en el entorno:**

“Originarios del proceso de evapotranspiración, medio que permite que las plantas incrementen la humedad ambiental y regulen la temperatura, dicha funcionalidad establece un microclima satisfactorio que indeliberadamente mejora la calidad de vida, inclusive mediante el proceso de fotosíntesis las plantas eliminan oxígeno por las hojas, lo que aporta favorablemente oxígeno renovado al aire del entorno en el que se encuentran.” (Blanc, 2013)

“La evapotranspiración a través la capa vegetal procede como un aislamiento orgánico que preserva los espacios del calor excesivo y produce refrescamiento en las construcciones que poseen muros o cubiertas verdes. Las vegetaciones apaciguan los rayos solares antes de formar oscilaciones térmicas en el interior y en temporadas frías los muros verdes detienen el viento y contribuyen a mantener una temperatura invariable en el interior de las edificaciones e impide pérdidas de energía. Se efectúan sistemas vegetales verticales como una transformadora técnica constructiva para la combinación de la vegetación y la arquitectura.” (Blanc, 2013)

### **Sistemas que integran los muros verdes:**

“Los jardines verticales o muros verdes se integran por sistemas: hidráulicos que necesitan un sistema de riego por gravedad graduado, naturales que incluye la selección de plantas para un entorno correcto y adecuar la temperatura e iluminación

que recibirán para un desarrollo favorable, constructivos son tecnologías para sujetar la vegetación de forma vertical.” (González, 2019)

Imagen 44: Despliegue de capas en muro verde.



Fuente: (Ramírez, 2015)

### Diseño y construcción de muros verdes:

“Se requiere una preparación previa para evitar que las raíces se sucumban y garantizar su duración, es necesario hacer el diseño de elementos indispensables del muro verde los cuales son: estructura de soporte y sujeción, almacenamiento y recuperación de agua de riego, sistema de riego, capa impermeable, geotextiles y sustrato, diseño y acomodo de la vegetación.” (UNAM, 2014)

“Es imprescindible realizar el proyecto con recirculación o recuperación de agua, esto genera un efecto de ahorro en agua, los beneficios del muro verde según estudios realizados denotan una gran versatilidad: reducen el estrés, reducen el ruido interior y exterior hasta 10 decibeles, reducen la temperatura en el ambiente hasta 5 grados, purifica el aire, absorbe dióxido de carbono.” (UNAM, 2014)

Imagen 45: Proceso constructivo de jardines verticales.



Fuente: (UNAM, 2014)

## II. 12. Botánica para muros verdes:








“Los muros verdes utilizan plantas perennes, como plantas cubre suelos, crasuláceas o suculentas, musgos, helechos, o de tipo ornamental con flores y también de gran follaje, se seleccionan adecuadamente las especies vegetales, depende de la función en interiores o exteriores, con iluminación o sombra.” (González, 2019)

“Basado en la extensión y la accesibilidad, se implementa un sistema de riego hidropónico, donde automáticamente administra a cada planta la dosis necesaria de agua por goteo, o un sistema de cuidados naturales, donde reciba suficiente luz solar. Poseer un área verde es sinónimo de la mejora en la calidad de aire, que repercute positivamente en la salud física y mental de sus usuarios, beneficia en la contribución de la ecología ambiental, reintegra áreas verdes y complementa el diseño de










construcción, con el objetivo de favorecer en la integración del ser humano con la naturaleza.” (Villavicencio, 2013)










Las especies de plantas implementadas en techos verdes y jardines verticales son diversas, se sugiere especies nativas según la ubicación del proyecto, y se deben evitar las especies invasoras.










Cuadro 2: Listado de vegetaciones para muros verdes en interiores y exteriores.






Afelandra, ( <i>Aphelandra squarrosa</i> )	
Calatea, ( <i>Calathea zebrina</i> )	
Anturio Rojo, ( <i>Anthurium andreaeanum</i> )	
Filodendro limón, ( <i>Filodendrum cordatum amarillo</i> )	
Filodendro verde, ( <i>Filodendrum cordatum verde</i> )	
Lavanda Francesa, ( <i>Lavandula angustifolia</i> )	
Llovizna o Campanula, ( <i>Campanula portenschlagiana</i> )	



Hiedra uña de gato, ( <i>Hedera hélix</i> )	
Sedum clara de huevo, ( <i>Sedum pachyclados</i> )	
Limonio, ( <i>Limonium sinuatum</i> )	
Cintas, ( <i>Clorophytum comosum</i> )	
Marigold o Caléndula ( <i>Calendula officinalis</i> )	
Panameña, ( <i>Tradescantia zebrina</i> )	
Margarita, ( <i>Bellis perennis</i> )	
Begonia ( <i>Begonia semperflorens</i> )	
<i>Vinca major</i>	




Gazania amarilla, ( <i>Gazania rigens</i> )	
Clavel, ( <i>Delosperma cooperi</i> )	
Panicetos, ( <i>Pennisetum setaceum</i> )	
Croto, ( <i>Codiaeum variegatum</i> )	
Orejas de conejo, ( <i>Stachys byzantina</i> )	
Azalea, ( <i>Rhododendron indicum</i> )	
Eneldo, ( <i>Anethum graveolens</i> )	
Amaranto rosado, ( <i>Gomphrena globosa</i> )	
Ajuga, ( <i>Ajuga reptans</i> )	


Romero, ( <i>Rosmarinus officinalis</i> )	
Cebollino ornamental, ( <i>Allium schoenoprasum</i> )	
Tomillo, ( <i>Thymus vulgaris</i> )	
Manzanilla, ( <i>Matricaria chamomilla</i> )	
Celosia o Amaranto plumoso, ( <i>Celosia argentea</i> )	
Cilantro, ( <i>Coriandrum sativum</i> )	
Albahaca morada, ( <i>Ocimum basilicum</i> )	
Estrella de belén, ( <i>Ornithogalum thyrsoides</i> )	
Billetes, ( <i>Eucharis amazónica</i> )	

Lirio naranja, ( <i>Hippeastrum puniceum</i> )	
Pichón verde, ( <i>Begonia semperflorens</i> )	
Lirio iris, ( <i>Iris germánica</i> )	
<i>Alstroemeria sp</i>	
Azulina, ( <i>Plumbago capensis</i> )	










Fuente: de la Cruz, M., febrero 2020





Cuadro 3: Listado de especies de plantas con tipología de enredaderas y expansivas aptas para muros verdes en interiores y exteriores.

Cascara de nuez, ( <i>Peperomia caperata</i> )	
Cineraria dusty Miller, ( <i>Senecio cineraria</i> )	
Esqueleto, ( <i>Monstera deliciosa</i> )	

Lagrima de niño, ( <i>Soleiralli</i> )	
Mejorana, ( <i>Origanum mejorana</i> )	
Niña en barco, ( <i>Tradescantia purpuria</i> )	
<i>Peperomia obtusifolia</i>	
<i>Peperomia variegada</i>	
Rocio, ( <i>Aptenia cordifolia</i> )	
Oreja de burro, ( <i>Sansevieria trifasciata</i> )	
Sapo paleta, ( <i>Calatea macayana</i> )	
<i>Philodendron minimun</i>	





Trébol, ( <i>Trifolium repens</i> )	
<i>Ahuja chocolate</i>	
Duranta golden cuba, ( <i>Duranta repens aurea</i> )	
<i>Duranta erecta golden</i>	
<i>Euphorbia pulcherrima</i>	
Helecho Boston, ( <i>Nephrolepis exaltat</i> )	
Hiedra sueca, ( <i>Plectranthus verticillatus</i> )	
<i>Helichrysum spp</i>	
Pasto monkey, ( <i>Ophiopogon japonicus</i> )	

Rea tricolor, ( <i>Rhoeo discolor tricolor</i> )	
Dracena lemon, ( <i>Dracaena deremensis</i> )	
Fitonia roja, ( <i>Fittonia verschaffeltii</i> )	
Helecho cilantrillo, ( <i>Adiantum tricholepis</i> )	
Helecho cuerno de alce, ( <i>Platycerium bifurcatum</i> )	
Helecho microsorum, ( <i>Microsorium pustulatum</i> )	
Helecho peine, ( <i>Nephrolepis cordifolia</i> )	
Helecho rotundifolia, ( <i>Pellaea rotundifolia</i> )	
<i>Ipomea spp</i>	










Junipero, ( <i>Juniperus horizontales</i> )	
Pasto coreano, ( <i>Zaysia japónica</i> )	
<i>Sedum ogon</i>	
Singonio, ( <i>Syngonium angustatum</i> )	

Fuente: de la Cruz, M., febrero 2020



Cuadro 4: Listado de las especies de plantas suculentas con tipología resistente al clima caluroso (desértico) aptas para muros verdes exteriores, necesitan mucho sol y subsisten a la falta de agua.

Cola de borrego, ( <i>Sedum morganianum</i> )	
Cola de zorro, ( <i>Sedum morganianum</i> )	
Cochinita ceniza, ( <i>Sedum palmeri</i> )	
Dedo de niño, ( <i>Sedum rubrotinctum</i> )	



Dedo moro, ( <i>Carpobrutus edulis</i> )	
<i>Echeveria perla de nuremberg</i>	
Aurora blue, ( <i>Echeveria aurora blue</i> )	
Crásula hobbit, ( <i>Crassula avata hobbit</i> )	
Carnicolor, ( <i>Crásula carnicolor</i> )	
Crásula fuego, ( <i>Crásula compfire</i> )	
Crásula perforata gris, ( <i>Crassula perforata</i> )	
Darley sunshine, ( <i>Graptopetalum</i> )	
<i>Echeveria arrow</i>	

<i>Echeveria haagii</i>	
<i>Echeveria tolusensis</i>	
<i>Graptosedum vera higgins</i>	
<i>Graptoveria fanfare</i>	
<i>Sedum Nausbamerianum</i>	
Ovata, ( <i>Crásula ovata</i> )	
Paraguayense, ( <i>Graptopetalum paraguayense</i> )	
<i>Echeveria Runyonii</i>	
<i>Sedum adolphi</i>	

Superbum, ( <i>Graptopetalum superbum</i> )	
Sedum bastardo, ( <i>Sedum spurium</i> )	
Sedum gris, ( <i>Sedum griseum</i> )	
<i>Sedum oxacanthum</i>	
Tormentosa, ( <i>Kalanchoe tormentosa</i> )	
Cactus navideño, ( <i>Zygocactus truncatus</i> )	
Kalanchoe doble, ( <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> )	

Fuente: de la Cruz, M., febrero 2020

**Nutrición en la botánica para Jardines Verticales:**

“Para el desarrollo de las plantas es necesario fertilizar el sustrato con nutrientes y minerales, esto genera el correcto crecimiento de toda la vegetación.” (Lomeli, 2017)

### **Botánica y la calidad de vida:**

“Los primordiales compones de los muros verdes o jardines verticales, son capaces de suministrar diversos beneficios para la salud y el ambiente, favorece a la remediación del aire al atrapar, fijar o remover numerosos tóxicos volátiles y partículas dañinas.” (Lomeli, 2017)

“Debido al crecimiento acelerado de las poblaciones se han generado las demandas de recursos naturales que son vitales para la sobrevivencia, considerablemente se aumentan los gases contaminantes y se han reducido las áreas verdes, estos problemas afectan la calidad de vida. Para estos efectos nocivos, una solución práctica y efectiva son las plantas, debido a sus múltiples beneficios que actúan como filtros de aire, temperatura, coadyuvan a la salud física – emocional lo que reduce el estrés y da oportunidades a regenerar el ambiente.” (Lomeli, 2017)

### **II. 13. Reciclaje de aguas para muros verdes:**

“Para el correcto desarrollo en la vegetación de muros verdes, es necesario que las plantas posean un sistema hidráulico adecuado a la capacidad del diseño y adaptado al tipo de muro, para escoger el sistema de riego se verifican factores como las condiciones ambientales y la tipología vegetal, las plantas pueden requerir disímiles cuantías de agua y se debe regular la frecuencia de riego. Se opta por un sistema de riego automático funcional para avalar el flujo de agua constante.” (González, 2019)

“Es indispensable escoger un sistema de riego donde se reutilice el agua, pues es un recurso vital e inestimable y para el cuidado del ambiente un sistema de riego recirculante que recupere y reutilice este flujo reduce la evaporación que como consecuencia mejora el ambiente y sus recursos.” (González, 2019)

## Métodos eficientes para reciclar agua:

“Los numerosos métodos para reciclar el agua, dependen de las posibilidades y necesidades del diseño en el muro verde, los dos relevantes son:” (Acosta C. , 2013)

**1. Reciclaje de aguas grises:** “Son las aguas derivadas de duchas, lavamanos, lavadoras y dispositivos similares, contienen una mengua concentración de materia orgánica y sólidos en suspensión, aunque pueden contener una alta concentración de productos químicos y clorados que derivan de los detergentes y jabones utilizados. Este tipo de sistema requiere la conexión de los desagües de los lavabos y bañeras a un depósito donde se realizarán dos tratamientos de depuración:” (Acosta C. , 2013)

“Tratamiento físico, mediante filtros impide que las partículas sólidas pasen. Tratamiento químico, se añade hipoclorito sódico y dosificador automático.”

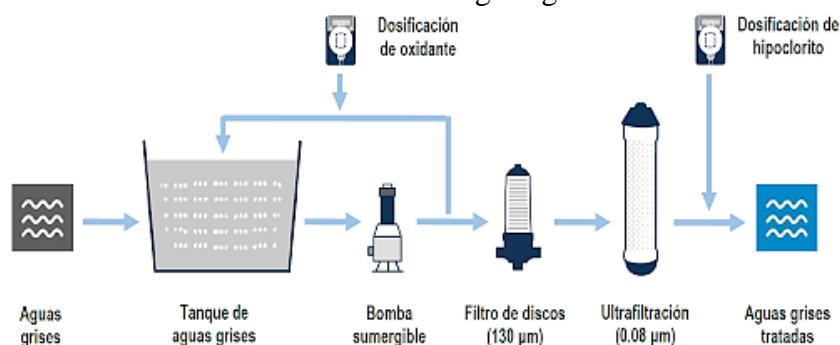
“En el momento que el tratamiento esté listo se podrá reutilizar el agua almacenada en dispositivos especiales y se dispone el uso para riego de vegetaciones, la jardinería y los muros verdes.” (Acosta C. , 2013)

“Existen dos métodos para trabajar el tratamiento de aguas grises, donde se podrán utilizar y acoplar a la disposición de áreas y espacios posibles:” (Acosta C. , 2013)

“El tratamiento de manera artificial, se manejan plantas de tratamiento con bombas y dispositivos específicos para filtrar y tratar las aguas grises.

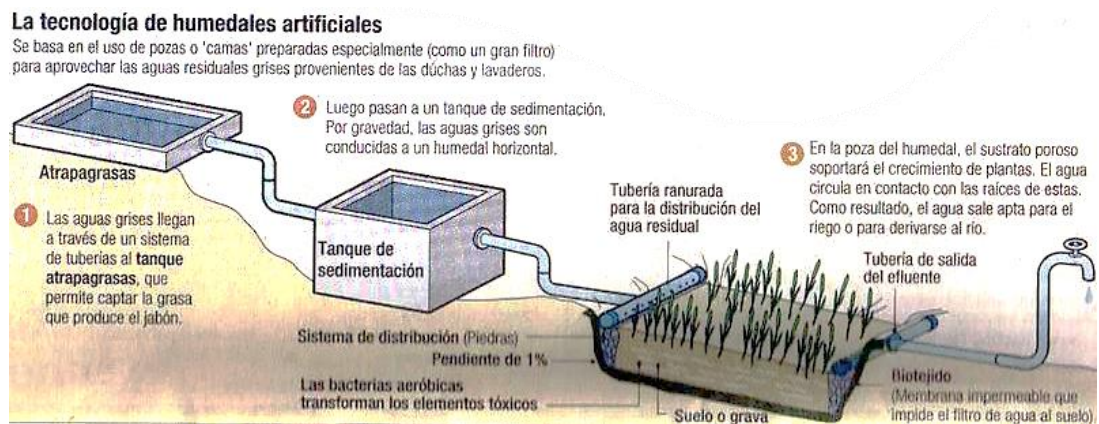
El tratamiento de manera natural, se conocen como humedales artificiales, basados en el uso de vegetaciones en forma de humedal y sitios preparados como filtros para aprovechar las aguas residuales grises, se utiliza un sistema atrapa grasas, grava, arena y raíces de vegetaciones.”

Imagen 46: Línea de tratamiento artificial de aguas grises.



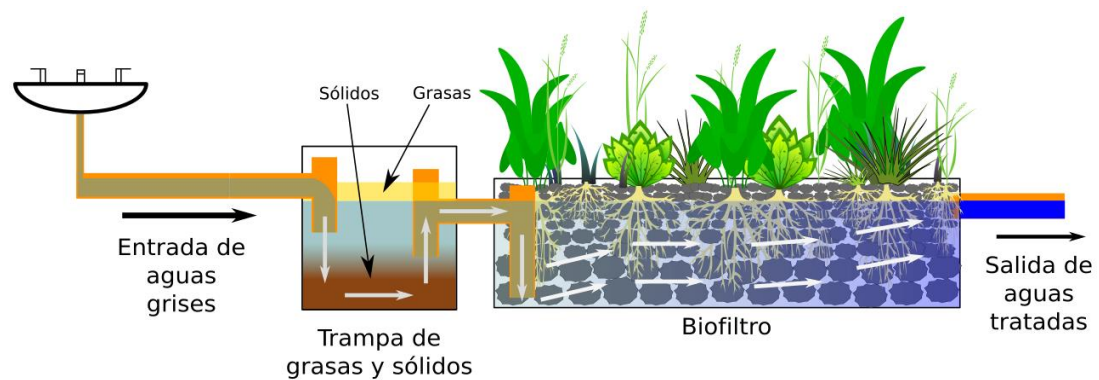
Fuente: (SSTP, 2018)

Imagen 47: Línea de tratamiento natural, proceso de humedales artificiales.



Fuente: (residuales, 2010)

Imagen 48: Proceso de biofiltros.

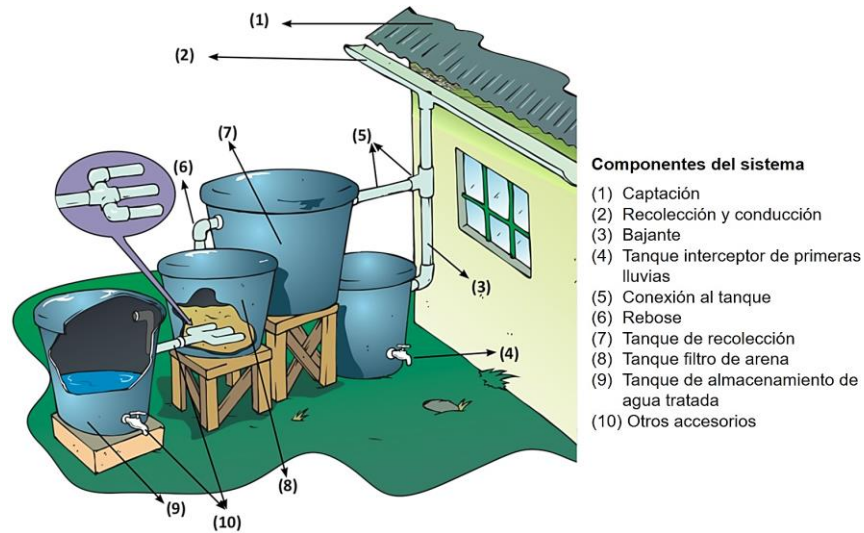


Fuente de imagen: (Acosta C. , 2013)

**2. Reciclaje de aguas pluviales:** “Para trabajar este sistema se debe instalar un dispositivo de recolección de aguas pluviales, un proceso simple es almacenar en un depósito mediante canaletas o tuberías directas al dispositivo, libres de materiales

extraños que puedan afectar el reciclaje seguro de agua de lluvia. Esta recolección se utiliza exclusivamente para el riego de muros verdes o vegetaciones.” (Acosta C. , 2013)

Imagen 49: Proceso de recolección de agua de lluvia.



Fuente de imagen: (residuales, 2010)

**Sistema de riego en muros verdes para utilizar el reciclaje de aguas:**

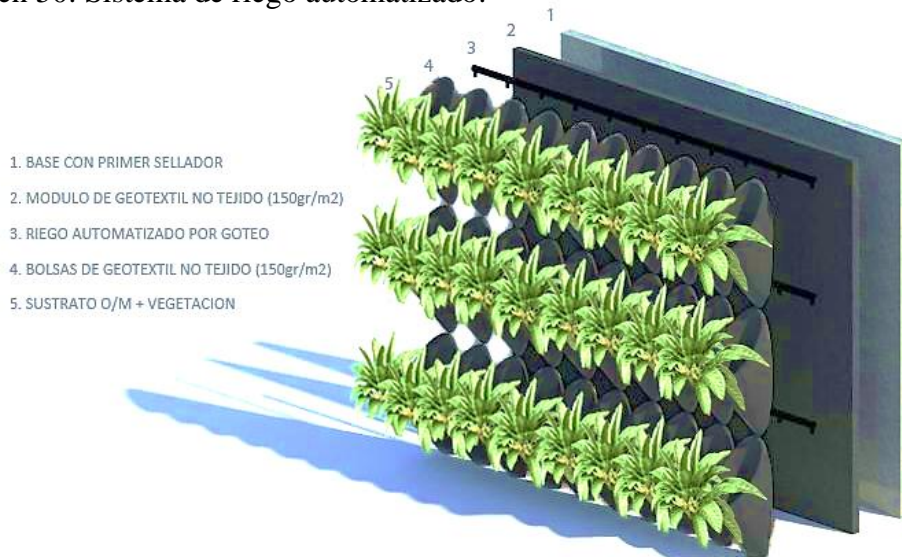
El arquetipo de riego que se opte convendrá conforme al sistema por microaspersión (manguera por goteo) con conexión directa a la fuente escogida o bien con la utilización del riego manual sin previa instalación de recolección, como referencia del uso en ambas propuestas:

**Reutilización de aguas grises:** Para el manejo del riego en las plantas del muro verde es necesaria una instalación especial con previo tratamiento y filtros, por las sustancias químicas que llevará el agua recolectada y conectar al sistema de riego automatizado del muro verde.

**Recuperación de agua pluvial:** No es necesario un tratamiento, se debe optar por instalar canales en los techos o tuberías con conexión hacia el dispositivo de

almacenamiento con filtro para evitar basura o materia orgánica y en el área de almacenaje conectar hacia el sistema de riego automatizado o bien solo se debe colocar baldes como dispositivos de almacenaje en alto y realizar el riego de forma manual.

Imagen 50: Sistema de riego automatizado.



Fuente: (Gania, 2017)

## II. 14. Base legal:

### **Reglamento de régimen interno de convivencia de la Residencial Villas de San Lázaro:**

#### Capítulo IV; Protección al medio ambiente

Artículo 24: “Es obligación de todos los asociados, comprometerse a colaborar permanentemente con la reforestación de toda el área. En tal virtud, se aprueba la creación de áreas de reserva y conservación del medio ambiente.” (Reglamento de convivencia de la Residencial Villas de San Lázaro, 2017)



Artículo 25: “Todos los propietarios y residentes deberán propiciar las mejores condiciones ecológicas de la Residencial Villas de San Lázaro.” (Reglamento de convivencia de la Residencial Villas de San Lázaro, 2017)

#### Capítulo VIII; Régimen de autorización de construcciones y definiciones

Artículo 41: “La planificación y ejecución de cualquier actividad de movimiento de tierras, construcción, ampliación, modificación, reparación y/o demolición de una edificación, estarán bajo la responsabilidad del vecino propietario y los Ingenieros y/o Arquitectos colegiados cuyos nombres y apellidos completos, así como número de colegiación y firmas deberán aparecer en los respectivos documentos.” (Reglamento de convivencia de la Residencial Villas de San Lázaro, 2017)

Artículo 42: “Previo al inicio de cualquier construcción, ampliación, modificación, reparación y/o demolición de una edificación que se pretenda efectuar en la Residencial Villas de San Lázaro, el propietario del inmueble, el constructor o sus representantes legales, deberán solicitar la licencia correspondiente, conforme lo establece el Reglamento de Construcciones, Urbanización y Ornato de la Municipalidad de San Miguel Petapa, ante la Dirección de Planificación Municipal de la Municipalidad de San Miguel Petapa.” (Reglamento de convivencia de la Residencial Villas de San Lázaro, 2017)

Artículo 43: “Toda solicitud de licencia de movimiento de tierras, construcción, ampliación, modificación, reparación o demolición de una edificación, lleva implícita la obligación solidaria del constructor y del propietario de pagar a la Asociación, los gastos que se originen por reparación de los desperfectos causados en las aceras, pavimento de las calles, drenajes, alumbrado público.” (Reglamento de convivencia de la Residencial Villas de San Lázaro, 2017)

Artículo 44: “El firmante en la solicitud de licencia en calidad de constructor, será directamente responsable que la obra se ejecute de acuerdo con los planos autorizados

y/o cancelación de la licencia de construcción, el reglamento de construcciones de la Municipalidad de San Miguel Petapa, demás ordenanzas municipales y el reglamento interno. Deberá informar de cualquier violación que suceda por culpa del propietario, para su inmediata corrección, asimismo, el constructor y el propietario serán responsables.” (Reglamento de convivencia de la Residencial Villas de San Lázaro, 2017)

Artículo 47: “El constructor y/o el propietario serán solidariamente responsables de cumplir con las siguientes normas mientras dure la construcción del proyecto, hasta su finalización:” (Reglamento de convivencia de la Residencial Villas de San Lázaro, 2017)

a. “De almacenar los equipos, herramientas y materiales necesarios para el proyecto dentro de los límites del terreno donde se realiza la construcción. El constructor y propietario serán solidariamente responsables del control de los materiales y equipos almacenados dentro de su propiedad, exime a la Asociación de cualquier daño causado a la propiedad privada o común de Villas de San Lázaro.” (Reglamento de convivencia de la Residencial Villas de San Lázaro, 2017)

d. “A tomar medidas que garanticen, mientras dure la obra, la seguridad de vidas y bienes tanto del personal de la obra como de los vecinos, así como la salud y tranquilidad del vecindario, lo que hace responsable de los daños y perjuicios que resulten de acciones negligentes o culposas.” (Reglamento de convivencia de la Residencial Villas de San Lázaro, 2017)

Artículo 48: “Los propietarios deberán circunscribirse para realizar toda clase de obras y reparaciones del área de su propiedad, siempre que no dañen o utilicen la estructura o partes esenciales del bien común o de los inmuebles vecinos, que perjudican su seguridad, solidez o salubridad apropiándose de segmentos que no pertenecen a su fracción.” (Reglamento de convivencia de la Residencial Villas de San Lázaro, 2017)

Artículo 53: “El incumplimiento de las normas establecidas en el Reglamento interno obliga a la Junta Directiva, a tomar cualquiera de las siguientes disposiciones:” (Reglamento de convivencia de la Residencial Villas de San Lázaro, 2017)

c. “Establecer sanciones pecuniarias cuyo límite fijará la Asamblea, cada vez que así lo proponga la Junta Directiva. Lo anterior sin menoscabo de que se pueda acudir ante cualquier autoridad para obtener la sanción correspondiente.” (Reglamento de convivencia de la Residencial Villas de San Lázaro, 2017)

2. “Si se tratare del incumplimiento de las normas de seguridad o de Protección del Medio Ambiente, la Junta Directiva podrá actuar según la gravedad del caso. Ello sin menoscabo que en el propio manual de seguridad se establezcan procedimientos para que los agentes de seguridad al servicio de la Asociación, puedan someter al orden al infractor o si el caso fuera grave se acuda a la Policía Nacional Civil. En el caso de normas relacionadas con la Protección del medio ambiente también podrá acudir ante las autoridades ambientales.” (Reglamento de convivencia de la Residencial Villas de San Lázaro, 2017)

### **Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente Decreto 68 - 86:**

Artículo 1: “El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, suelo, subsuelo y el agua, deberán realizarse racionalmente.” (Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, 1986)

Artículo 4: “El Estado velará porque la planificación del desarrollo nacional sea compatible con la necesidad de proteger, conservar y mejorar el medio ambiente.” (Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, 1986)

Artículo 11: “La presente ley tiene por objeto velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país.” (Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, 1986)

Artículo 12: “Son objetivos específicos de la ley, los siguientes:” (Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, 1986)

a) “La protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales del país, así como la prevención del deterioro y mal uso o destrucción de los mismos, y la restauración del medio ambiente en general;” (Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, 1986)

d) “El diseño de la política ambiental y coadyuvar en la correcta ocupación del espacio;” (Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, 1986)

e) “La creación de toda clase de incentivos y estímulos para fomentar programas e iniciativas que se encaminen a la protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente;” (Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, 1986)

### **Constitución política de la república de Guatemala:**

Artículo 64: “Patrimonio natural. Se declara de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio natural de la Nación. El Estado fomentará la creación de parques nacionales, reservas y refugios naturales, los cuales son inalienables. Una ley garantizará su protección y la de la fauna y la flora que en ellos exista.” (Constitución Política de la República de Guatemala , 1985)

Artículo 97: “Medio ambiente y equilibrio ecológico. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la

utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente.” (Constitución Política de la República de Guatemala , 1985)

**Ley del Organismo Ejecutivo Decreto 114 - 97:**

Artículo 29: “Al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales le corresponde formular y ejecutar las políticas relativas a su ramo: cumplir y hacer que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país y el derecho humano a un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, lo que debe prevenir la contaminación del ambiente, disminuir el deterioro ambiental y la pérdida del patrimonio natural. Para ello tiene a su cargo las siguientes funciones:” (Ley del organismo ejecutivo, 1997)

a) “Formular participativamente la política de conservación, protección y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales, y ejecutarla en conjunto con las otras autoridades con competencia legal en la materia correspondiente, lo que respeta el marco normativo nacional e internacional vigente en el país;” (Ley del organismo ejecutivo, 1997)

k) “Promover y propiciar la participación equitativa de hombres y mujeres, personas naturales o jurídicas, y de las comunidades indígenas y locales en el aprovechamiento y manejo sostenible de los recursos naturales;”  
(Ley del organismo ejecutivo, 1997)

**Normativa sobre la política marco de gestión ambiental, Acuerdo gubernativo 791 - 2003:**

Artículo 3: “La Política Marco a la que se refiere este acuerdo tiene como finalidad promover acciones para mejorar la calidad ambiental y la conservación del patrimonio natural de la nación, así como el resguardo del equilibrio ecológico necesario para toda forma de vida a manera de garantizar el acceso a sus beneficios para el bienestar

económico, social y cultural de las generaciones actuales y futuras.” (Normativa sobre la política marco de gestión ambiental, 2003)

3.1 Los objetivos específicos son:

3.1.1 “Promover la gestión sostenible y la protección y desarrollo del patrimonio natural, mejorar la conservación y la utilización sostenible de los recursos naturales, para coadyuvar a incrementar la calidad de vida de los guatemaltecos y guatemaltecas del presente y del futuro.” (Normativa sobre la política marco de gestión ambiental, 2003)

3.1.2 “Fortalecer la gestión de la calidad ambiental, promover el crecimiento económico, el bienestar social y la competitividad a escala nacional, regional y mundial, a partir de la incorporación del concepto de producción limpia en los procesos productivos, fomentar el uso de prácticas innovadoras de gestión ambiental prevenir y minimizar los impactos y riesgos a los seres humanos y al ambiente.” (Normativa sobre la política marco de gestión ambiental, 2003)

### **III. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS**

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “El aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, durante los últimos 5 años, por uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente, es debido a la inexistencia de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica”, se identificó 1 población a encuestar; para lo cual se utilizó el método deductivo, de la Junta Directiva de Residenciales Villas de San Lázaro se direccionó a obtener información sobre el efecto y la causa. Se trabajó la técnica censal por medio de la población finita cualitativa, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

Para responder efecto y causa, se trabajó con 5 miembros de la Junta Directiva de Residenciales Villas de San Lázaro.

De la gráfica uno a la cinco se comprueba la variable Y o efecto principal; mientras que de la gráfica seis a la diez, se comprueba la variable X o causa.

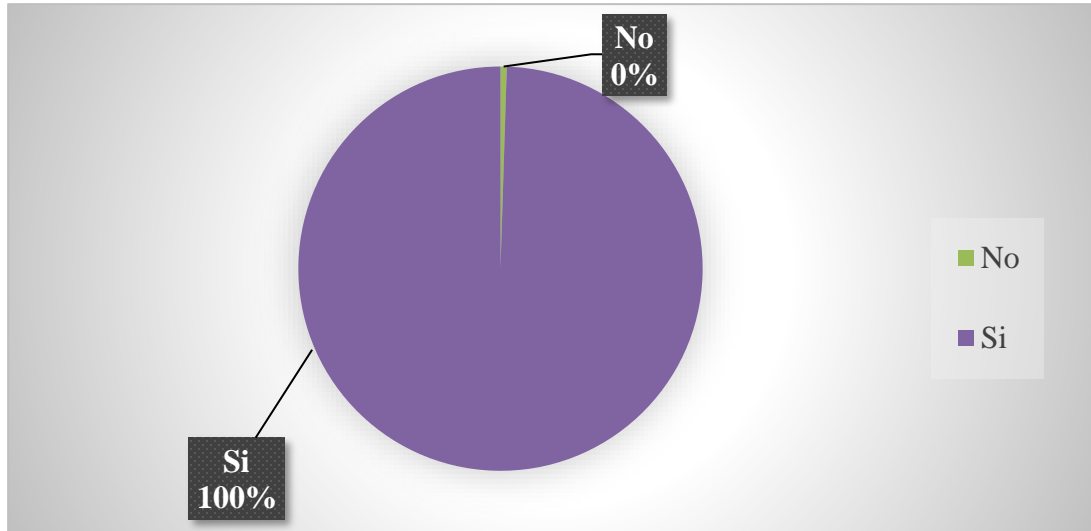
### **III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente “Y” (efecto).**

**Cuadro 5: Existencia del aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.**

<b>Respuestas</b>	<b>Valor absoluto</b>	<b>Valor relativo (%)</b>
Si	5	100
No	0	0
<b>Totales</b>	<b>5</b>	<b>100</b>

Fuente de cuadro: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Gráfica 1: Existencia del aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.**



Fuente de gráfica: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Análisis:**

En el cuadro y la gráfica expuesta se comprueba la opinión de las personas encuestadas por la respuesta positiva en su totalidad de la existencia del aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial debido a que ningún encuestado optó por la respuesta negativa.

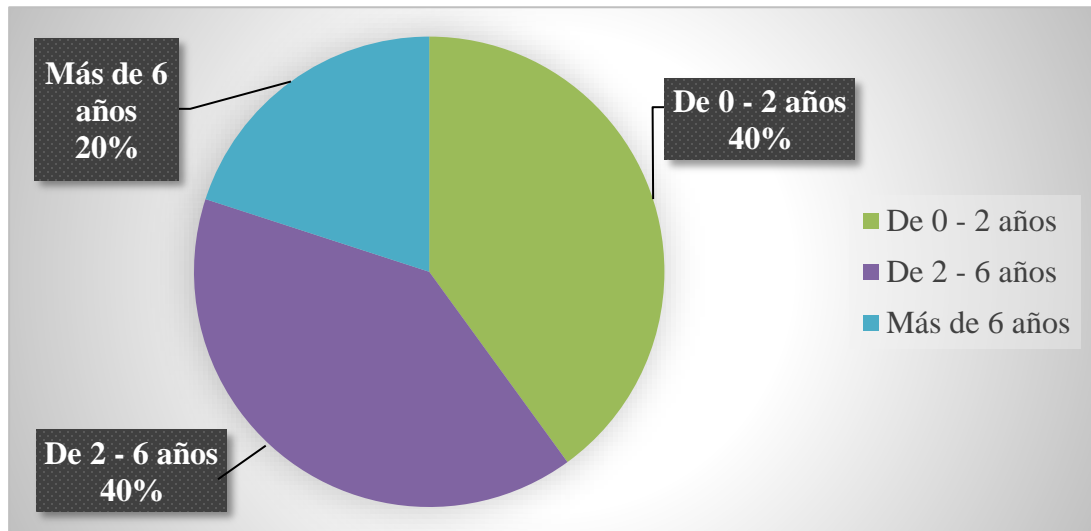
**Cuadro 6: Opinión sobre el tiempo de aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
De 0 – 2 años	2	40
De 2 – 6 años	2	40
Mas de 6 años	1	20
Totales	5	100

Fuente de cuadro: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.



**Gráfica 2: Opinión sobre el tiempo de aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.**



Fuente de gráfica: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Análisis:**

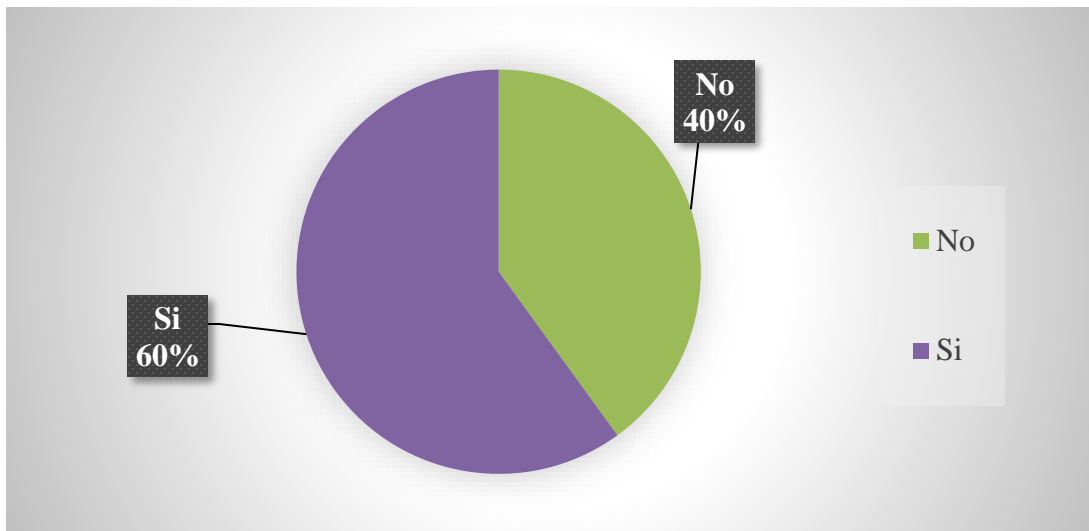
En el cuadro y la gráfica expuesta se considera que en el tiempo de 0 a 2 años y de 2 a 6 años ha aumentado la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial y se notó una menor cantidad de arena utilizada en un tiempo de más de 6 años.

**Cuadro 7: Personas con dificultades por el aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	3	60
No	2	40
Totales	5	100

Fuente de cuadro: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Gráfica 3: Personas con dificultades por el aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.**



Fuente de gráfica: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Análisis:**

En el cuadro y la gráfica expuesta se comprueba que la mayoría de las personas encuestadas han tenido dificultades por el aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial, y una menor cantidad de personas no han notado dificultades por el aumento de arena utilizada.

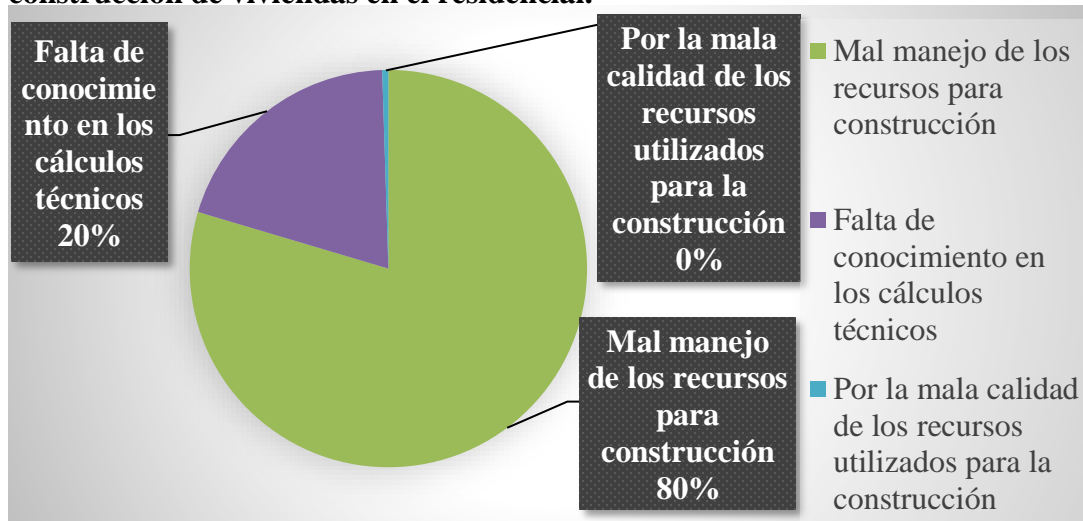
Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Mal manejo de los recursos para construcción	4	80
Falta de conocimiento en los cálculos técnicos	1	20
Por la mala calidad de los recursos utilizados para la construcción	0	0

Totales	5	100
---------	---	-----

**Cuadro 8: Causa del aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.**

Fuente de cuadro: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Gráfica 4: Causa del aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.**



Fuente de gráfica: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Análisis:**

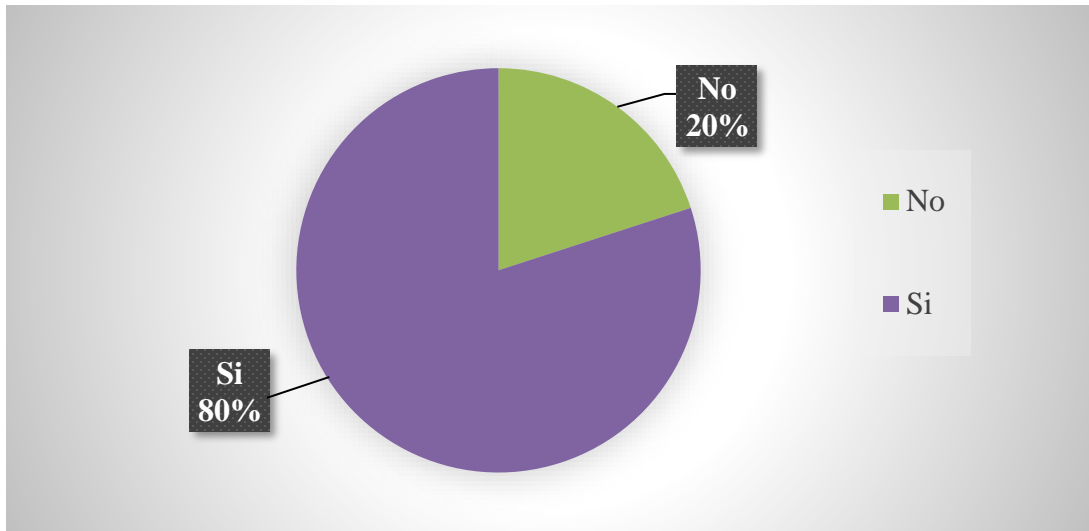
En el cuadro y la gráfica expuesta se muestra que la causa del aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial, se debe mayormente al mal manejo de los recursos para construcción, en menor parte indicaron que se debe a la falta de conocimiento en los cálculos técnicos y no se consideró que fuera por la mala calidad de los recursos utilizados para la construcción.

**Cuadro 9: Opinión sobre la posible disminución en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	4	80
No	1	20
Totales	5	100

Fuente de cuadro: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Gráfica 5: Opinión sobre la posible disminución en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.**



Fuente de gráfica: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Análisis:**

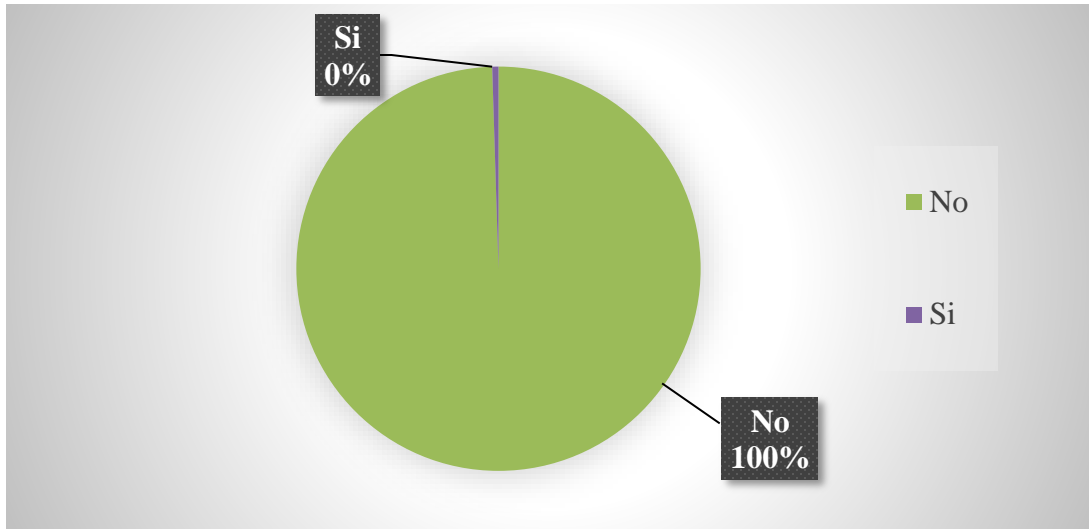
En el cuadro y la gráfica expuesta se comprueba la opinión mayoritaria de las personas encuestadas a favor de la posible disminución en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial y en menor opinión indican que no es posible la disminuir la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.

**Cuadro 10: Existencia de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	0	0
No	5	100
Totales	5	100

Fuente de cuadro: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Gráfica 6: Existencia de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.**



Fuente de gráfica: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Análisis:**

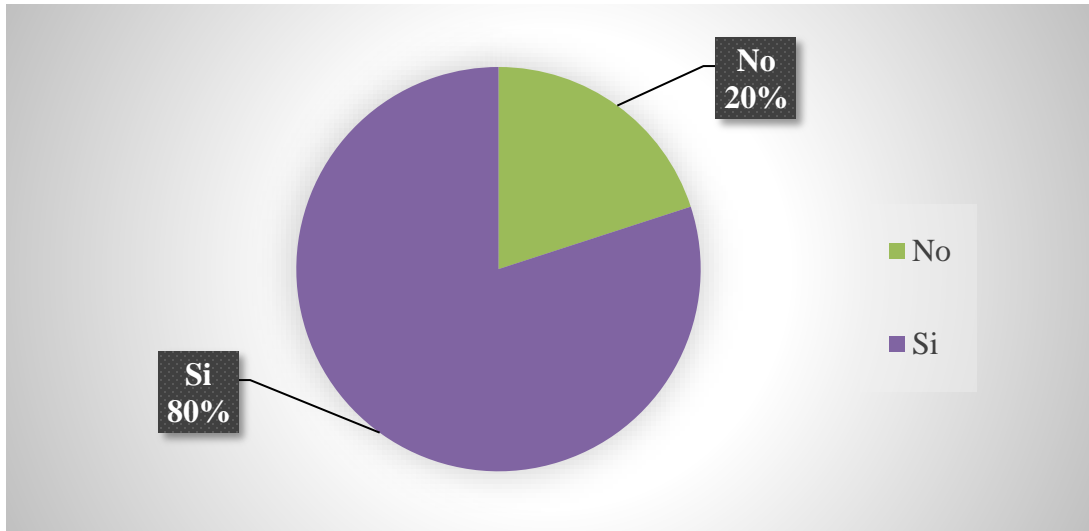
En el cuadro y la gráfica expuesta se comprueba en totalidad que no hay existencia del proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial, debido a que ningún encuestado optó por la respuesta positiva a la existencia del proyecto.

**Cuadro 11: Necesidad de implementar el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	4	80
No	1	20
Totales	5	100

Fuente de cuadro: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Gráfica 7: Necesidad de implementar el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.**



Fuente de gráfica: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Análisis:**

En el cuadro y la gráfica expuesta se aprueba por la mayoría de las personas encuestadas, la necesidad de implementar el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial y una parte minoritaria indicó que no es necesaria la implementación de la alternativa ecológica.

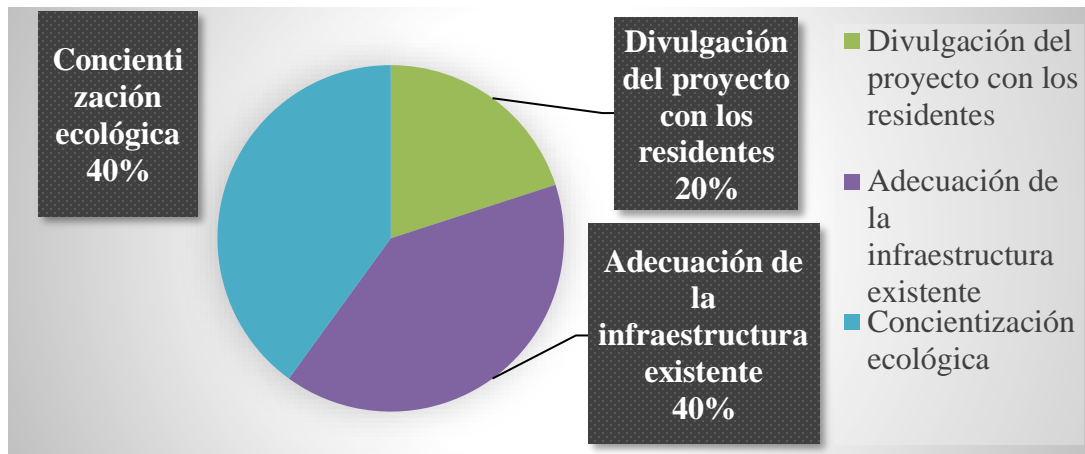
**Cuadro 12: Opinión sobre las acciones que se deben contemplar al momento de implementar el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Divulgación del proyecto con los residentes	1	20
Adecuación de la infraestructura existente	2	40
Concientización ecológica	2	40

Totales	5	100
---------	---	-----

Fuente de cuadro: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Gráfica 8: Opinión sobre las acciones que se deben contemplar al momento de implementar el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.**



Fuente de gráfica: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Análisis:**

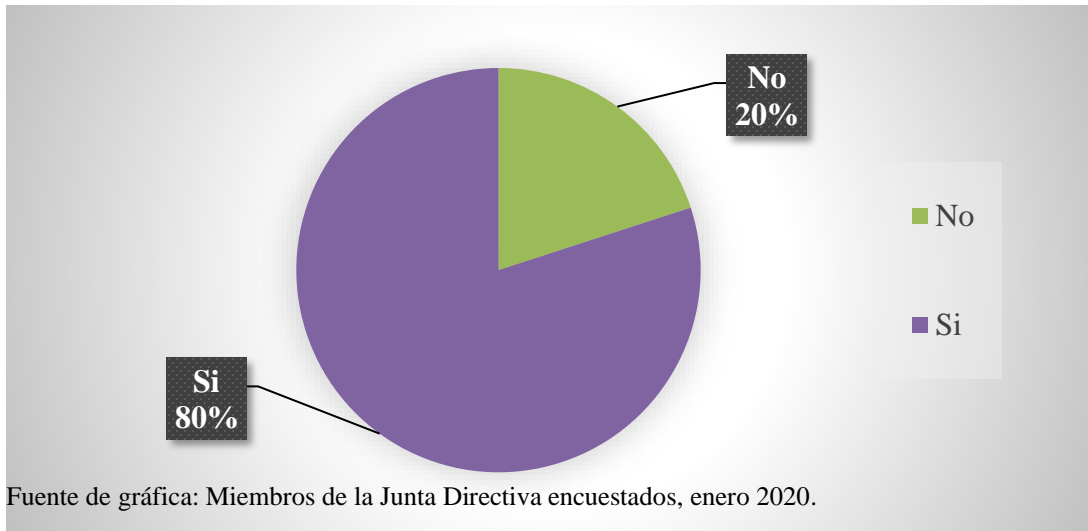
En el cuadro y la gráfica expuesta se evidencia la opinión igualitaria de las personas encuestadas en cuanto a tomar las acciones como la adecuación de la infraestructura existente y la concientización ecológica al momento de implementar el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial y una parte minoritaria considera que se debe tomar la acción de la divulgación del proyecto con los residentes.

**Cuadro 13: La falta de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas, afecta la calidad de vida de los residentes.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	4	80
No	1	20
Totales	5	100

Fuente de cuadro: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Gráfica 9: La falta de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas, afecta la calidad de vida de los residentes.**



**Análisis:**

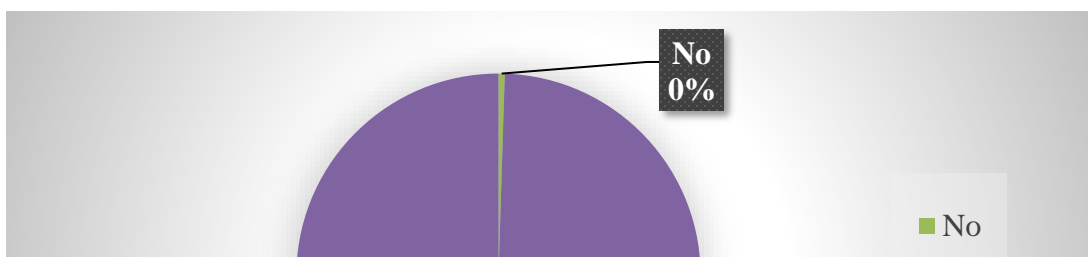
En el cuadro y la gráfica expuesta se muestra que la falta de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas, afecta la calidad de vida de los residentes mayoritariamente y en menor respuesta se indicó que no se ven afectados.

**Cuadro 14: Implementación del proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.**

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	100
No	0	0
Totales	5	100

Fuente de cuadro: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Gráfica 10: Implementación del proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.**





Fuente de gráfica: Miembros de la Junta Directiva encuestados, enero 2020.

**Análisis:**

En el cuadro y la gráfica expuesta se comprueba que la totalidad de las personas encuestadas optarán por la implementación del proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial, debido a que ningún encuestado optó por la respuesta negativa a la implementación del proyecto.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **IV.1. Conclusiones:** Párrafo introductorio.

1. Se comprueba la hipótesis: El aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, durante los últimos 5 años, por uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente, es debido a la inexistencia de proyecto para

diseño de muros verdes como alternativa ecológica, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error para las dos variables del árbol de problemas.

2. Existe aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.
3. La cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial, aumentó en un tiempo de 0 a 6 años.
4. Existe dificultad a los residentes, por el aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.
5. El mal manejo de los recursos y la falta de conocimiento en los cálculos técnicos aumenta la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.
6. No existe diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.
7. Faltan acciones pertinentes para implementar el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.
8. La falta de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas, afecta la calidad de vida de los residentes.

#### **IV.2. Recomendaciones:**

1. Implementar el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en el Residencial Villas de San Lázaro.
2. Disminuir la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.
3. Corregir la degradación en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.

4. Acordar acciones con los residentes para administrar el aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.
5. Establecer el correcto manejo de los recursos y el conocimiento adecuado en los cálculos técnicos en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el residencial.
6. Diseñar el proyecto para muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.
7. Promulgar acciones pertinentes para implementar el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el residencial.
8. Efectuar el proyecto de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas, para mejorar la calidad de vida de los residentes.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Acosta, C. (2013). *Métodos más eficientes para reciclar el agua*. Comunicación de sustentabilidad, Universidad del Valle (México).
2. Acosta, D. (2002). *Reducción y gestión de residuos de la construcción y demolición, tecnología y construcción*.
3. Alarcón, I. (2019). *Sostenibilidad de los recursos*.
4. Alcongal, G. (2017). *Arena, materiales de construcción*. Obtenido de Xeral.net: <https://bloquescando.com/materiales-de-construccion-la-arena/>
5. Álvarez, W. (2007). *Evaluación del uso de morteros de mampostería en obra y laboratorio*. ASTM C-270.
6. Arquitectura sin fronteras Guatemala. (2012). *Creación e impulso de la fabricación de materiales de construcción*.
7. Artiz, C. (2016). *Ventajas de la construcción ecológica*.
8. Asetra. (2018). *Proceso en demolición y uso de los residuos de construcción*.
9. Barret, A. K. (2010). *Documento de apoyo Medio Ambiente*. International strategy for disaster reduction, IRP.
10. Bauverlag. (1982). *Brick and Tile Making*. Obtenido de Bauverlag: [http://www.kilsan.com/eng/topragin\\_dansi\\_eng.htm](http://www.kilsan.com/eng/topragin_dansi_eng.htm)
11. Bermúdez, S. G. (2006). *Concepto de ambiente, escritos sobre la biología y su enseñanza*. Congreso de investigación.
12. Blanc, P. (2013). *Muros vivos*. Pan American Energy - Eco puerto.
13. Blanco, M. (2011). *Diseño básico sobre la arquitectura*. Arkiplus.
14. Blunden, J. (1985). *Mineral resources and their management*. London: Longman.
15. Borden, D. (2009). *La historia de la arquitectura*. BLUME. Naturart.

16. Bustillo, M. (2005). *Materiales de construcción*. Madrid: Fueyo.
17. Caballero, L. A. (Mayo de 2004). *Directiva de productos de construcción*. Obtenido de <https://web.archive.org/web/20111011232312/http://miliarium.com/Paginas/Normas/Materiales/UE/DPC.pdf>
18. Ching, F. D. (2015). *Diccionario visual de arquitectura*. Gustavo Gili, SL.
19. Cibao, C. (2017). *Cal según aplicaciones y usos*.
20. Claudio. (2016). *La técnica en el mundo, tomo II - obras civiles*. Globerama, CODEX.
21. Constitución Política de la República de Guatemala . (3 de Mayo de 1985). Diario Oficial de la República de Guatemala. Guatemala: Asamblea Nacional Constituyente.
22. Dávila, J. (2018). *Materiales de construcción ecológicos, opciones y ventajas*. Homify.
23. Desertización. (2014). *Erosión antrópica*.
24. Ebensperger, L. (2001). *Fabricación y uso eficiente de arenas manufacturadas* . Corporación de desarrollo tecnológico y Bit.
25. ESDIMA. (2013). *Diseño en la arquitectura*. Obtenido de Escuela de diseño de Madrid: <https://esdim.com/que-es-el-diseno-de-arquitectura/>
26. Gania. (2017). *Técnica hidropónica en muro verde*.
27. Gauzin-müller, D. (2003). *Arquitectura ecológica, 29 ejemplos europeos – Arquitectura y diseño + ecológica*. Gustavo Gili.
28. Gonzales, R. (2012). *Proceso de fabricación en materiales de construcción por combustión*.
29. González, A. (2019). *Muros verdes y su impacto ambiental*. Planta oxígeno .
30. Guide, A. A. (2012). *Instituto Americano de Arquitectos*.
31. Guzmán, V. D. (2012). *Ecología y medio ambiente*. CENCAGE Learning.

32. Herrera, J. A. (2013). Las fases de un proyecto. En *Administración de la empresa constructora*. Portacasas.
33. Ibáñez, J. J. (2011). *Ecosistemas: redes tróficas y energéticas*.
34. Jiménez, D. (2011). *Cronología de viviendas*.
35. Johnson, D. A. (1997). Significados de términos ambientales. *Calidad ambiental*.
36. Lengua, D. d. (1984). *Concepto de ambiente*. Madrid: REA.
37. León, D. C. (2014). *Tipos de materiales de construcción* .
38. Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente. (05 de Diciembre de 1986). Diario Oficial de la República de Guatemala. Guatemala: Presidente de la República en Consejo de Ministros.
39. Ley del organismo ejecutivo. (13 de Noviembre de 1997). Palacio del organismo legislativo. Guatemala: Diario Oficial de la República de Guatemala.
40. Limusa. (2004). Principios de diseño urbano/ambiental. En M. Peniche, J. Calvillo, & M. Schjetnan. Limusa.
41. Lomeli, N. (2017). *Plantas en la mejora de la calidad de vida*. Planta Oxígeno .
42. MAGA, Corás. (1983). *Principios de riego tomo 1*.
43. Maio, V. (2015). *Escasez de recursos naturales, Impacto de la construcción del ambiente*.
44. Malacalza, L. (2013). *Ecología y ambiente*. CMA AUGM.
45. Marahrens, F. d. (2009). *Geomalla HPED*. Sistema geotécnicos, EMIN.
46. Maribel Farner, Cynthia Overall. (2015). *Recursos verdes, proyectos*.
47. Martins, A. (1992). *Propiedades físicas*.

48. Medineckien, e. A. (2010). *Construcción sostenible teniendo en cuenta el impacto del edificio en el medio ambiente*. Journal of environmental engineering and landscape management.
49. NEA. (2018). *Utilización de materiales extraídos para construcción*.
50. Neufert, P. (1997). Arte de proyectar en arquitectura. En *Neufert*. Gustavo Gili.
51. Normativa sobre la política marco de gestión ambiental. (08 de Diciembre de 2003). Presidente de la República de Guatemala. Guatemala : Diario Oficial de Centroamérica .
52. Pineda, J. (2014). *Evaluación ambiental*.
53. Ramírez, C. (2015). *Arquitectura Ecológica*.
54. Reglamento de convivencia de la Residencial Villas de San Lázaro. (07 de Octubre de 2017). La Asociación de Vecinos de la Residencial Villas de San Lázaro. San Miguel Petapa, Guatemala: Municipalidad de San Miguel Petapa y Ministerio de Gobernación .
55. Reinar. (2016). *Uso eficiente del agua en las construcciones*.
56. residuales, T. d. (2010). *Sistema de distribución de filtros en humedales*.
57. Revuelta, M. B. (2008). *Los recursos minerales y los materiales de construcción*. Enseñanza de las ciencias de la Tierra.
58. Rosa Galindo, J. G. (2005). *Diccionario enciclopédico*. Grupo Océano.
59. SSTP. (2018). *Planta compacta en sistema de tratamiento de aguas grises*.
60. Standards, A. b. (2002). *Standard Specification for Concrete Aggregates*. ASTM vol. 4.
61. Tabasco, C. F. (2010). *Muro Verde; sistema de contención respetuoso con el medio ambiente*. Congreso nacional del ambiente.
62. Torroja, E. (2007). *Materiales de construcción, CSIC*. Obtenido de University of Washington EigenFactor:  
<http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc>

63. Ucha, F. (2009). *Definición general de construcción básica*. Obtenido de ABC: <https://www.definicionabc.com/general/construccion.php>
64. UNAM. (2014). *Diseño, construcción y ventajas de un muro verde*. Generación verde.
65. Villavicencio, M. (2013). *Muros verdes, una medicina para el edificio enfermo*. Biosfera Tlalli.
66. Vital arquitectura y soluciones ambientales. (2010). *Muros Verdes*.
67. Zita, A. (2018). *Medio Ambiente*. Obtenido de Instituto venezolano de investigaciones científicas: <https://www.todamateria.com/que-es-el-medio-ambiente/>



## ANEXOS

### Anexo 1: Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

**Tópico:** Uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente en viviendas.

#### Árbol de problemas:

**Efecto o consecuencia general**



**(Variable dependiente o Y)**

Aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, durante los últimos 5 años.

**Problema central o clave**



**(Causa intermedia)**

Uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente en viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala.

**Causa**



**(Variable independiente o X)**

Inexistencia de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala.

**Hipótesis de trabajo:**

**Hipótesis causal:**

“El aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, durante los últimos 5 años, por uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente, es debido a la inexistencia de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica”.

**Hipótesis interrogativa:**

¿Será la inexistencia de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica, la causante del aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, durante los últimos 5 años, por uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente?

**Árbol de objetivos y medio de solución de la problemática**

**Árbol de objetivos:**

**Fin u objetivo general** →

Disminuir la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa.

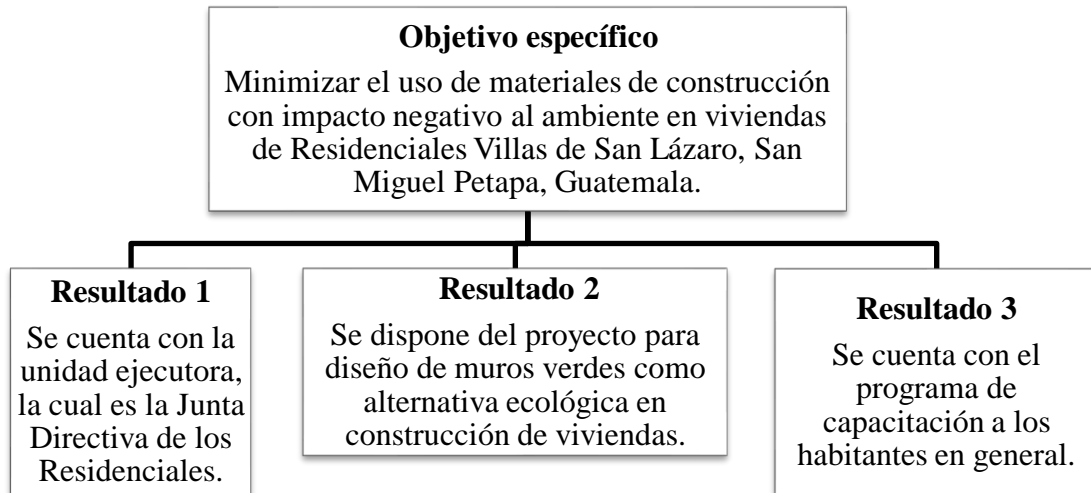
**Objetivo específico** →

Minimizar el uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente en viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala.

**Medio de solución** →

Proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala.

**Anexo 2: Diagrama del medio de solución de la problemática.**



### **Anexo 3: Boleta de investigación para la comprobación del efecto general.**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de graduación

Boleta de investigación

Variable dependiente

**Objetivo:** Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: **“Aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, durante los últimos 5 años.”**

Esta boleta censal está dirigida a la Junta Directiva de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, con el 100% de nivel de confianza y el 0% de error por el sistema de población finita cualitativa.

**Instrucciones:** A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuándo se le indique.

1. ¿Considera usted que existe aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el Residencial?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

2. ¿Desde hace cuánto tiempo se ha notado el aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el Residencial?

2.1. De 0 - 2 años\_\_\_\_\_

2.2. De 2 - 6 años\_\_\_\_\_

2.3. Más de 6 años\_\_\_\_\_

3. ¿Ha tenido dificultades por el aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el Residencial?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

4. ¿Cuál es la causa del aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el Residencial?

4.1. Mal manejo de los recursos para construcción\_\_\_\_\_

4.2. Falta de conocimiento en los cálculos técnicos\_\_\_\_\_

4.3. Por la mala calidad de los recursos utilizados para la construcción\_\_\_\_\_

5. ¿Considera usted que se puede disminuir la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en el Residencial?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Observaciones:

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

#### **Anexo 4: Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal.**

Universidad Rural de Guatemala

Programa de graduación

Boleta de investigación

Variable independiente

**Objetivo:** Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable independiente siguiente: **“Inexistencia de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala.”**

Esta boleta censal está dirigida a la Junta Directiva de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, con el 100% de nivel de confianza y el 0% de error por el sistema de población finita cualitativa.

**Instrucciones:** A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá marcar con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuándo se le indique.

1. ¿Conoce si existe proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el Residencial?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

2. ¿Considera usted que es necesario implementar el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el Residencial?

Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

3. ¿Qué acciones considera usted que se deben contemplar al momento de implementar el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el Residencial?

3.1. Divulgación del proyecto con los residentes \_\_\_\_\_

3.2. Adecuación de la infraestructura existente \_\_\_\_\_

3.3. Concientización ecológica \_\_\_\_\_

4. ¿Cree usted que la falta de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas, afecta la calidad de vida de los residentes?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

5. ¿Tiene contemplado dentro de su planificación la implementación del proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas en el Residencial?

Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Observaciones:

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_



**Anexo 5: Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de muestra.**

Para la población efecto; y causa, respectivamente se trabajó la técnica del censo con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error; lo anterior debido a que son poblaciones finitas cualitativas de 5 personas; miembros de la Junta Directiva de Residenciales Villas de San Lázaro para efecto y causa.

**Anexo 6: Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación.**

Se realiza con la finalidad de determinar la correlación existente entre las variables intervinientes en la problemática descrita en el árbol de problemas y poder validarla; así como determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta.

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2017 a 2021); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el árbol de problemas, el cual obedece a “Aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, durante los últimos 5 años.”

Requisito.  $+>0.80$  y  $+<1$

Año	X (años)	Y (Kg de Aumento en la cantidad de arena)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2017	1	1900	1900.00	1	3610000.00
2018	2	1964	3928.00	4	3857296.00
2019	3	2000	6000.00	9	4000000.00
2020	4	2147	8588.00	16	4609609.00
2021	5	2359	11795.00	25	5564881.00
Totales	15	10370	32211.00	55	21641786.00

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	32211
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	21641786.00
$\sum Y=$	10370
$n\sum XY=$	161055
$\sum X*\sum Y=$	155550
Numerador=	5505

Fórmula:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	108208930.00
$(\sum Y)^2=$	107536900.00
$n\sum X^2 - (\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2 - (\sum Y)^2=$	672030
$(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)=$	33601500.00
Denominador:	5796.680084
r=	0.949681528

Análisis: Debido a que el coeficiente de correlación  $r = 0.94$  se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta.

**Anexo 7: Anexo comentado sobre la proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta.**

$y = a + bx$

Año	X (años)	Y (Kg de Aumento en la cantidad de arena)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2017	1	1900	1900	1	3610000.00
2018	2	1964	3928	4	3857296.00
2019	3	2000	6000	9	4000000.00
2020	4	2147	8588	16	4609609.00
2021	5	2359	11795	25	5564881.00
Totales	15	10370	32211	55	21641786.00

n=	5
ΣX=	15
ΣXY=	32211
ΣX <sup>2</sup> =	55
ΣY <sup>2</sup> =	21641786.00
ΣY=	10370
nΣXY=	161055
ΣX*ΣY=	155550
Numerador de t	5505
Denominador de b:	
nΣX <sup>2</sup> =	275
(ΣX) <sup>2</sup> =	225
nΣX <sup>2</sup> - (ΣX) <sup>2</sup>	50
b=	110.1
Numerador de a:	
ΣY=	10370
b * ΣX =	1651.5
Numerador de a:	
a:	8718.5
a=	1743.7

Fórmulas:

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X * \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Fórmulas:

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

**Cálculo de la línea recta para la proyección sin proyecto.**

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * x)$				
Y(2022)=	a	+	(b	* X)
Y(2022)=	1743.7	+	110.1	X
Y(2022)=	1743.7	+	110.1	6
Y(2022)=	2404.3			
Y(2022)=	2844.7 Kg de arena			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2023)=	a	+	(b * X)	
Y(2023)=	1743.7	+	110.1	X
Y(2023)=	1743.7	+	110.1	7
Y(2023)=	2514.4			
Y(2023)=	2844.7 Kg de arena			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2024)=	a	+	(b * X)	
Y(2024)=	1743.7	+	110.1	X
Y(2024)=	1743.7	+	110.1	8
Y(2024)=	2624.5			
Y(2024)=	2844.7 Kg de arena			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2025)=	a	+	(b * X)	
Y(2025)=	1743.7	+	110.1	X
Y(2025)=	1743.7	+	110.1	9
Y(2025)=	2734.6			
Y(2025)=	2844.7 Kg de arena			

Ecuación de la línea recta $Y= a+(b*x)$				
Y(2026)=	a	+	(b * X)	
Y(2026)=	1743.7	+	110.1	X
Y(2026)=	1743.7	+	110.1	10
Y(2026)=	2844.7			
Y(2026)=	2844.7 Kg de arena			

### Proyección con proyecto.

Año a proyectar	=	Año anterior	más o - dep la solución propuesta	Porcentaje propuesto/5	
Y (2022)	=	Y (2021)	-	11%	=
Y (2022)	=	2359.00	-	259.49	2099.51
Y (2022)	=	2099.51	Kg de aumento en la cantidad de arena		

Y (2023)	=	Y (2022)	-	14%	=
Y (2023)	=	2099.51	-	293.93	1805.58
Y (2023)	=	1805.58	Kg de aumento en la cantidad de arena		

Y (2024)	=	Y (2023)	-	17%	=
Y (2024)	=	1805.58	-	306.95	1498.63
Y (2024)	=	1498.63	Kg de aumento en la cantidad de arena		

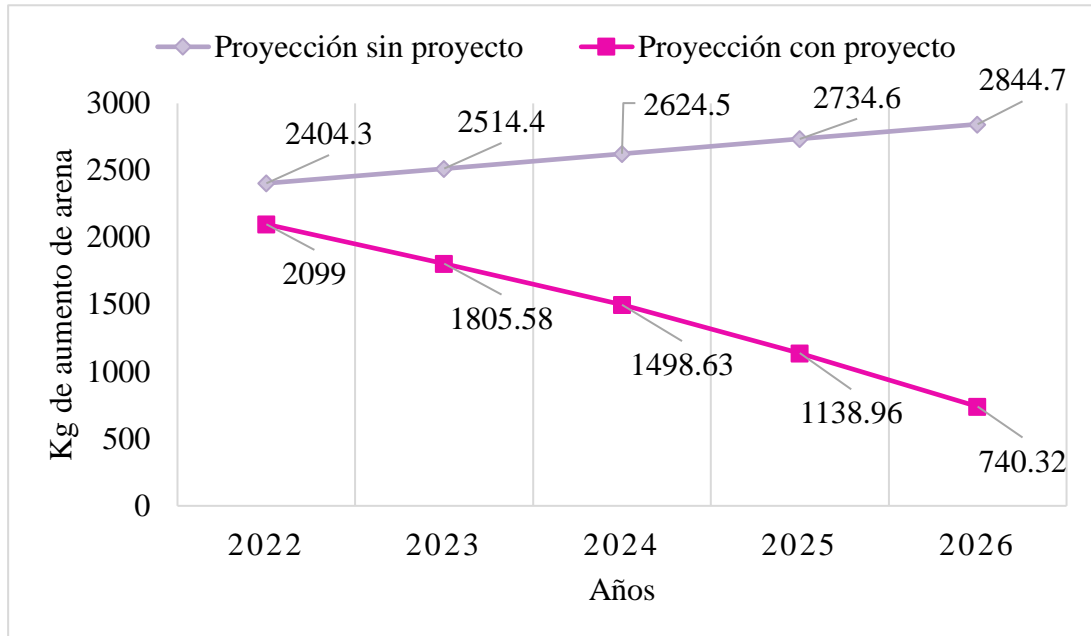
Y (2025)	=	Y (2024)	-	24%	=
Y (2025)	=	1498.63	-	359.67	1138.96
Y (2025)	=	1138.96	Kg de aumento en la cantidad de arena		

Y (2026)	=	Y (2025)	-	34%	=
Y (2026)	=	1138.96	-	398.64	740.32
Y (2026)	=	740.32	Kg de aumento en la cantidad de arena		

**Cuadro comparativo sin y con proyecto.**

Año	Proyección sin proyecto	Proyección con proyecto
2022	2404.3	2099.00
2023	2514.4	1805.58
2024	2624.5	1498.63
2025	2734.6	1138.96
2026	2844.7	740.32

### Gráfica del comportamiento de la problemática sin y con proyecto.



Análisis: Como se puede notar en la información anterior, la problemática crece a medida que pasa el tiempo; de no ejecutarse la presente propuesta, la situación del efecto identificado, seguirá en condiciones negativas, por lo que se hace evidente la necesidad de la pronta implementación del plan de “Proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala” para solucionar a la brevedad posible la problemática identificada.

Mireya Elizabeth de la Cruz Bobadilla

**TOMO II**

PROYECTO PARA DISEÑO DE MUROS VERDES COMO ALTERNATIVA  
ECOLÓGICA EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE RESIDENCIALES  
VILLAS DE SAN LÁZARO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.



Asesor General Metodológico:

Ingeniero Agrónomo Carlos Alberto Pérez Estrada

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Arquitectura

Guatemala, diciembre 2,021



Esta tesis fue presentada por la autora,  
previo a obtener el título universitario de  
Licenciatura en Arquitectura con énfasis  
Ambiental.

## **Prólogo**

Como parte del programa de graduación, se realizó la propuesta de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala. Con el objetivo de reducir la problemática detectada por el aumento de la cantidad de arena utilizada para la construcción de viviendas que causa impacto negativo sobre el ambiente.

Como requisito previo para obtener el título académico de Licenciatura en Arquitectura con énfasis Ambiental, de conformidad a los estatutos de la Universidad Rural de Guatemala.

La presente investigación surge para establecer parámetros adecuados del diseño de muros verdes y la implementación correcta, se compone de los temas de marco teórico: materiales de construcción, arena para construcción, construcción de viviendas, diseño, ambiente, recursos naturales utilizados para la construcción, materiales de construcción con impacto negativo al ambiente, muros verdes, ecología, alternativas ecológicas de construcción, diseño de muros verdes, botánica para muros verdes, reciclaje de aguas para muros verdes, base legal.

Se logró determinar por medio de las encuestas dirigidas a la junta directiva del residencial, que el aumento en la cantidad de arena causa dificultades a los residentes al afectar la calidad de vida y que para la implementación del proyecto de muros verdes se debe adecuar la infraestructura, así como concientizar en la ecología.

La presente investigación está integrada por los lineamientos necesarios para conocer los resultados siguientes: disposición del proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas, fortalecimiento de la unidad ejecutora, programa de capacitación a los habitantes en general.

## **Presentación**

El estudio del tema “Proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala” es la derivación de la investigación realizada y como requisito previo para optar al título universitario de Arquitectura con énfasis Ambiental, en el grado académico de Licenciatura, conforme a las disposiciones de la Universidad Rural de Guatemala y la Facultad de Arquitectura.

Para la elaboración de la investigación fueron empleados los siguientes métodos: el método científico para la recolección de la información de las fuentes primarias y secundarias; el marco lógico o estructura lógica para la elaboración del árbol de problemas y árbol de objetivos; el método deductivo para la identificación de la problemática; el método inductivo para la comprobación de la hipótesis; el método estadístico y el método de análisis para la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos; y el método de síntesis se utilizó para obtener las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación.

En esta investigación sustancial se determinó que el uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente en viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro afecta e impacta al aumento en la cantidad de arena utilizada, deriva consecuencias agravadas al ambiente y en la calidad de vida de los residentes del área. Es necesario implementar el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas para producir una mejora en el entorno ambiental, los múltiples beneficios aportan reducción de emisiones por el dióxido de carbono, paridades en la extracción de recursos naturales y su uso, control adecuado de la temperatura, reducción de efectos nocivos de los rayos solares, renueva los ecosistemas alterados y resuelve a una mejor calidad de vida, gracias al aporte en la purificación del aire, visualmente genera alivio contra el estrés diario y es saludable.

## **Índice general**

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
	Prólogo	
	Presentación	
	I. RESUMEN.....	1
	II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	9
	ANEXOS.	

## **I. RESUMEN**

En cumplimiento con lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, previo a optar al título de Licenciatura en Arquitectura con énfasis Ambiental, se elabora y presenta la propuesta de “proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala”, tema tópico en análisis e investigación, de la que se espera resultados positivos y los logros que se propone: disminuir la cantidad de arena utilizada y minimizar el uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente.

En este acápite se muestra un epitome del proyecto y cómo fue el desarrollo del mismo, que incluye el planteamiento del problema, hipótesis y objetivos, justificación, metodología utilizada y el proceso, propuesta de solución, principal conclusión y principal recomendación, según la secuencia de los lineamientos.

Se encuentra el énfasis en un tema de basta importancia para la arquitectura y el objetivo de la sustentabilidad con el entorno ambiental.

### **Planteamiento del problema**

El aumento en la cantidad de arena que es usada para construir viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala causa impacto negativo sobre el ambiente, forma una mala calidad de vida y crea efectos dañinos para los habitantes.

Por lo que la falta de acciones técnicas y operacionales representa inconformidades en los habitantes y preocupación por el deterioro ambiental.

Es necesario implementar un proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en la construcción de viviendas, esto genera la disposición de conservar y proteger el ambiente, así mismo mejora la calidad de vida de los habitantes, reduce el impacto nocivo y visual.

## **Hipótesis**

Como parte de la investigación la hipótesis trabajada, se secciona y plantea en las siguientes dos partes:

### **Hipótesis causal:**

“El aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, durante los últimos 5 años, por uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente, es debido a la inexistencia de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica”.

### **Hipótesis interrogativa:**

¿Será la inexistencia de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica, la causante del aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, durante los últimos 5 años, por uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente?

## **Objetivos**

Al analizar la problemática existente en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, que es el aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas y en búsqueda de la solución a este problema se plantean los siguientes objetivos:

### **General**

Disminuir la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa.

### **Específico**

Minimizar el uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente en viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala.

### **Justificación**

El aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, se debe al uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente que podrá ocasionar a largo plazo daños irreparables en la estructura de recursos naturales.

Los residentes han tenido dificultades por el aumento en la cantidad de arena mayormente por el mal manejo de los recursos para construcción.

De no ejecutarse el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, se corre el riesgo de que en los próximos cinco (5) años se aumente el uso de la cantidad de arena que se utiliza para la construcción de dichas viviendas y por ende incremento de los materiales con impacto negativo al ambiente que se utilicen para la construcción que afectan la calidad de vida de los residentes.

Al ejecutarse el proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, se logrará: minimizar el uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente en las viviendas, se tendrá una mejor calidad de vida para los residentes y se reducirán los daños a los recursos naturales por la extracción exhaustiva de materias primas, lo que dará a espacio a que los recursos se puedan regenerar y poder hacer uso de ellos.

## **Metodología**

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

### **Métodos**

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en el árbol de problemas y objetivos, que forman parte del anexo de este documento. Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados se expone a continuación:

### **Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis**

Para la formulación de la hipótesis el método principal fue el deductivo, el cual permitió conocer aspectos generales en el área del uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente en viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala. A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

**Observación directa:** Esta técnica fue empleada previo a la investigación, se utilizó en la visualización del uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente en viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, a cuyo efecto, se observó la forma en que afectaba a los residentes.

**Investigación documental:** Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de obtener un historial que permitiera justificar el estudio mediante una proyección y



correlación acerca de la problemática, así como los lineamientos y reglas que están establecidas en el residencial para poder realizar la propuesta.

**Entrevista:** Al identificar y formar una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar al personal del área de la junta directiva de Residenciales Villas de San Lázaro, a efectos de poseer información fehaciente sobre la problemática detectada.

Al poseer una visión más clara sobre la problemática en el área del uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente en viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, a cuyo efecto se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. La graficación de la hipótesis de encuentra en al anexo 1 o árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

La hipótesis formulada de la forma indicada dictamina: “El aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala, durante los últimos 5 años, por uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente, es debido a la inexistencia de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica”

El método del marco lógico permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así como la facilidad de establecer la denominación del trabajo en cuestión.

### **Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis**

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

**Encuesta:** Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a la población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información requerida, después de ser aplicada.

**Determinación de la población a investigar:** Para obtener una información más confiable, se determinó realizar censo y conocer los resultados de investigación conforme a la totalidad de 5 colaboradores del personal de la junta directiva de Residenciales Villas de San Lázaro; con lo que se conjetura que el nivel de confianza en este caso será del 100%.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo efectuada.

## **Técnicas**

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa y la investigación documental; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista, la encuesta y el censo.

Como se puede advertir fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

### **Propuesta de solución (síntesis de resultados)**

La síntesis se deriva del proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas, ubicado en Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala.

Al implementar esta alternativa el resultado primordial es la mejora constructiva a través del eje ambiental, este contexto se refleja en un entorno sustentable y sostenible, asimismo se percibe una utilidad mínima de materiales de construcción con el que se genera disminución en el impacto de materiales y de las molestias ocasionadas por los mismos.

Los muros verdes como respuesta a la problemática, hacen énfasis en que son una opción favorable para contrarrestar los efectos desfavorables del aumento de las construcciones que se han generado por el acrecentamiento poblacional, representa

una ventaja importante para un hábitat saludable y equilibrado, es un método de gran importancia que incluso en diversos países ya han empezado a implementarla.

Es imprescindible mencionar que los beneficios que aporta a la salud son tan numerosos que llegan a mejorar incluso el estado de ánimo y la calidad de vida de las personas.

La utilización de la arquitectura verde en el proyecto adapta a diversas plantas y vegetaciones que mejora el entorno del área e implementa la reducción de gases contaminantes a través de la depuración de partículas nocivas, lo que deriva hacia un ambiente saludable.

El anexo se esboza en la propuesta de solución de la problemática investigada e incluye la matriz de la estructura lógica para la correcta evaluación del trabajo después del desarrollo de la propuesta.

## **II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Se comprueba la hipótesis: El aumento en la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala,

durante los últimos 5 años, por uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente, es debido a la inexistencia de proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error para las dos variables del árbol de problemas.

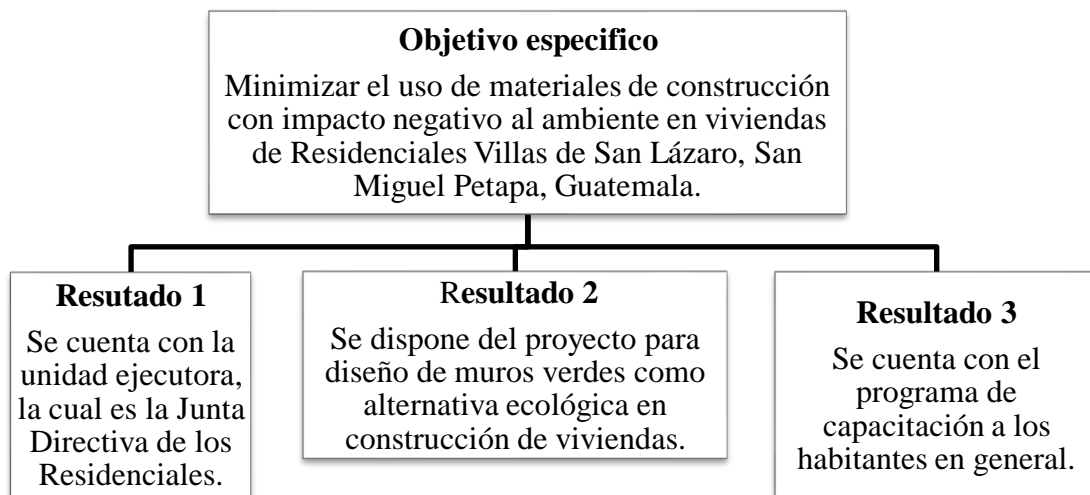
Por lo anterior se recomienda operativizar la solución de la problemática mediante la implementación del plan de “Proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas de Residenciales Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa, Guatemala”.

## ANEXOS

### Anexo 1: Propuesta para solucionar la problemática

Se proporciona una solución viable a la problemática de estudio con el objetivo de minimizar el uso de materiales con impacto negativo al ambiente, en el cual se diseñó una propuesta que está conformada por tres resultados, se cuenta con la unidad ejecutora que es la Junta Directiva de los Residenciales, dicha unidad desplegará el espacio físico, materiales, equipo y personal técnico, junto con los recursos para la ejecución. Se dispone del diseño de muros verdes como alternativa ecológica, el cual estará previamente dispuesto a los habitantes en general del residencial, mediante una capacitación que conlleve los temas del proyecto y la concientización para optar por el diseño en la construcción de viviendas y por ende los múltiples beneficios al ejecutarlo.

### Diagrama del medio de solución de la problemática



## **Resultado 1: Unidad Ejecutora, la cual es Junta Directiva de los Residenciales.**

### **Actividad 1: Espacio físico.**

Es necesario contar con una oficina de 8 metros cuadrados la cual estará ubicada dentro del área de oficinas administrativas del residencial, para poder instalar ampliamente al personal asignado.

### **Actividad 2: Material y equipo.**

2 escritorios tradicionales para oficina color negro de 1.2metros.

2 sillas para oficina con ruedas, de color negro.

1 archivero de color negro con 3 gavetas de 60 X 50 cm con llave.

2 computadoras de escritorio HP All-in-one 20-C205LA (X6A18AA) con las características siguientes: memoria RAM 4GB, disco duro de 1TB, Windows 10 y office 2010.

### **Actividad 3: Personal técnico.**

Un gerente con el perfil siguiente: que tenga Licenciatura en Arquitectura, para estar a cargo de la unidad ejecutora.

Una secretaria con perfil de Secretariado Oficinista.

### **Actividad 4: Recursos Financieros.**

La Junta Directiva del residencial, proporcionará los recursos necesarios para el funcionamiento de la unidad ejecutora.

## **Resultado 2: Desarrollo del proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas.**

Para el desarrollo del proyecto, es indispensable una serie de actividades en las cuales quedarán dispuestos los muros verdes para un correcto funcionamiento y los diversos beneficios que puede aportar en el entorno.

### **Actividad 1: Permisos legales.**

Acción 1: EIA.

Se debe contratar un Consultor Ambiental registrado en el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), en el área donde se desarrollará el proyecto se realiza un estudio por un Regente Ambiental certificado para definir las características del territorio.

Acción 2: Permisos municipales.

Se solicitan los permisos municipales en el área de ventanilla de Dirección Municipal de Planificación para obtener la Licencia de Construcción extendida por la Municipalidad y operarse de conformidad con las normas establecidas en el reglamento de construcción, urbanismo y ornato para el municipio de San Miguel Petapa.

Acción 3: Permisos locales.

Se solicita el debido permiso para la instalación e implementación de los muros verdes en las viviendas, mediante una carta dirigida a la junta administrativa del residencial y en conformidad con el reglamento interno.



## Actividad 2: Estudios.

Acción 1: Estudio de cargas.

Debido a la tensión vertical donde se adaptará el muro verde para la ejecución del proyecto, se realiza un análisis de carga para el muro frontal que incluye el peso de la estructura, la tierra y las vegetaciones.

Acción 2: Estudio de adaptabilidad de especies vegetales.

Para una correcta adaptación al área designada, se realiza un análisis de la diversidad vegetativa para el muro verde según la ubicación geográfica a la que está dirigida el proyecto incluyendo la unificación de necesidades y mantenimiento de las plantas. El estudio deriva que las especies vegetales adaptables para el proyecto se componen por 40 plantas de las cuales las son:

Unidades	Tipo de planta
2	Begonia ( <i>Begonia semperflorens</i> )
2	Oreja de burro ( <i>Sansevieria trifasciata</i> )
2	Lirio naranja ( <i>Hippeastrum puniceum</i> )
3	Gazania amarilla ( <i>Gazania rigens</i> )
5	Cintas ( <i>Clorophytum comosum</i> )
3	Celosia ( <i>Celosia argentea</i> )
3	Azalea ( <i>Rhododendron indicum</i> )
5	Eneldo ( <i>Anethum graveolens</i> )
2	Margarita ( <i>Bellis perennis</i> )
3	Marigold ( <i>Calendula officinalis</i> )
3	Llovizna o Campanula ( <i>Campanula portenschlagiana</i> )
2	Duranta Golden Cuba ( <i>Duranta repens gold</i> )
2	Lavanda Francesa ( <i>Lavandula angustifolia</i> )
3	Ajuga ( <i>Ajuga reptans</i> )

Fuente: de la Cruz, M., febrero 2021

### Actividad 3: Diseño.

#### Acción 1: Características.

La formación del diseño permite detectar las necesidades del residencial y se enfoca en que el área de la vivienda produzca un ambiente más agradable el cual proyecta los espacios verdes con sus múltiples beneficios, junto a sus efectos favorables que generan grandes cambios enriquecedores.

Según las necesidades y análisis realizado para la obtención del máximo beneficio del proyecto el muro verde será ubicado en el muro frontal de las viviendas, por lo tanto el muro verde se apropia a las medidas de 1.50 x 2.00 metros.

#### Acción 2: Componentes.



Fuente: de la Cruz, M., febrero 2021

#### Acción 3: Requerimiento de necesidades.

Previo a la implementación del muro verde se requiere una revisión de soleamiento en el área ya que es indispensable un espacio exterior con luz solar directa, debido a que favorece a las especies vegetativas en el crecimiento y composición orgánica, y según el análisis de orientación, el clima adecuado para dicho proyecto es el impacto indirecto a los vientos predominantes.

Además, requiere de un sistema de riego, mantenimiento para el muro de la vivienda y para las especies vegetales del proyecto.

#### **Actividad 4: Implementación de muros verdes.**

##### Acción 1: Limpieza.

Se procede a revisar y limpiar cualquier especie de hongos o patógenos que se encuentre en el área y puedan dañar las plantas del muro verde.

El muro de la vivienda donde se adecuará el proyecto también se debe limpiar de cualquier elemento superficial que perjudique y dificulte la colocación de la estructura portante del muro verde.

##### Acción 2: Impermeabilización.

Se utiliza un impermeabilizante en pintura transparente, aplicable para el muro seleccionado donde se ubicará el proyecto.

##### Acción 3: Montaje de accesorios.

Se complementa por personal autorizado y capacitado, se procede a la instalación de la estructura juntamente con los demás elementos, en el siguiente orden:

Se aplica la pintura impermeabilizante transparente de  $\frac{1}{4}$  galón en la pared seleccionada.

Se establece la estructura metálica portante y sus componentes con perfil cuadrado de 1", armándola en forma rectangular con sujeción media horizontal y media vertical, y se aplica 1 litro de pintura anticorrosiva gris en la estructura.

Capa impermeabilizante, con el fieltro asfáltico color negro se hace sujeción a la estructura portante.

Sistema de riego automatizado (únicamente si es requerido), se instalan las tuberías pvc de 1/2" juntamente con pegamento pvc y accesorios de unión.

Dispositivo de almacenamiento de agua, se ubica bajo el muro verde el cual tiene la función de recolectar el agua utilizada del riego.

Capa de geotextil, tejido de polipropileno enlace de bolsa, donde irán implementadas las plantas y vegetaciones, en función de maceta portante.

**Acción 4: Siembra.**

Tierra y abono; para la capacidad del muro verde se utiliza 1 bolsa grande de tierra negra y 1 bolsa mediana de tierra abonada.

Diversidad de vegetaciones (se cuentan con 14 especies vegetativas, de las que se usarán 40 ejemplares para el muro verde).

Se agrega la tierra junto con el compuesto de abono en cada espacio de la capa geotextil y se siembra la planta ya desarrollada (pequeña) para adaptarla al área designada, como primera acción se hace un riego mínimo para menguar el impacto traumático del traslado de plantas y se obtiene el beneficio del diseño proporcionado.

#### **Actividad 5: Sistema de riego.**

**Acción 1: Fuente de agua.**

La fuente de agua se delimita con el acceso potable brindado por el residencial, se adapta una tubería independiente para el correcto funcionamiento del muro verde.

Se contemplan dos tipos de sistemas de riego que se pueden adaptar según la disposición económica y la disponibilidad de espacio en cada vivienda del residencial, de las cuales son el sistema de riego automatizado que lleva tubería fija y el sistema de riego manual que no requiere de conexiones solo de tiempo.

### Acción 2: Implementación de tubería.

La implementación de tubería deriva al sistema de riego automatizado, este requiere de una conexión fija en el muro verde y cuenta con orificios en las tuberías pvc de 1/2" que hacen posible el riego con la modalidad de aspersión o goteo.

Se coloca la tubería en forma de L (desde el inicio de la vegetación), la facilidad de este sistema es que es automática, con solo encender la parte principal de la llave cada planta obtendrá el riego necesario.

### Acción 3: Recolección de exceso hídrico.

Se puede recolectar el exceso hídrico del riego derivado del muro verde, sin importar el tipo de sistema que se quiera implementar, esta misma agua se reutiliza para regar las plantas y formar un ciclo ecológico sustentable, sin desperdicios del elemento vital. Se optará por un elemento alargado del tamaño de 1.50 mts de ancho y 0.20 cm de profundidad, este se coloca en la superficie debajo del muro verde y no precisa de conexiones ni de ningún objeto especial.

### **Actividad 6: Mantenimiento.**

Se manifiesta que el mantenimiento se basa en revisar las plantas periódicamente o al notar cambios en las hojas, conjuntamente la impermeabilización puede hacerse anualmente.

### Acción 1: Riego.

El riego se opta por una secuencia general de una vez por semana, según el factor climático, pues en épocas de mucho calor se aumenta el riego a dos o tres veces por semana. Incluso se debe observar cada especie de planta pues algunas necesitarán mayor cantidad de agua que otras.

### Acción 2: Corte.

Este tipo de mantenimiento permite una mejora en la calidad visual del muro verde, se asesora realizar el corte de las plantas cada tres meses según la climatología.

Se debe realizar también el corte en hojas o tallos si alguna planta llegara a presentar enfermedades causadas por plagas o por hongos. Asimismo, se optará por corte si el crecimiento de la planta es excesivo o si la planta irrumpe en otras bolsas de geotextil. El objetivo es mantener las plantas en forma y en un tamaño adecuado, con la estructura del diseño original en el follaje del muro verde, ya que cada tipo de planta varia en crecimiento según su especie y su entorno.

### Acción 2: Mantenimiento de estructuras.

El mantenimiento en la base de soporte y sujeción del muro verde de la parte estructural se impermeabiliza una vez cada año, siempre con un previo análisis visual como punto vital para conocer si es necesaria la aplicación en ese momento.

Para aplicar nuevamente la impermeabilización en los muros de las viviendas se debe mantener una observación constante, aunque se recomienda hacerlo cada tres años.

### Acción 3: Fertilización.

Con esta acción se aportarán los nutrientes necesarios a las plantas que mejoran su producción vegetativa y su desarrollo, también cuenta con la función de retener la humedad y previene enfermedades que puedan ser causadas por patógenos diversos.

Para las plantas se recomienda realizar la fertilización con humus de lombriz una vez al mes, en cantidades pequeñas colocándola en cada bolsa de geotextil, esta acción adapta a las plantas en la condición del muro verde y aumenta las probabilidades de sobrevivir a los momentos críticos que se presenten en su entorno.

### **Resultado 3: Capacitación.**

**Actividad 1: Convocatoria.**

Corresponde a que la capacitación se centre en la utilidad y aplicabilidad durante el proceso del proyecto, dirigido para la junta directiva y los habitantes en general.

**Actividad 2: Metodología.**

Previo a la implementación del proyecto la cronología de las capacitaciones se realizará de la siguiente manera: Un tema de capacitación al mes, cuya durabilidad será de una hora por tema.

**Actividad 4: Frecuencia:** La duración total de las capacitaciones será de siete meses.

Con las capacitaciones se espera generar cambios de comportamiento a favor del ambiente, en cada participante, por medio del conocimiento transmitido y del desarrollo de aprendizaje. Las metodologías de enseñanza – aprendizaje son:

Conferencias magistrales y Proyecciones técnicas.

Rotafolios y presentaciones digitales.

Talleres prácticos – explicativos y análisis evaluativos.

**Actividad 3: Temas.**

Los recursos como medio de sustentabilidad; Explotación de los recursos ambientales durante la construcción; Consecuencias de destrucción natural ambiental y su entorno; Como prevenir el seguimiento de la pérdida en los recursos naturales; Personas con métodos de acción para el rescate ambiental; Muros verdes y sus beneficios; Diseño de un espacio ecológico como efecto reversible para la degradación ambiental.

## Anexo 2: Matriz de la Estructura Lógica

Componentes	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<b>Objetivo general:</b>	Finalizados los primeros 3 años, se habrá reducido el 40% de la cantidad de arena utilizada para construcción de viviendas en Villas de San Lázaro, San Miguel Petapa.	Registros semestrales de la junta directiva de residenciales Villas de San Lázaro. Encuestas a residentes.	El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) en conjunto con la junta directiva del residencial Villas de San Lázaro, implementa la propuesta en viviendas adyacentes.
<b>Objetivo específico:</b>	Al finalizar los 5 años de la propuesta, se habrá minimizado el 75% del uso de los materiales de construcción con impacto negativo al ambiente.	Fotografías. Informes mensuales de la junta directiva de residenciales Villas de San Lázaro. Entrevistas a residentes. Graficas de avances ecológicos	La junta directiva del residencial Villas de San Lázaro y sus residentes efectúan alternativas ecológicas para minimizar el uso de materiales de construcción con impacto negativo al ambiente en viviendas.
<b>Resultado 1:</b>			



Se cuenta con la unidad ejecutora, la cual es la Junta Directiva de los Residenciales.			
<b>Resultado 2:</b>			
Se dispone del proyecto para diseño de muros verdes como alternativa ecológica en construcción de viviendas.			
<b>Resultado 3:</b>			
Se cuenta con el programa de capacitación a los habitantes en general.			

Fuente: de la Cruz, M., Enero 2020

### Anexo 3: Presupuesto

Presupuesto 1, con sistema de riego automatizado.

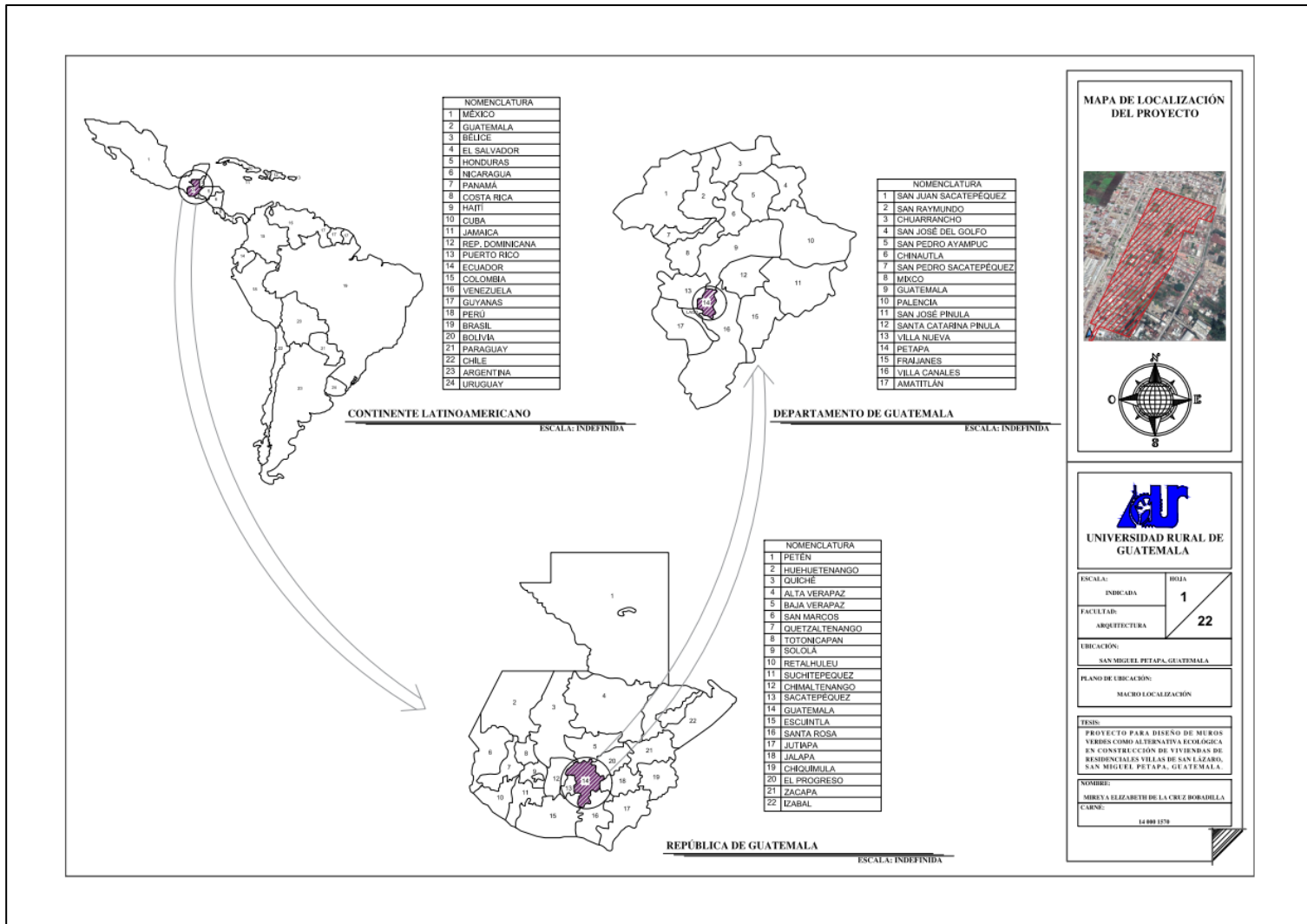
Resultado	Nombre	Costo	Total
1	Unidad Ejecutora	Q.12550.00	
2	Desarrollo del proyecto	Q.1325.85	
3	Capacitación	Q.250.00	
Total de la propuesta			Q.14125.85

Presupuesto 2, con sistema de riego manual.

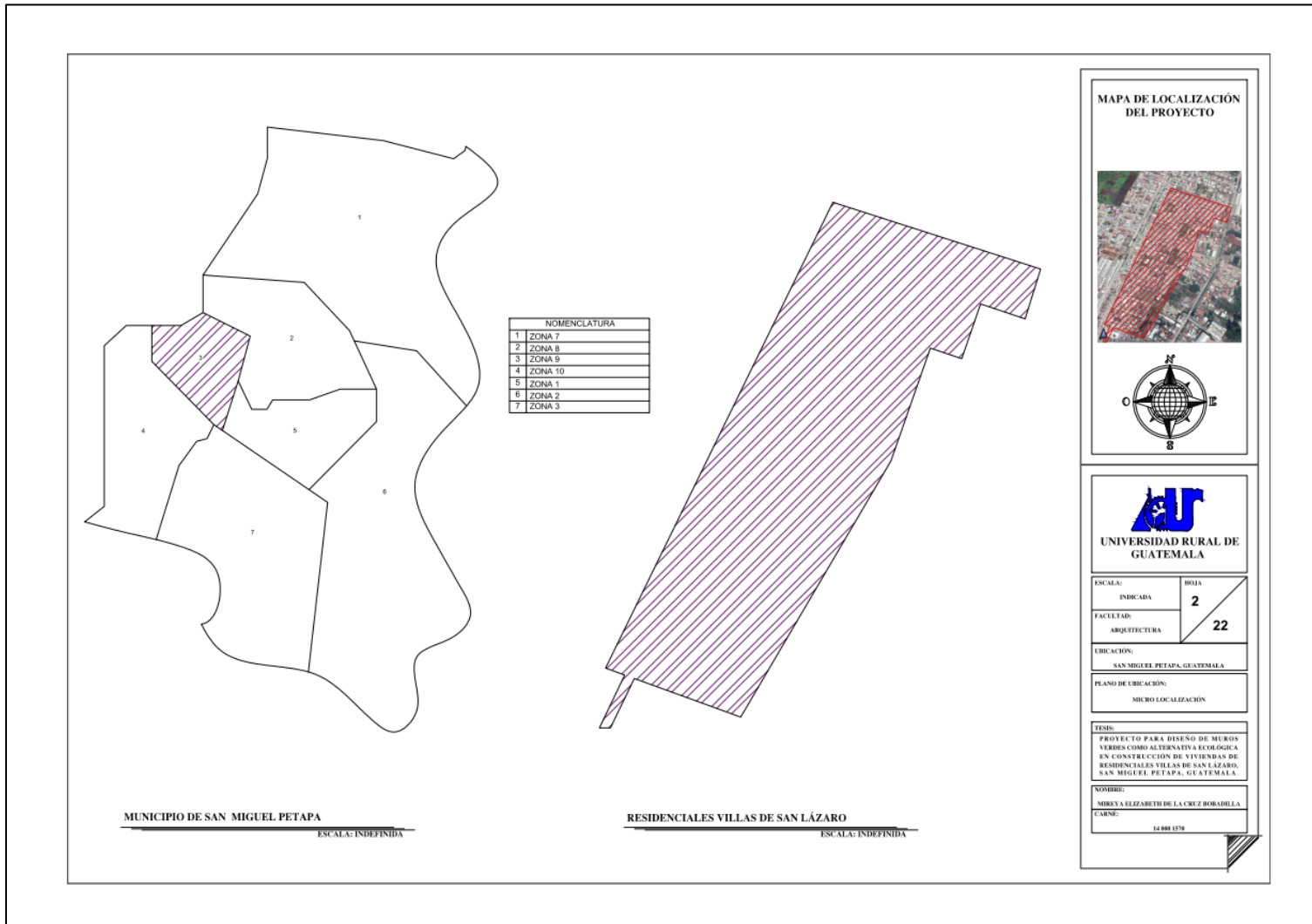
Resultado	Nombre	Costo	Total
1	Unidad Ejecutora	Q.12350.00	
2	Desarrollo del proyecto	Q.1271.55	
3	Capacitación	Q.250.00	
Total de la propuesta			Q.13871.55

## Anexo 4: Otros anexos: Planos, diagramas, flujogramas, imágenes, detalles gráficos del proceso propuesto.

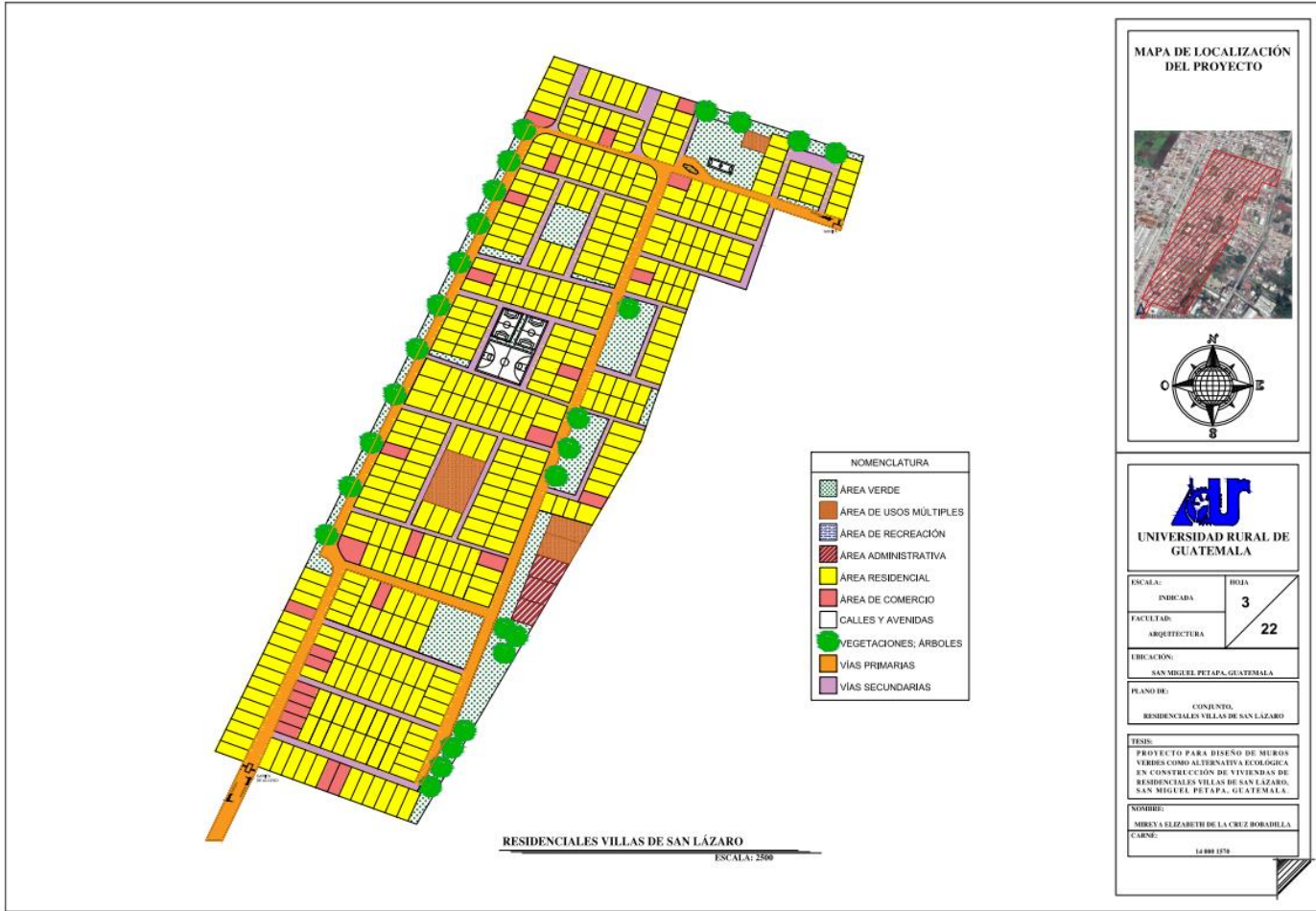
### Planimetría – Plano de ubicación macro localización



Planimetría – Plano de ubicación micro localización



Planimetría – Plano de conjunto



Planos de muro verde: Idea generatriz

**IDEA GENERATRIZ DEL PROYECTO**



**PLAZA DECORISIMA,  
ZONA 10 DE GUATEMALA  
UTILIZACIÓN DE CAPA GEOTEXTIL  
ENLACE DE BOLSA**



**PLAZA FONTABELLA,  
ZONA 10 DE GUATEMALA  
UTILIZACIÓN DE  
GEOMEMBRANA**



**EDIFICIO VITRA, ZONA 14 DE GUATEMALA  
UTILIZACIÓN DE CAPA GEOTEXTIL; ENLACE DE BOLSA  
EN MURO VERDE DISEÑO DE PLANTAS NATURALES**



**MAPA DE LOCALIZACIÓN  
DEL PROYECTO**



ESCUELA: NO APLICA	HOJA: 4
FACULTAD: ARQUITECTURA	22

UBICACION:  
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

IDEA GENERATRIZ DEL PROYECTO















TESIS:  
PROYECTO PARA DISEÑO DE MUROS  
VERDES COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA  
EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE  
RESIDENCIALES VILLAS DE SAN LEAZAR.  
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

NUMERO:  
MIRREY A ELIZABETH DE LA CRUZ BORABILLA  
CABENE:  
14 000 1578





## Cuadro técnico de paletas vegetativas

PALETA VEGETAL			
	<p><b>NOMBRE:</b> LAVANDA FRANCESA (<i>LAUANDULA ANGUSTIFOLIA</i>)  <b>EXPOSICIÓN:</b> SOL DIRECTO  <b>RIEGO:</b> MODERADO 2 A 4 VECES POR SEMANA  <b>COLORES:</b> FOLLAJE VERDE Y FLORES LILA CON TONALIDADES AZULES  <b>MANTENIMIENTO:</b> PODA DE 20 CM DESPUÉS DE LA FLORACIÓN</p>		<p><b>NOMBRE:</b> MARGARITA (<i>BELLIS PERENNIS</i>)  <b>EXPOSICIÓN:</b> SOL DIRECTO  <b>RIEGO:</b> MODERADO 2 VECES POR SEMANA  <b>COLORES:</b> HOJAS BIPINADAS VERDES Y FLORES PERISFÉRICAS LIGULADAS BLANCAS CON CENTRO AMARILLO  <b>MANTENIMIENTO:</b> PODA DE ACORTAMIENTO DE BROTES EN TIEMPO DE CALOR, SEGÚN SE REQUIERA</p>
	<p><b>NOMBRE:</b> OREJA DE BURRO (<i>SANSEVIERIA TRIFASCIATA</i>)  <b>EXPOSICIÓN:</b> SOL INDIRECTO  <b>RIEGO:</b> ESCASO 1 A 2 VECES POR SEMANA  <b>COLORES:</b> FOLLAJE DE HOJAS COLOR VERDE OSCURO Y BORDES AMARILLOS  <b>MANTENIMIENTO:</b> PODA DE 10 CM CADA AÑO</p>		<p><b>NOMBRE:</b> AJUGA (<i>AJUGA REPTANS</i>)  <b>EXPOSICIÓN:</b> SOL DIRECTO O SEMISOMBRA  <b>RIEGO:</b> MODERADO 2 A 3 VECES POR SEMANA  <b>COLORES:</b> FOLLAJE VERDE OSCURO CON HOJAS OVALADAS Y ESPIGAS EN COLOR VIOLETA AZULADA  <b>MANTENIMIENTO:</b> NO NECESITA PODA, DEBIDO A QUE SU ALTURA LLEGA A 20 CM</p>
	<p><b>NOMBRE:</b> AZALEA (<i>RHODODENDRON INDICUM</i>)  <b>EXPOSICIÓN:</b> SOL INDIRECTO  <b>RIEGO:</b> ALTO 4 A 5 VECES POR SEMANA  <b>COLORES:</b> FOLLAJE VERDE CLARO Y FLORES ROSADAS  <b>MANTENIMIENTO:</b> PODA DE 10 CM DESPUÉS DE LA FLORACIÓN, NO EN TIEMPO DE FRÍOS</p>		<p><b>NOMBRE:</b> CINTAS (<i>CLOROPHYTUM COMOSUM</i>)  <b>EXPOSICIÓN:</b> SOL DIRECTO O SEMISOMBRA  <b>RIEGO:</b> MODERADO 1 A 3 VECES POR SEMANA  <b>COLORES:</b> FOLLAJE VERDE CON TONALIDADES BLANCAS, FLORES DE TEMPORADA BLANCAS  <b>MANTENIMIENTO:</b> PODA DOS VECES AL AÑO Y ABONO DE TRES VECES AL AÑO</p>
	<p><b>NOMBRE:</b> ENELDO (<i>ANETHUM GRAVEOLENS</i>)  <b>EXPOSICIÓN:</b> SOL DIRECTO  <b>RIEGO:</b> MODERADO 1 A 3 VECES POR SEMANA  <b>COLORES:</b> TALLO VERDE LISO Y HOJAS FINAS DE COLOR VERDE OSCURO, CON FLORACIÓN AMARILLA  <b>MANTENIMIENTO:</b> PODA DE 25 CM DESPUÉS DE LA FLORACIÓN</p>		<p><b>NOMBRE:</b> MARGOLDO O CALÉNDULA (<i>CALENDULA OFFICINALIS</i>)  <b>EXPOSICIÓN:</b> SOL DIRECTO  <b>RIEGO:</b> MODERADO 2 A 3 VECES POR SEMANA  <b>COLORES:</b> HOJAS LANCEOLADAS COLOR VERDE Y FLORES CON COLOR MEZCLADO DE AMARILLO, NARANJA Y ALBARCOQUE  <b>MANTENIMIENTO:</b> NO SE REQUIERE PODA DEBIDO A QUE SU ALTURA MÁXIMA ES DE 25 CM, ABONO 2 VECES AL AÑO</p>
	<p><b>NOMBRE:</b> GAZANIA AMARILLA (<i>GAZANIA RIGENS</i>)  <b>EXPOSICIÓN:</b> SOL DIRECTO  <b>RIEGO:</b> ESCASO 1 A 2 VECES POR SEMANA, SIN EXCEDER  <b>COLORES:</b> FLORES COLOR AMARILLO Y NARANJA ROJIZO, HOJAS DELGADAS VERDES PLATEADAS  <b>MANTENIMIENTO:</b> NO NECESITA PODA PUES SU CRECIMIENTO ES DE 20 CM, ABONO Y FERTILIZANTE UNA VEZ AL AÑO</p>		<p><b>NOMBRE:</b> CELOSIA O AMARANTO PLUMOSO (<i>CELOSIA ARGENTEA</i>)  <b>EXPOSICIÓN:</b> SOL DIRECTO  <b>RIEGO:</b> MODERADO/ALTO 2 A 3 VECES POR SEMANA  <b>COLORES:</b> HOJAS VERDES LARGAS LANCEOLADAS Y FLORES PLUMOSAS ROJAS O AMARILLAS  <b>MANTENIMIENTO:</b> PODA DESPUÉS DE LA FLORACIÓN, SEGÚN SEA REQUERIDA LA ALTURA</p>
	<p><b>NOMBRE:</b> LLOVIZNA O CAMPANULA (<i>CAMPANULA PORTENSCHLAGIANA</i>)  <b>EXPOSICIÓN:</b> SOL DIRECTO  <b>RIEGO:</b> MODERADO 1 A 3 VECES POR SEMANA  <b>COLORES:</b> FOLLAJE VERDE ARBUSTIVO Y FLORES TRICOLOR LILAS, MORADAS Y BLANCAS  <b>MANTENIMIENTO:</b> PODA DE 15 CM DESPUÉS DE LA FLORACIÓN, ABONO ANUAL</p>		<p><b>NOMBRE:</b> BEGONIA (<i>BEGONIA SEMPERFLOENS</i>)  <b>EXPOSICIÓN:</b> SEMISOMBRA  <b>RIEGO:</b> MODERADO 2 A 3 VECES POR SEMANA  <b>COLORES:</b> HOJAS OVALADAS VERDES Y FLORES EXILARES COLOR ROSA  <b>MANTENIMIENTO:</b> PODA DESPUÉS DE LA FLORACIÓN CADA SEMESTRE</p>
	<p><b>NOMBRE:</b> LIRIO NARANJA (<i>HEMEROCALLIS FLAVA</i>)  <b>EXPOSICIÓN:</b> SEMISOMBRA  <b>RIEGO:</b> MODERADO 2 A 3 VECES POR SEMANA  <b>COLORES:</b> HOJAS LARGAS VERDES Y FLORES ANARANJADAS PERFUMADAS  <b>MANTENIMIENTO:</b> PODA DE 10 CM DESPUÉS DE LA FLORACIÓN</p>		<p><b>NOMBRE:</b> DURANTA GOLDEN CUBA (<i>DURANTA REPENS GOLD</i>)  <b>EXPOSICIÓN:</b> SOL DIRECTO  <b>RIEGO:</b> ALTO 3 A 4 VECES POR SEMANA  <b>COLORES:</b> FOLLAJE VERDE CON TONALIDADES AMARILLAS EN OS BORDES, PLANTA LENOSA  <b>MANTENIMIENTO:</b> LA PODA QUE SE REQUIERA SEGÚN LA FORMA O ALTURA ADECUADA PARA EL DISEÑO</p>

### MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



**UR**  
**UNIVERSIDAD RURAL DE**  
**GUATEMALA**

ESCALA:	HOJA:
INICIADA	5
FACULTAD:	22
ARQUITECTURA	
UBICACIÓN:	
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	

CUADRO TÉCNICO DE PALETAS VEGETATIVAS

TÍTULO:

PROYECTO PARA DISEÑO DE MUROS VERDES COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE RESIDENCIALES VILLAS DE SAN AZABO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

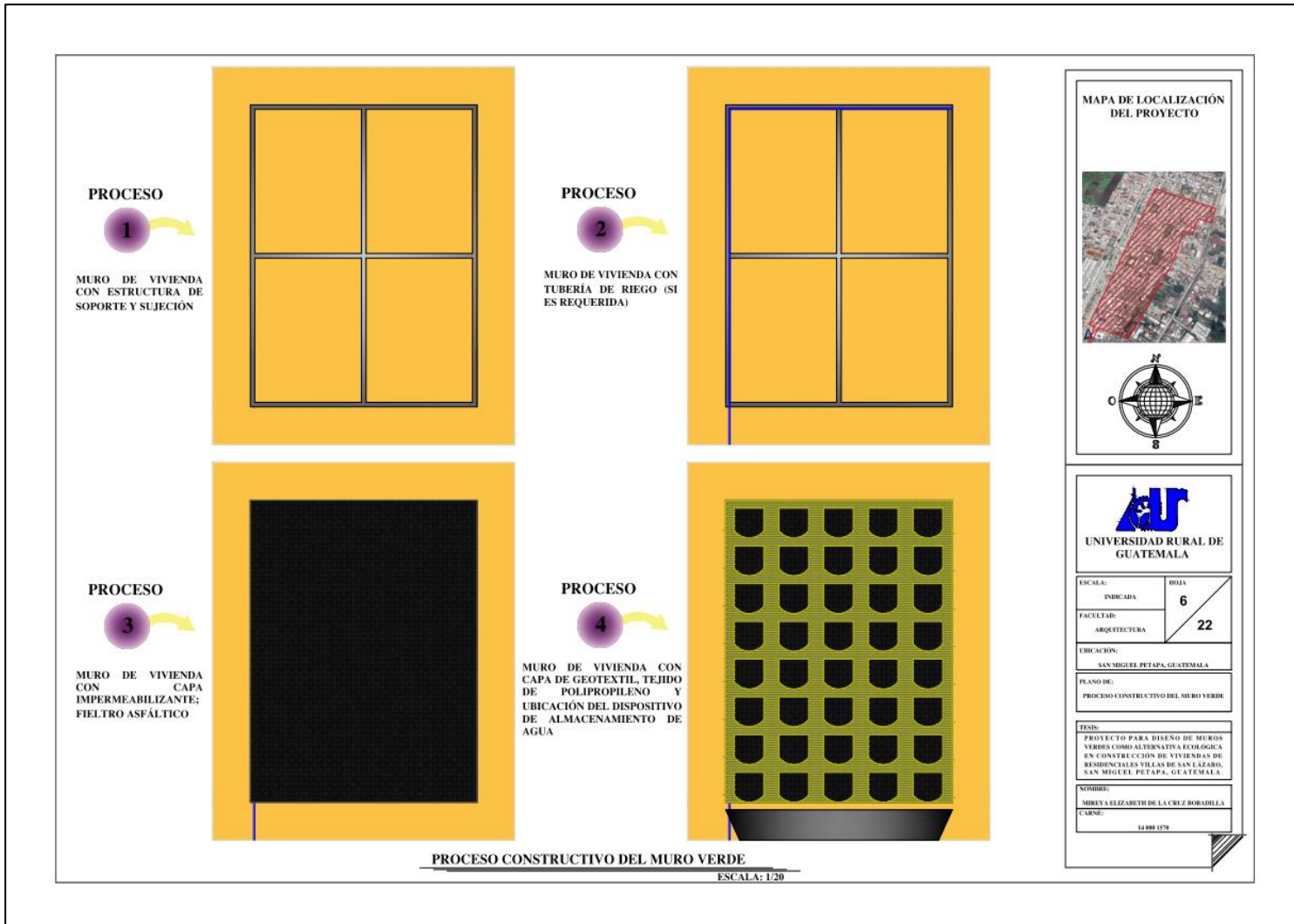
NOMBRE:

MIRYA ELIZABETH DE LA CRUZ BORDABILLA

CARTEL:

14 099 1278

Planimetría – Proceso constructivo del muro verde



Planimetría – Capas del muro verde

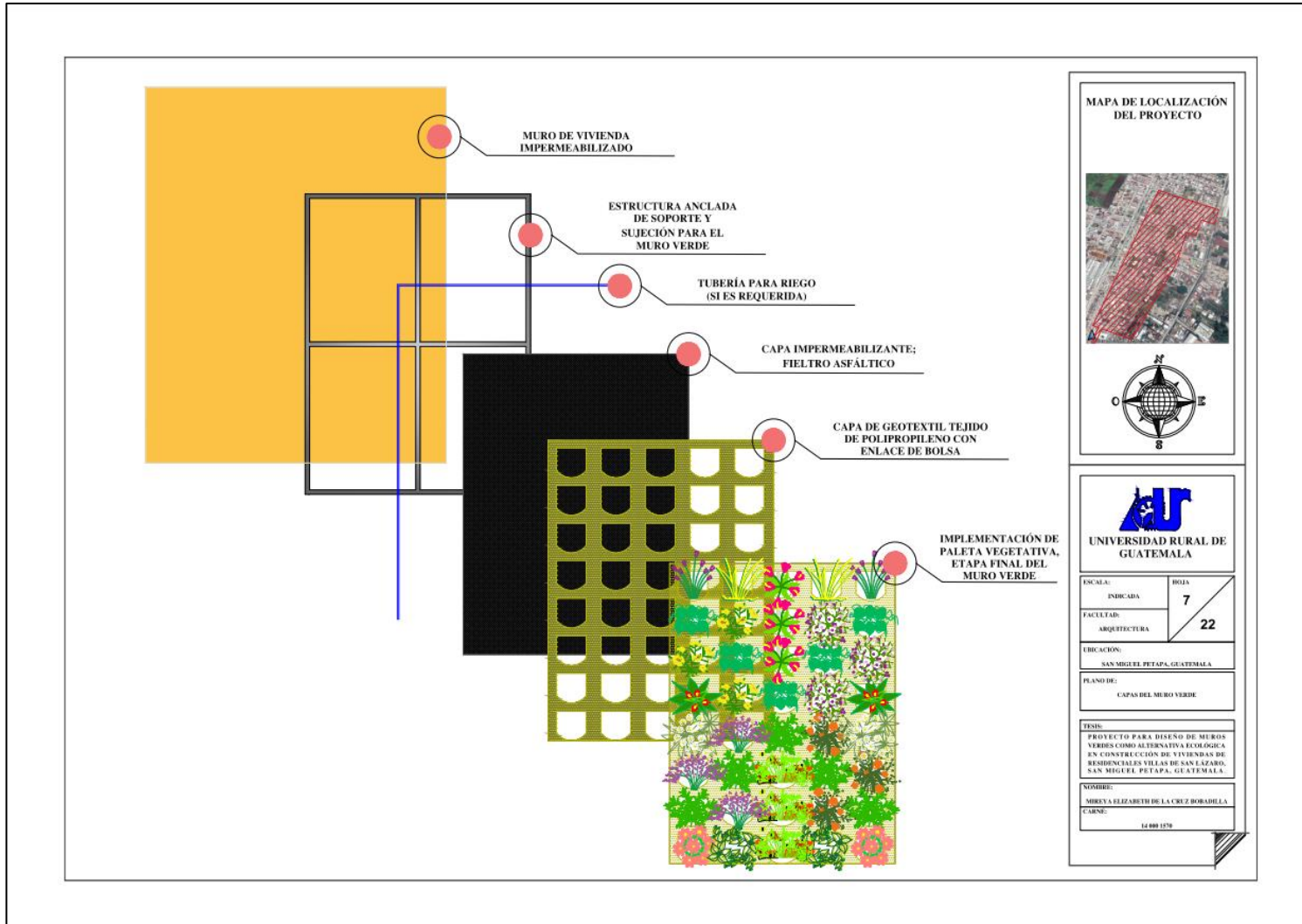
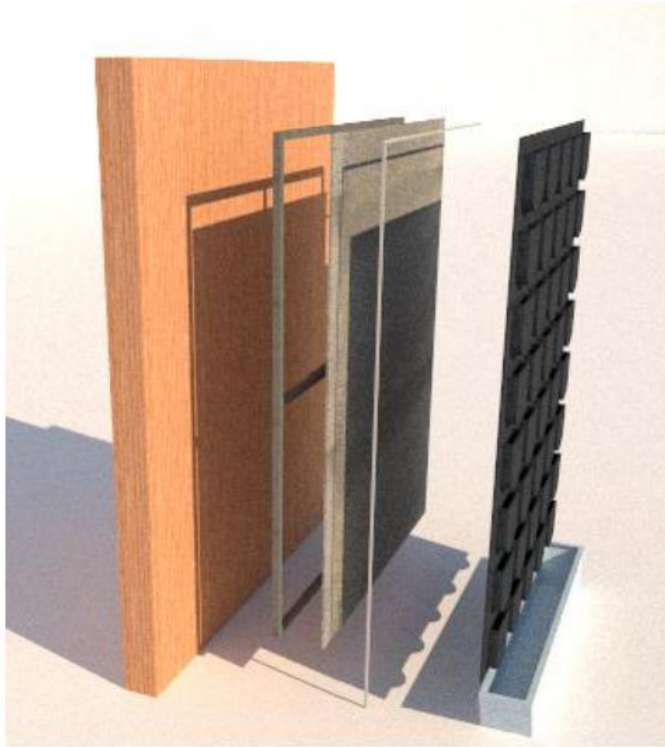
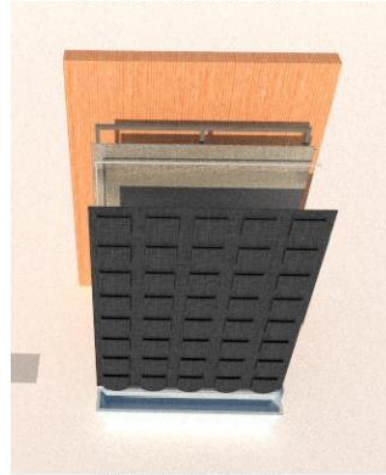


Imagen digital tridimensional fotorrealista – Capas del muro verde

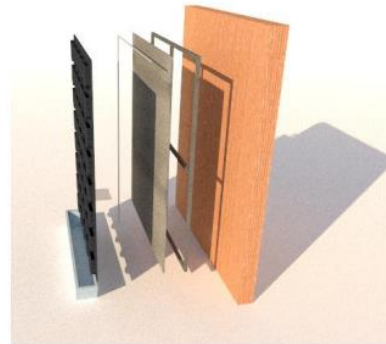


**PERSPECTIVA NO.1  
CAPAS DE MURO VERDE**

**PERSPECTIVA NO.2  
CAPAS DE MURO VERDE**



**PERSPECTIVA NO.3  
CAPAS DE MURO VERDE**



**MAPA DE LOCALIZACIÓN  
DEL PROYECTO**



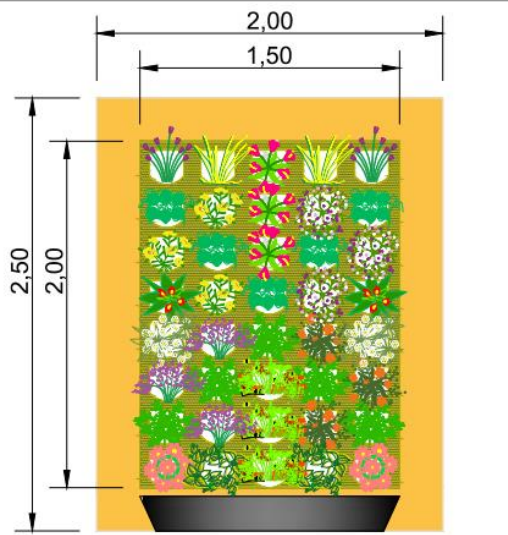
ESCALA:	HOJA
INCRUADA	8
FACULTAD:	22
ARQUITECTURA	
UBICACIÓN:	
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
TÍTULO:	
CAPAS DEL MURO VERDE	

**TEMA:**  
PROYECTO PARA DISEÑO DE MUROS VERDES COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE RESIDENCIALES VILLAS DE SAN SEBASTIÁN, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

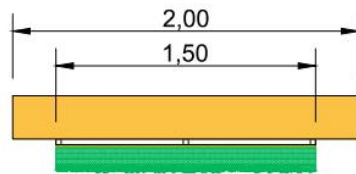
**NOMBRE:**  
MIRY A ELIZABETH DE LA CRUZ BORRILLA  
**CARNÉ:**  
14 888 1570

Planimetría – Propuesta de diseño de muro verde



















ELEVACIÓN FRONTAL DEL MURO VERDE  
ESCALA: 1/20



PLANTA DEL MURO VERDE  
ESCALA: 1/20

SIMBOLOGÍA	
 LAVANDA FRANCESA (LAVANDULA ANGUSTIFOLIA)	 MARGARITA (ARIZIDA PERENNIS)
 OREJA DE BURRO (SANTYERIA TRIFOLIATA)	 AILGA (GALLIOPHYLLIS)
 AZALEA (RHODODENDRON INDICUM)	 CINTAS (CICOROPHYTUM COROSUM)
 ENELDO (ANETHUM GRAVEOLENS)	 MARGARITA O CALENDULA (CALENDULA OFFICINALIS)
 GAZANIA AMARILLA (GAZANIA REGENS)	 CELOSIA O AMARANTO PLUMBEO (CELOSIA ARGENTEA)
 LLAVANINA O CAMPANULA (CAMPANULA PORTENSIS/ELAGIATA)	 BEGONIA (BEGONIA SEMPERLORENS)
 LIBRO NARANJA (DIECKHOFFIA FLAVO)	 EUBANTIA GOLDEN CLUB (DIECKHOFFIA REPTENS GOLD)

MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA

ESCALA:	HOJA:
INDEBADA	9
FACULTAD:	22
ARQUITECTURA	

UBICACIÓN:  
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

PLANO:  
PROPUESTA DISEÑO DE MURO VERDE

TÍTULO:  
PROYECTO PARA DISEÑO DE MUROS VERDES COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE RESIDENCIALES VILLAS DE SAN LAZARO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

NOMBRE:  
MIRYA ELIZABETH DE LA CRUZ BORABIELLA

CURSOS:  
14 889 1570

Imagen digital tridimensional fotorrealista – Propuesta No.1 de diseño de muro verde



Imagen digital tridimensional fotorrealista – Propuesta No.2 de diseño de muro verde



Imagen digital tridimensional fotorrealista – Propuesta No.3 de diseño de muro verde

## PROPUESTA DE DISEÑO DE MURO VERDE PERSPECTIVAS



### MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



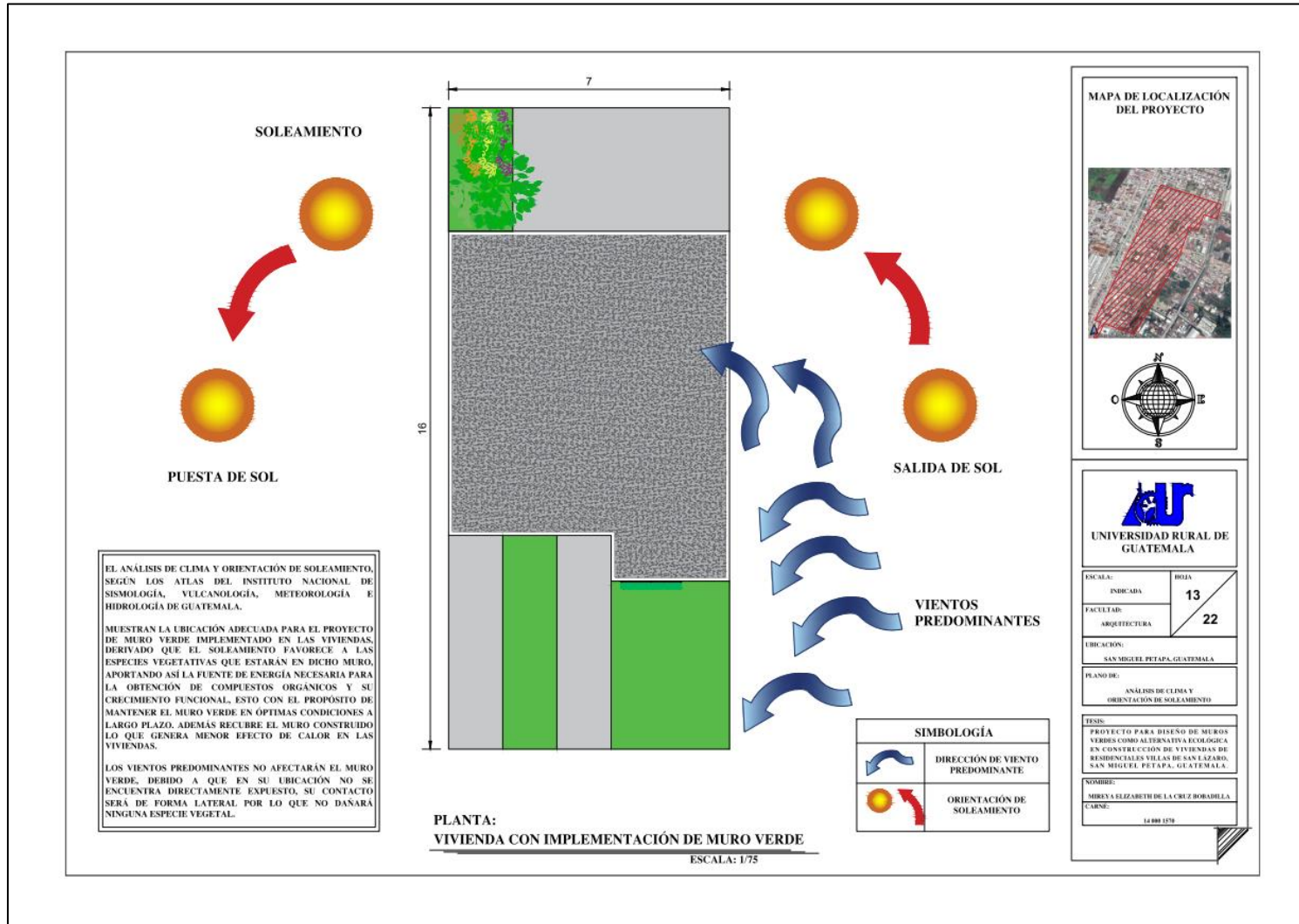
UNIVERSIDAD RURAL DE  
GUATEMALA

ESCALA:	HOJA:
INSCRIBA	12
FACULTAD:	22
ARQUITECTURA	
UBICACION:	
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA	
RENDER:	
PROPUESTA DISEÑO DE MURO VERDE	

TEMA:  
PROYECTO PARA DISEÑO DE MUROS  
VERDES COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA  
EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE  
RESIDENCIALES VILLAS DE SAN LAZARO,  
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

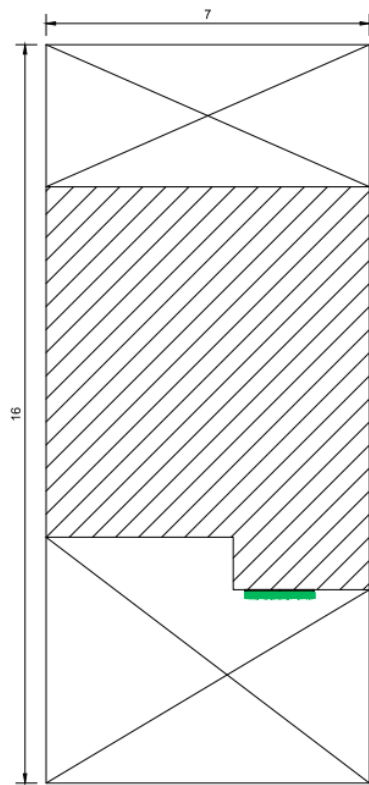
NOMBRE:  
MIRYA ELIZABETH DE LA CRUZ BORABELLA  
CÓDIGO:  
14 989 3759

Planimetría – Análisis de clima y orientación de soleamiento

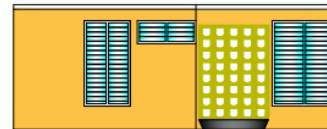


Planimetría – Plano de vivienda con modelo de implementación de muro verde





**PLANTA:**  
**MODELO DE IMPLEMENTACIÓN DE MURO VERDE**  
 ESCALA: 1/75



**ELEVACIÓN FRONTAL:**  
**MODELO DE IMPLEMENTACIÓN DE MURO VERDE**  
 ESCALA: 1/75

NOMENCLATURA	
<input checked="" type="checkbox"/>	ÁREA CONSTRUCCIÓN: 56.48 M2
<input checked="" type="checkbox"/>	ÁREA LIBRE: 55.52 M2
ÁREA TOTAL: 112 M2	

**MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**



**UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA**

ESCALA:	HOJA
ENBICADA	14
FACULTAD:	22
ARQUITECTURA	

UBICACIÓN:  
 SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

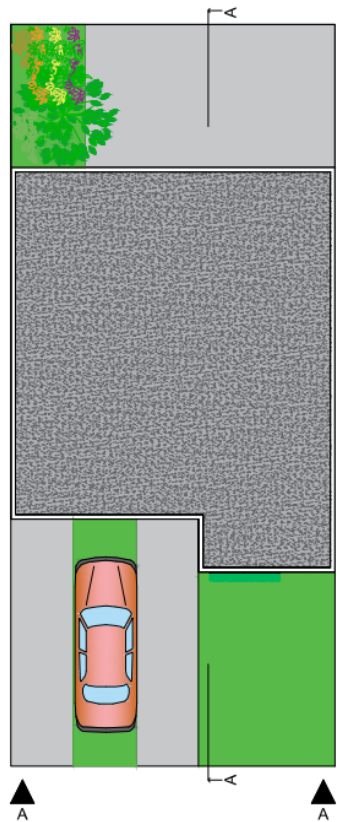
PLANO DE:  
 VIVIENDA CON MODELO DE IMPLEMENTACIÓN DE MURO VERDE

TESIS:  
 PROYECTO PARA DISEÑO DE MUROS VERDES COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE RESIDENCIALES VILLAS DE SAN LIZARDO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

NOMBRE:  
 MIRYA ELIZABETH DE LA CRUZ BORADELLA

CARNE:  
 14 000 1578

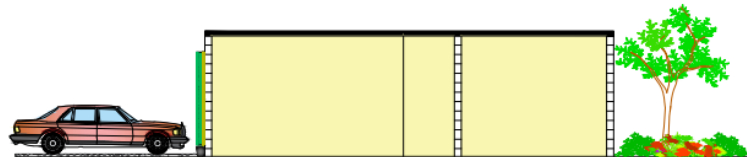
Planimetría – Plano de conjunto con propuesta de proyecto integrada



**PLANTA DE CONJUNTO:**  
**VIVIENDA CON IMPLEMENTACIÓN DE MURO VERDE**  
 ESCALA: 1/75



**ELEVACIÓN FRONTAL:**  
**VIVIENDA CON IMPLEMENTACIÓN DE MURO VERDE**  
 ESCALA: 1/75



**SECCIÓN LONGITUDINAL:**  
**VIVIENDA CON IMPLEMENTACIÓN DE MURO VERDE**  
 ESCALA: 1/75

**MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**



**UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA**

ESCALA:	HOJA
INDICADA	15
FACULTAD:	22
ARQUITECTURA	

UBICACIÓN:  
 SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

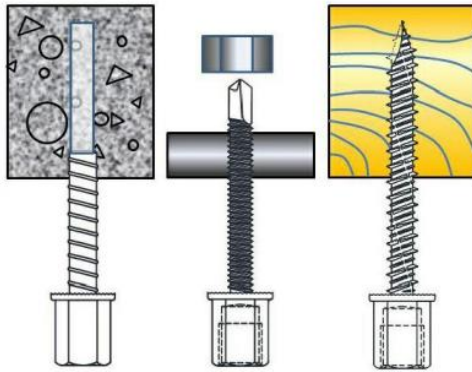
PLANO DE:  
 CONJUNTO PROPUESTA INTEGRADA

TÍTULO:  
 PROYECTO PARA DISEÑO DE MUROS VERDES COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE RESIDENCIALES VILLAS DE SAN LAZARO, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

NOMBRE:  
 MIRYA ELIZABETH DE LA CRUZ BORABIELLA  
 CUIRNE:  
 14 888 1378

Detalles gráficos del proceso – Anclaje de estructura portante de muro verde a muro de vivienda

## DETALLES GRÁFICOS DEL ANCLAJE



ESTE DIAGRAMA MUESTRA EL ANCLAJE DE LA ESTRUCTURA PORTANTE CON EL MURO DE LA VIVIENDA DONDE SE ADAPTARÁ EL PROYECTO DE MURO VERDE



DETALLE GRÁFICO DEL ANCLAJE DE VARILLA ROSCADA EN EL MURO DE CONCRETO

ANCLAJE METÁLICO PARA LA SUJECIÓN DE MURO VERDE, DETALLE HORIZONTAL



### MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



### UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA

ESCALA:	HOJA
INSCRIBIDA	16
FACULTAD:	22
ARQUITECTURA	

UBICACION:  
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

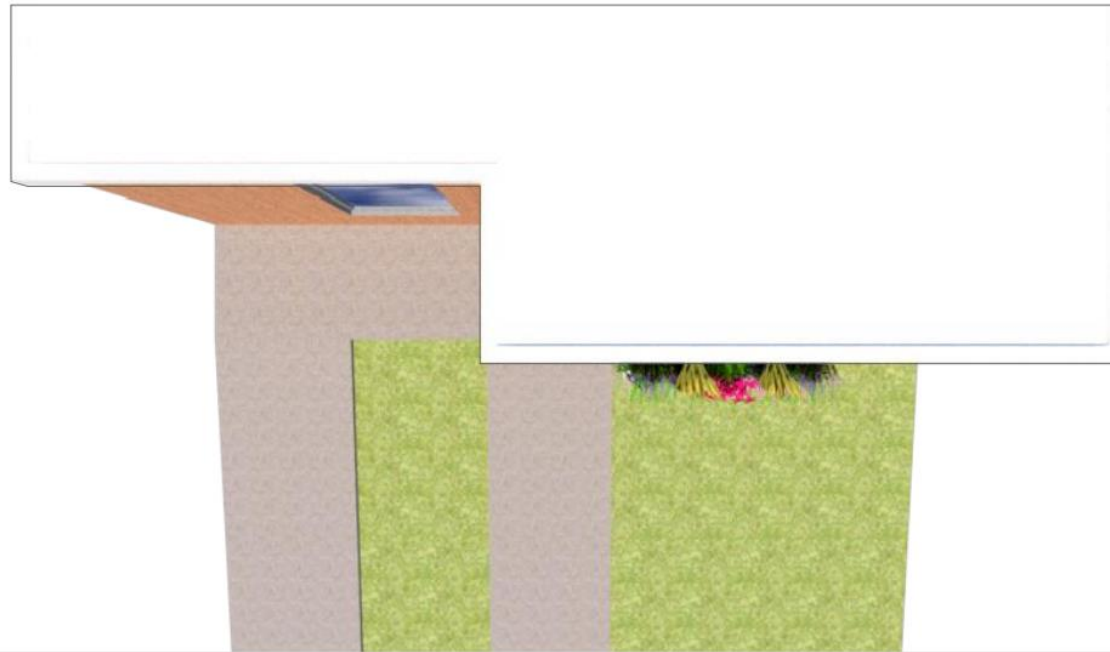
PLANO DE:  
ANÁLISIS DE CLIMA Y  
ORIENTACIÓN DE SOLEAMIENTO

TÍTULO:  
PROYECTO PARA DISEÑO DE MUROS  
VERDES COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA  
EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE  
RESIDENCIALES VILLAS DE SAN LAZARO,  
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

AUTORA:  
MIREYA ELIZABETH DE LA CRUZ BORABILLA  
CARNÉ:  
14880 1578

Imagen digital tridimensional fotorrealista – Vista superior de vivienda con modelo de implementación de muro verde

## VISTA SUPERIOR DE PROPUESTA INTEGRADA



### MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



  
UNIVERSIDAD RURAL DE  
GUATEMALA

ESCALA:	HOJA
INDICADA	17
FACULTAD:	22
ARQUITECTURA	

UBICACIÓN:  
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

PLANO DE:  
ANÁLISIS DE CLIMA Y  
ORIENTACIÓN DE SOLAMIENTO

TEMAS:  
PROYECTO PARA DISEÑO DE MUROS  
VERDES COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA  
EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE  
RESIDENCIALES VILLAS DE SAN LAZARO,  
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

NOMBRE:  
MIRY A ELIZABETH DE LA CRUZ BORRILLA

CARNE:  
14 880 1378

Imagen digital tridimensional fotorrealista – Vivienda con modelo de implementación de muro verde, No.1





Imagen digital tridimensional fotorrealista – Vivienda con modelo de implementación de muro verde, No.2



Imagen digital tridimensional fotorrealista – Vivienda con modelo de implementación de muro verde, No.3

## PERSPECTIVA Y VISTA DE PROPUESTA INTEGRADA



### MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



UNIVERSIDAD RURAL DE  
GUATEMALA

ESCALA:	HOJA
INDICADA	20
FACULTAD:	22
ARQUITECTURA	

UBICACION:  
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

PLANO DE:  
ANÁLISIS DE CLIMA Y  
ORIENTACION DE SOLAMIENTO

TÍTULO:  
PROYECTO PARA DISEÑO DE MUROS  
VERDES COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA  
EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE  
RESIDENCIALES VILLAS DE SAN LAZARO,  
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

VIGENTE:  
MAREY A LEZARETE DE LA CRUZ BORDABUENA  
CABRILLO

14.000.1078

Imagen  
digital

tridimensional fotorrealista – Vivienda con modelo de implementación de muro verde, No.4

## PERSPECTIVA Y VISTA DE PROPUESTA INTEGRADA



MAPA DE LOCALIZACIÓN  
DEL PROYECTO



UNIVERSIDAD RURAL DE  
GUATEMALA

ESCALA:	HOJA
INDICABA	21
FACULTAD:	22
ARQUITECTURA	

UBICACIÓN:  
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

PLANO DE:  
ANÁLISIS DE CLIMA Y  
ORIENTACIÓN DE SOLEAMIENTO

FINES:  
PROYECTO PARA DISEÑO DE MUROS  
VERDES COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA  
EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE  
RESIDENCIALES VILAS DE SAN LAZARO,  
SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

NOMBRE:  
MIREYA ELIZABETH DE LA CRUZ BOBADILLA  
CABRNE:  
14480 1276



Imagen digital tridimensional fotorrealista – Vivienda con modelo de implementación de muro verde, No.5

