

# DISEÑO DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE



Diseño de una edificación sostenible para una Vivienda de Interés Social

Marcos Aurelio Orjuela Gómez

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Cundinamarca

Sede Girardot (Cundinamarca)

Programa Ingeniería Civil

mayo de 2020

# DISEÑO DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE

Diseño de una edificación sostenible para una Vivienda de Interés Social

Marcos Aurelio Orjuela Gómez

Monografía presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Asesor

Aldemaro Manuel Gulfo Mendoza  
Ingeniero Civil

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Cundinamarca

Sede Girardot (Cundinamarca)

Programa Ingeniería Civil

mayo de 2020

DISEÑO DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

## DISEÑO DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE

### **Dedicatoria**

Dedico este proyecto de grado en primer lugar a Dios todopoderoso, a mis padres y demás familia que con esfuerzo contribuyeron a mi formación personal y académica. A la institución Corporación Universitaria Minuto de Dios por permitirnos alcanzar nuestros sueños de ser profesionales, para así aportar al desarrollo nacional. Finalmente, a todo el grupo docente que hizo parte de mi formación profesional.

## DISEÑO DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE

**Contenido**

1	Lista de tablas	9
2	Lista de figuras	10
3	Resumen	12
4	Abstract	13
5	Introducción	14
1	Planteamiento del Problema	15
2	Objetivos	16
2.1	General	16
2.2	Específicos	16
3	Justificación	17
4	Marco Referencial	18
4.1	Marco Teórico	18
4.1.1	Vivienda sostenible	18
4.1.1.1	Utilización de viviendas sostenibles	18
4.1.1.2	Identificación de una vivienda sostenible	18
4.2	Marco conceptual	20
4.2.1	La construcción sostenible	20
4.2.2	Resiliencia	21
4.2.3	Sustentabilidad en ingeniería civil	21
4.2.4	Vivienda de interés social	21
4.2.5	Materiales sustentables	21
4.2.6	Fuentes de energías renovables	22
4.2.7	La ventilación	22
4.2.8	Habitabilidad de la vivienda	22
4.2.9	Arquitectura sostenible	22
4.2.10	Bioconstrucción	23
4.2.11	Cubierta verde	23
4.3	Marco Legal	24
4.3.1	Normas de Construcción Sostenible	24

## DISEÑO DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE

4.3.2	Reglamento de Construcción Sismorresistente	25
4.3.3	Decreto 926 del 2010	25
4.3.4	Resolución 0549 de 10 de Julio de 2015	26
4.3.5	Guía de construcción sostenible	26
4.4	Marco Jurídico	27
4.4.1	Sello ambiental colombiano para edificaciones sostenibles	27
4.4.2	Política nacional de edificaciones sostenibles	27
4.5	Estado de arte	28
5	Metodología	31
6	Diseño de edificación sostenible para una vivienda de interés social	32
6.1	Descripción del proyecto	32
6.2	Sistema de Muros Durapanel	32
6.3	Huerta familiar	32
6.4	Ecotejado	33
6.5	Aprovechamiento de los vientos	36
7	Análisis de Sistemas Sostenibles en una Vivienda de Interés Social (VIS)	37
7.1	Construcción sostenible	37
7.1.1	¿Qué significa construcción sostenible?	37
7.2	Arquitectura bioclimática	37
7.3	Sistemas de Construcciones Sostenibles (Ministerio de Vivienda, 2020)	38
7.3.1	Agua	38
7.3.1.1	Agua: Usos de dispositivos ahorradores	38
7.3.1.2	Utilización del agua lluvia	40
7.3.1.3	Sistema para la recuperación de lluvias	40
7.3.2	Suelo	41
7.3.2.1	Viviendas con entorno natural (fachadas verdes)	42
7.3.2.2	Cubiertas ajardinadas o techos verdes	42
7.3.2.2.1	Beneficios para la comunidad	43
7.3.3	Materiales	44
7.3.3.1	Materiales con menor impacto ambiental	44
7.3.3.1.1	Madera	45

## DISEÑO DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE

7.3.3.1.2	Fibra de celulosa de papel reciclado	46
7.3.3.1.3	Panel aislante de fibra de madera	46
7.3.3.1.4	Paneles OSB	47
7.3.3.1.5	Barro cocido	49
7.3.3.1.6	Durapanel	49
7.3.3.1.7	Polipropileno, polibutileno y polietileno	51
7.3.4	Energía	51
7.3.4.1.1	Iluminación artificial	52
7.3.4.1.2	Ventilación natural	52
7.3.4.1.3	Energía solar	52
7.4	Ventajas de la implementación de los sistemas de construcción sostenible	54
7.4.1	Bajo consumo de energía	54
7.4.1.1	Informe gasto-beneficio y amortización de la inversión del sistema de módulos solares.	55
7.4.2	Mayor durabilidad	59
7.4.3	Mejoras para la salud	59
7.4.4	Beneficios ambientales	60
7.4.5	Protección de los recursos naturales	60
7.5	Diseño arquitectónico de la vivienda de interés social sostenible	60
7.6	Planos de la vivienda sostenible	61
8	Análisis y diseño estructural	77
8.1	Nombre del proyecto	77
8.2	Localización	77
8.3	Número de pisos	77
8.4	Uso	77
8.5	Descripción del sistema estructural	78
8.6	Parámetros del suelo	80
8.6.1	Sistema de cimentación	80
8.7	Especificaciones de los materiales	81
8.7.1	Concretos	81
8.7.2	Refuerzo	81

## DISEÑO DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE

8.8	Criterio de diseño	81
8.9	Cargas de diseño	82
8.9.1	Cargas muertas.	82
8.9.2	Cargas vivas.	82
8.9.3	Carga total mayorada	82
8.10	Diseño de los elementos estructurales	83
8.10.1	Dimensión mínima.	83
8.10.2	Refuerzo mínimo.	83
8.10.2.1	Columnas.	83
8.10.2.1.1	Refuerzo longitudinal	83
8.10.2.1.2	Refuerzo transversal	83
8.10.2.2	Vigas aéreas.	83
8.10.2.2.1	Refuerzo longitudinal	83
8.10.2.2.2	Refuerzo transversal	84
8.10.3	Diseño de vigas, columnas y placa de contrapiso.	84
8.10.3.1	Vigas	84
8.10.3.2	Columnas	84
8.10.3.3	Losa de contrapiso	85
7.7	Impactos ambientales y sociales de una edificación sostenible	85
7.8	Criterios de sostenibilidad	87
7.9	Minimizar el impacto	88
7.10	Consejos para una vivienda sostenible	90
7.11	Costos financieros de una edificación sostenible respecto a una construcción de vivienda tradicional	93
9	Conclusiones	102
10	Recomendaciones	105
11	Referencias	106

## 1 Lista de tablas

Tabla 1. Leyes empleadas .....	24
Tabla 2. Resumen de las principales normas, acuerdos, eventos internacionales sobre desarrollo sostenible.....	28
Tabla 3. Área de una vivienda de interés social según su tipo .....	31
Tabla 4. Demanda consumo de energía de la vivienda.....	55
Tabla 5. Ahorro por mes .....	58
Tabla 6. Valores de Coeficiente de Importancia, I .....	78
Tabla 7. Cargas muertas.....	82

## 2 Lista de figuras

Figura 1. Uso de ahorradores .....	38
Figura 2. Recuperación de aguas lluvias.....	40
Figura 3. Edificios con fachadas verdes .....	42
Figura 4. Cubiertas ajardinadas descripción .....	44
Figura 5. Vivienda construida en madera .....	45
Figura 6. Muestra de la fibra de celulosa de papel reciclado .....	46
Figura 7. Panel aislante de fibra de madera .....	46
Figura 8. Muestra de paneles OSB .....	47
Figura 9. Vivienda construida en barro cocido .....	49
Figura 10. Composición durapanel .....	50
Figura 11. Muestras del material .....	51
Figura 12. Implementación de energía solar.....	53
Figura 13. Trayectoria de Ahorro .....	55
Figura 14. Sistema paneles solares .....	59
Figura 15. Diseño arquitectónico de la vivienda de interés social.....	61
Figura 16. Planta de cubierta sin paneles solares de la vivienda de interés social .....	62
Figura 17. Planta de cubierta con paneles solares y ecotejado .....	63
Figura 18. Fachada Principal de la vivienda de interés social .....	64
Figura 19. Corte A -A de vivienda de interés social.....	65
Figura 20. Corte B-B de vivienda de interés social .....	66
Figura 21. Cuadro de áreas de la vivienda de interés social .....	66
Figura 22. Diseño Hidráulico VIS .....	67
Figura 23. Diseño Sanitario VIS.....	68
Figura 24. Planta de ejes y cimientos.....	69
Figura 25. Planta Columnas y vigas aéreas .....	70
Figura 26. Despiece de vigas de amarre superior .....	71
Figura 27. Despiece de vigas de cimentación (A, B, C y D) .....	72
Figura 28. Despiece de vigas de cimentación (ejes 1, 2 y 3).....	73
Figura 29. Despiece de columnas .....	74
Figura 30. Detalle cimentación muro durapanel.....	75
Figura 31. Planta ejes relleno concreto ciclópeo .....	76
Figura 33. Sistema Estructural.....	79
Figura 34. Detalles de cimentación.....	80
Figura 36. Vigas aéreas.....	84
Figura 37. Sección transversal columnas.....	85
Figura 38. Despiece losa de contrapiso.....	85

## DISEÑO DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE

Figura 39. Instituciones estatales y manejo ambiental.....	87
Figura 40. Contribución de los materiales necesarios para la construcción de 1 m sobre las emisiones de CO2 .....	88
Figura 41. Impacto de las construcciones sostenibles a nivel mundial.....	92
Figura 42. Beneficios ambientales de construcciones sostenibles.....	92
Figura 43. Presupuesto Comparativo entre Vivienda Sostenible y Tradicional .....	94

## DISEÑO DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE

### 3 Resumen

En la actualidad las construcciones son indispensables para el desarrollo socioeconómico de un país, a lo largo de los años las construcciones también se han vuelto responsables de los deterioros de los recursos naturales en el mundo; actualmente se vive una problemática que hace necesario implementar una vivienda de interés social sostenible, sobre todo por parte del Gobierno Nacional de Colombia. En la actualidad se han entregado aproximadamente 85.000 viviendas de interés social a nivel nacional, en las cuales se han implementado sistemas constructivos convencionales y no sistemas que incluyan sostenibilidad. Por otra parte, en los países desarrollados existen políticas y sistemas de construcción sostenibles estandarizados (LEED U.S.A) estos sistemas en Colombia se están empezando a utilizar en construcciones de grandes magnitudes, pero no se han implementado en viviendas de interés social, lo cual es viable y se pueden implementar varios sistemas sostenibles como: materiales, residuos, energía, bioclimática, agua, etc. Empero debido a la falta de conocimiento y de definición e interpretación de las normas por parte de los entes encargados son escasas las edificaciones que los ponen en práctica, es por lo que el presente proyecto pretende dar a conocer los sistemas sostenibles para una vivienda de interés social y la importancia la pronta implementación de este.

*Palabras clave: Sostenibilidad, diseño arquitectónico, vivienda, sistemas constructivos, materiales, medio ambiente.*

## DISEÑO DE UNA VIVIENDA SOSTENIBLE

### 4 Abstract

Nowadays, buildings are indispensable for the socioeconomic development of a country. Over the years, buildings have also become responsible for the deterioration of natural resources in the world; Currently, there is a problem that makes it necessary to implement a housing of sustainable social interest, especially by the National Government of Colombia. Currently, approximately 85,000 social interest homes have been delivered nationwide, in which conventional construction systems have been implemented and not systems that include sustainability. On the other hand, in developed countries there are standardized sustainable construction policies and systems (LEED USA), these systems in Colombia are beginning to be used in large-scale buildings but have not been implemented in low-income housing, which is viable and Various sustainable systems can be implemented such as: materials, waste, energy, bioclimatic, water, etc. However, due to the lack of knowledge and definition and interpretation of the regulations by the entities in charge, the buildings that put them into practice are scarce, which is why this project aims to publicize sustainable systems for affordable housing social and the importance of the prompt implementation of this.

*Keywords: Sustainability, architectural design, housing, construction systems, materials, environment.*

## 5 Introducción

El presente proyecto tiene por objeto el diseño de una edificación sostenible para una vivienda de interés social (VIS), se centra en la investigación de la construcción sostenibles y algunas soluciones bioclimáticas que se pueden emplear en la ingeniería y arquitectura con base en la estructuración económica y social de beneficencia al producto final. Con este documento se puede dar una solución viable y adecuada debido a las condiciones bioclimáticas por las cuales está atravesando el mundo actualmente debido al calentamiento global. Los modelos de ciudad sostenible garantizan la calidad de vida y el bienestar de sus habitantes, haciendo además que las generaciones futuras puedan beneficiarse en un espacio dotado de habitabilidad, en la actualidad todavía se depende en gran parte de combustibles fósiles, es decir recursos que no se pueden renovar al proceder de fuentes agotables y además que son costosos y dañinos para el medio ambiente, por lo tanto el futuro pasa por apostar a las construcciones sostenibles cuyo impacto sea prácticamente nulo y reversible a diferencia de las construcciones tradicionales.

## **1 Planteamiento del Problema**

Las condiciones medio ambientales actuales están llevando a la construcción de edificaciones a replantear nuevas técnicas de construcción generando un menor impacto negativo al medio ambiente. Con la elaboración del documento investigativo se plantea realizar un diseño detallado de la construcción sostenible en una vivienda de interés social, usualmente las prácticas de construcción están guiadas por consideración económica a corto plazo precisamente en las construcciones sostenibles se orienta a que la construcción garantice calidad, eficiencia y seguridad a largo plazo sin afectar al medio ambiente ni a las personas, con esto se generaría un gran ahorro en los tres factores de la construcción: energía, tiempo y dinero.

Con base en lo anteriormente descrito se genera un interrogante dentro de la investigación como lo es: ¿Existe la posibilidad de emplear una construcción sostenible en la región del alto magdalena? Y ¿su costo sería viable en comparación al de una vivienda tradicional?

## 2 Objetivos

### 2.1 General

Diseñar y analizar desde el punto de vista técnico, ambiental, social y financiero la implementación de una edificación sostenible para una vivienda de interés social.

### 2.2 Específicos

- Analizar qué sistema de construcción sostenible se puede utilizar en una vivienda de interés social
- Realizar los diseños arquitectónicos de la edificación sostenible para una vivienda de interés social
- Determinar las ventajas de la implementación de los sistemas de construcciones sostenibles
- Identificar los impactos ambientales y sociales de la edificación sostenible.
- Comparar los costos financieros de una edificación sostenible en comparación con la construcción de viviendas de interés social tradicional.

### **3 Justificación**

En la actualidad a nivel mundial y nacional es posible observar cómo se pueden mejorar los proyectos de vivienda de interés social e implementarlos como una alternativa las construcciones sostenibles. En algunos países desarrollados ya existen políticas y sistemas técnicos sostenibles, en la actualidad en Colombia se ha venido trabajando en implementar este sistema de construcción, pero en edificaciones de grandes magnitudes, pero no en la construcción de vivienda de interés social. En este proyecto de monografía es poner en conocimiento la viabilidad y la existencia de sistemas de construcciones sostenibles para la elaboración de una vivienda de interés social, se puede llegar a grandes empresas constructoras al gobierno nacional y a los gobiernos municipales, y principalmente al consumidor final quien la va a habitar dándoles a saber la importancia de la implementación del sistema de construcción sostenible.

## 4 Marco Referencial

### 4.1 Marco Teórico

#### 4.1.1 Vivienda sostenible

Las viviendas sostenibles se pueden definir como aquella que permite una perfecta climatización, donde se utiliza la energía solar donde el ahorro de recursos naturales es lo más importante, es aquella que es respetuosa con el medio ambiente la cual aprovecha todos los recursos disponibles para reducir el consumo energético por tanto estas ayudan a ahorrar las facturas domésticas.

##### *4.1.1.1 Utilización de viviendas sostenibles*

Según el banco mundial ante el aumento de población existe preocupación sobre cuántas viviendas serán necesarias por el aumento de la población, la construcción de viviendas representa alrededor del 32% de consumo total de energía y 19% de las emisiones de gases invernadero, según cifras del banco es por esto que a medida que se construye el daño ambiental es inminente en América latina los edificios consumen el 42% de electricidad, y acusan el 25% de las emisiones del  $CO_2$ , por esto que es muy importante empezar a implementar el sistema de construcción sostenible en Colombia.

##### *4.1.1.2 Identificación de una vivienda sostenible*

- Estas viviendas son diseñadas con el fin de ahorrar y aprovechar energía la luz solar se convierte en un elemento vital que con una correcta ubicación permitirá que este recurso sea aprovechado.

- La energía renovable y el ahorro energético son importantes además la utilización de lámparas.
- Las zonas verdes integran la vivienda en la naturaleza, el terreno, el clima el lugar la reutilización de aguas lluvias y como integrar la reutilización en techos y balcones.
- Así mismo una vivienda sostenible es la que hace uso adecuado de los recursos como el uso de materiales renovable, regionales con contenido reciclado y con potencial para reutilizarse después de su vida útil.

En esta investigación se recolectaron las experiencias de viviendas y edificios donde ya se han implementado el sistema de construcción sostenible a nivel mundial y podrán establecer las principales variaciones que se puedan presentar para una vivienda de interés social en Colombia.

Realizaremos el análisis desde el punto de vista económico, técnico y ambiental para el uso de este sistema constructivo en la región del Alto Magdalena.

## 4.2 Marco conceptual

A continuación, se dan a conocer algunos conceptos básicos de sostenibilidad y demás empleados.

### 4.2.1 La construcción sostenible

Hace referencia a una mejor practica durante todo un ciclo de vida de las edificaciones (diseño, construcción y operación), las cuales aportan de forma efectiva a minimizar el impacto del sector de la construcción en el cambio climático por sus emisiones de gases de efecto invernadero, el consumo de recursos y la pérdida de biodiversidad. (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2012)

En los proyectos sostenibles tienen el objetivo de la reducción de impacto de medio ambiente y un bienestar de sus usuarios, podemos tener algunos elementos claves para lograr edificaciones sostenibles.

- Mayor calidad de la relación de la edificación con el entorno y el desarrollo urbano
- Gestión del ciclo de vida, de los materiales y componentes utilizados
- El uso eficiente y racional de energía
- Conservación, ahorro y reutilización del agua
- Creación de un ambiente saludable
- Una mayor eficiencia en las técnicas de construcción

#### **4.2.2 Resiliencia**

Es la capacidad que tiene un sistema de adsorber un impacto y reorganizarse mientras se está adaptando a dicho cambio de esta manera busca retener sus mismas funciones estructura e identidad.

#### **4.2.3 Sustentabilidad en ingeniería civil**

Se debe regir bajos los requerimientos de la legislación ambiental, utilizando adecuadamente los recursos naturales, donde debe existir una responsabilidad ambiental desde la etapa de diseño, aplicándose y verificándose por todos los profesionales durante en la etapa de construcción. Conferencia internacional sustentabilidad en ingeniería civil (4: 2016: Pereira). Memorias de la IV Conferencia Internacional Sustentabilidad en Ingeniería Civil, 2015.

#### **4.2.4 Vivienda de interés social**

La vivienda de interés social (VIS) tiene referencia a las unidades habitacionales destinadas a las clases sociales de menores ingresos económicos, esto quiere decir, aquellas personas que tienen ingresos menores a dos salarios mínimos mensuales.

#### **4.2.5 Materiales sustentables**

Es una combinación de nuevos materiales constructivos la cual su producción se da con la utilización de menor energía que los materiales tradicionales mezclados con la

ingeniera estructural dando como resultado la creación de diseños constructivos muchos más eficientes y amigables con el medio ambiente.

#### **4.2.6 Fuentes de energías renovables**

Es vital recurrir y aprovechar al máximo fuentes de energía renovable como placas solares o sistemas de calefacción eficiente por ejemplo el suelo radiante y dotar la vivienda de sistemas de reciclaje.

#### **4.2.7 La ventilación**

La ventilación es otros de los aspectos esenciales de este tipo de edificaciones ya que evita la estancidad del aire.

#### **4.2.8 Habitabilidad de la vivienda**

Este es otro elemento clave, lo más recomendable es instalar electrodomésticos eficientes clasificados con la etiqueta energética ya que aporta más de un 50% de ahorro, también es importante dotar la vivienda de iluminación de bajo consumo.

#### **4.2.9 Arquitectura sostenible**

Es aquella que es respetuosa con el entorno, debe de considerar cinco factores; el ecosistema sobre él se asienta, los sistemas energéticos que fomentan el ahorro, los

materiales de construcción, el reciclaje y la utilización de residuos, las técnicas de construcción y su impacto en el entorno.

#### **4.2.10 Bioconstrucción**

Sistemas de edificación o establecimiento de viviendas, refugios o aperos, mediante materiales de bajo impacto ambiental o ecológico, reciclados o altamente reciclables, o extraídos a través de procesos sencillos y de bajo coste como, por ejemplo, los materiales de origen vegetal. Estos sistemas se presentan como alternativas a las industrias contaminantes para crear edificios de bajo impacto ambiental, y generalmente de menor coste de fabricación, con la posibilidad de la autoconstrucción.

#### **4.2.11 Cubierta verde**

Eco-roof en inglés, consiste en un tejado de un edificio que está parcial o completamente cubierto con vegetación y tierra. Este término también es usado para hacer referencia a los tejados que usan en cualquiera de sus formas tecnología 'verde', tales como los paneles solares.

### 4.3 Marco Legal

#### 4.3.1 Normas de Construcción Sostenible

*Tabla 1. Leyes empleadas*

Norma	Expedida por	Descripción
Resolución 631 del 2015	Ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible	Por la cual se establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillados público y se dictan otras disposiciones.
RAS 2000	Ministerio de desarrollo económico dirección de agua potable y saneamiento básico	Dirección de agua potable y saneamiento básico.
DECRETO 2981 DEL 2013	Ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible/Ministerio de vivienda	Por el cual se reglamenta la prestación de servicio público de aseo/manejo de residuos .
LEY 2115 DE 2007	Ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible/Ministerio de vivienda	Por el medio del cual se señalan características instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para el

---

		consumo humano
Contrato de consultoría 710 del 2009/Ministerio de medioambiente y desarrollo sostenible	Ministerio del medio ambiente y desarrollo sostenible/Ministerio de vivienda	Criterios ambientales para el diseño y construcción de viviendas urbanas
Ley 99 del 1993	Congreso de la republica	Por el cual se crea el ministerio de medioambiente, se reordena y hace referencia a la conservación el sector del medio ambiente y los recursos naturales no renovables
Constitución Política de 1991	Asamblea constituyente	Art. 79 derecho a un ambiente sano Art8.58 y 95 el medio ambiente como patrimonio común Art 80 desarrollo sostenible.

---

Nota. Recuperado de repository.ucatolica.edu.co el 10/05/2020

#### 4.3.2 Reglamento de Construcción Sismorresistente

#### 4.3.3 Decreto 926 del 2010

Se establece que en todo el territorio nacional el uso obligatorio de la normatividad sobre sismo resistencia en la cual toda se encuentra en el documento de la NSR 10. Los

principios de sismo resistencia que se deben de tener en cuenta en el diseño y implementación de una edificación, también debe cumplirse unas especificaciones técnicas según el decreto 2525 del 2010. (Asociación Colombina de Ingeniería Sísmica, 2010)

#### **4.3.4 Resolución 0549 de 10 de Julio de 2015**

“Por la cual se reglamenta el Capítulo 1 del Título 7 de la parte 2 del Libro 2 del Decreto 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones. (Asociación Colombina de Ingeniería Sísmica, 2010)

#### **4.3.5 Guía de construcción sostenible**

La Guía de Construcción Sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones corresponde al Anexo A de la Resolución por la cual se establecen medidas de construcción sostenible, se adopta la Guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones y se establecen otras disposiciones. Es un documento de referencia para el diseño de nuevas edificaciones eficientes en el consumo de agua y energía. (Ministerio de Vivienda , 2015)

#### **4.4 Marco Jurídico**

##### **4.4.1 Sello ambiental colombiano para edificaciones sostenibles**

En el 2010 se indicó la formulación del sello ambiental colombiano para edificaciones sostenibles (SAC-ES) con el apoyo del ministerio del medio ambiente, con el trabajo de conjunto de empresarios universidades y gremios, el sello ambiental colombiano para las especificaciones sostenibles (SAC-ES). (Monroy, 2014)

Unos de los temas identificados en el sello ambiental colombiano dicen que:

- Usar materias primas que no sean nocivas para el medio ambiente
- Considera procesos de reciclabilidad, utilización o biodegradabilidad.
- Hace usos sostenibles de recursos naturales que emplean materia prima o insumos.

##### **4.4.2 Política nacional de edificaciones sostenibles**

En marzo de 2018, se aprobó el Documento CONPES 3919 “Política Nacional de Edificaciones Sostenibles”, cuyo Objetivo general es el de “ impulsar la inclusión de criterios de sostenibilidad para todos los usos y dentro de todas las etapas del ciclo de vida de las edificaciones a través de ajustes normativos, el desarrollo de mecanismos de seguimiento y la promoción de incentivos económicos, que contribuyan a mitigar los efectos negativos de la actividad edificadora sobre el ambiente, mejorar las condiciones de habitabilidad y generar oportunidades de empleo e innovación.” (J., 2018)

*Tabla 2. Resumen de las principales normas, acuerdos, eventos internacionales sobre desarrollo sostenible.*

---

Declaración de Estocolmo (1972)
Comisión Brundtland: Nuestro Futuro Común (1987)
Convenio de Viena (1987)
Protocolo de Kyoto (1997)
Carta de La Tierra (2000)
Declaración del Milenio (2000)
CUMBRE RIO+20 (2012)
19 convenciones de la ONU sobre Cambio Climático

---

Nota. Elaboración Propia

#### **4.5 Estado de arte**

En Colombia sabemos que es un país con limitaciones de productividad en la construcción y este sector es responsable por la emisión del 30% de las toneladas de CO2 generadas en un año además se sabe que hay un déficit del 40% de habitabilidad. En las soluciones de vivienda de interés social se entregan en condiciones muy básicas, sin ningún acabado y en muchas ocasiones no se termina por falta de recursos de sus dueños, según Dow, Azembla, & humanidad (2018), donde Azembla ha venido trabajando por muchos años en modelos constructivos innovadores y hábitat para humanidad que lleva viviendas a personas más necesitadas buscan en subir los estándares de calidad que se tienen hoy en día, esta alianza realizo un proyecto llamado ( CASA TENJO) logró la certificación CASA COLOMBIA, con un total de 49 puntos para un nivel de sostenibilidad muy bueno.

Las viviendas de interés social (VIS ) tiene un gran impacto en minimizar los egresos de sus habitantes en cuanto al uso energético y agua, debemos de tener en cuenta que la participación del gobierno juega un papel importante pues tiene la capacidad de gestionar y optimizar los recursos para estas viviendas .

En proyectos que se han venido implementando se puede evidenciar que es factible y técnica y económicamente dado que cumple con una viabilidad ambiental, La sostenibilidad debe de convertirse en una política pública que se debe de avanzar proponiendo leyes las cuales ayuden a proponer una buena práctica de arquitectura, ambiental e Ingeniería.

En La Pintada Antioquia Zapata (2013) realizó un proyecto de vivienda sostenible , donde una población vulnerable necesita una solución urgente para tener una vivienda digna el cual se plantea una vivienda unifamiliar para que sus habitantes mejoren su calidad de vida en estas viviendas lo que propone el consejo nacional de viviendas sostenibles es que se puedan implementar nuevos conocimientos métodos y estrategias con estas viviendas se quiere impactos positivos en el medio ambiente, se utilizaron sistemas sostenibles como luz artificial, ventilación, confort térmico, se utilizarán materiales cercanos al punto de la obra para así ahorrar energía y emisiones de CO<sub>2</sub>.

En Quibdó, Chocó se realizó una investigación sobre un prototipo de vivienda bioclimática y sostenible llamado prototipo eco futuro realizado por Casas Daniela, Matiz Laura en el año 2018, en los resultados arrojados el que más se asemeja para las condiciones climáticas de la zona es el prototipo final donde se implementaron fachadas en proporciones ergonómicas de sus habitantes este diseño fue adaptado para ser usado entre

familias de 2 a 8 personas, los materiales que se usaron, fueron materiales de la zona como es el cativo que es proveniente de la familia del bambú estos materiales mitigan la huella del carbón, gracias a estas viviendas la comunidad llega a tener una mejor calidad de vida sustentable, social y económica. (Casas & Matiz, 2018)

Se investigo sobre un trabajo de grado el cual se llama “Diseño de un prototipo de vivienda sostenible en madera” para la región de la mojona realizado por Lemus Juan, Romero Yaider en el año 2014, este trabajo de grado se logró identificar una gran problemática de la población de la Mojona en las temporadas de lluvia, esto se debe a las inundaciones que vienen presentando año tras año. Esta investigación propone un diseño vivienda que mejore la calidad de vida de sus habitantes con un fin de garantizar su durabilidad, resistencia y estabilidad. El diseño se realizo con dos tipos de madera que se encuentran en esta zona para poder generar un diseño sostenible este proyecto beneficiara a las comunidades más vulnerables de este corregimiento. (Lemus & Romero, 2014)

En Europa realizaron un proyecto llamado vivienda sostenible (SHE) por la (CE), esto lo hacen para motivar el desarrollo de hogares sostenibles en Francia, Italia, Dinamarca, Portugal beneficio a más de 500 familias las cuales obtendrán beneficios de tener una vivienda, una mejor calidad de vida, entre estos incluye casas unifamiliares. Se manejaron diseños de sostenibilidad como el ahorro de energía, almacenamiento térmico, altos niveles de aislamiento, sistemas solares. (Comisión Europea, 2008)

## 5 Metodología

La metodología empleada se basa inicialmente en la recolección de información referente a construcciones sostenibles principalmente en VIS<sup>1</sup> a nivel mundial, nacional y regional.

Luego de abordar el tema teóricamente se procede a comparar que edificaciones existen a si podemos obtener los resultados de las experiencias realizadas de la implementación de sistema constructivo sostenible, la metodología que se continua es a realizar el diseño de la edificación para una vivienda de interés social si es beneficiario para el usuario final. Para así poder empezar a implementar estos diseños en la región. La vivienda de interés social (VIS) unifamiliar se rige bajo los parámetros de construcción del ministerio de vivienda, es aquella que cumple con los estándares de calidad de diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción cuyo valor máximo es de 130 millones.

*Tabla 3. Área de una vivienda de interés social según su tipo*

Tipo de vivienda	Lote Mínimo	Frente Mínimo	Aislamiento Posterior
Vivienda unifamiliar	35 m <sup>2</sup>	3.50 m <sup>2</sup>	2.0 m <sup>2</sup>
Vivienda bifamiliar	70 m <sup>2</sup>	7.00 m <sup>2</sup>	2.00 m <sup>2</sup>
Vivienda multifamiliar	120 m <sup>2</sup>		

Nota. Recuperado de Sistema Único de Información normativa

<sup>1</sup> Siglas de Vivienda de Interés Social

## **6 Diseño de edificación sostenible para una vivienda de interés social**

### **6.1 Descripción del proyecto**

En el proyecto de una vivienda de interés social sostenible se va realizar su construcción con materiales los cuales son totalmente sustentables y su diseño cumple lo establecido con la norma nsr-10.

### **6.2 Sistema de Muros Durapanel**

En el cual el diseño de una vivienda de interés social sostenible (VISS) se emplearán muros en poliestireno expandido, estos muros están compuestos con mallas de acero galvanizado adheridas por medio de conectores de acero, haciendo posible las transferencias de cargas para ambas caras de panel y cumpliendo con la funcionalidad estructural, siendo aprobado como apto para la asociación de ingeniería sísmica colombiana, para soportar aceleraciones sísmicas intensas. Los costos de enfriamiento se reducen hasta en un 40% ya que el durapanel permite el aislamiento termoacústico. (Industrias Concreto, 2020)

### **6.3 Huerta familiar**

El área destinada para una huerta familiar es de 2.38 m<sup>2</sup> ingresando por el patio de ropas, con el fin de generar un hábito saludable de cultivo, fomentando la producción y sustentabilidad mediante la siembra de vegetales que se pueden encontrar en la región. (Huertas Familiares o Comunitarias, s.f.)

Hoy en día las huertas contribuyen en la sustentabilidad de la siguiente forma:

- Reduce la temperatura en esta zona de la vivienda.
- Reduce la presencia de gases como el CO<sub>2</sub> y produce oxígeno.
- Mejora la alimentación de las personas.
- Disminuye el costo de vida y genera ingresos con la venta de estos productos

#### **6.4 Ecotejado**

Ecotelhado galocha es una de las alternativas innovadoras para techos verdes, ya que este sistema se requiere en un 90% de desperdicio plástico y de calzado para su fabricación. Una importante ventaja de su aplicación es la alta capacidad de retención de agua, también permite la aireación de las raíces. Las dimensiones de los módulos son 70 cm x 35 cm x 7 cm y tan solo llega a pesar 80 kg por metro cuadrado.

Este elemento esta compuesto por: (Ecotelhado, s.f.)

- Bandeja hecha a base de PET reciclado que actúa como reserva de humedad y nutrientes para las plantas.
- Módulo Ecotelhado que actúa como un sustrato rígido que permite la filtración del agua y está hecho de materiales reciclados.
- Sustrato ligero Ecotelhado el cual contiene los nutrientes necesarios para el desarrollo de la vegetación, a un peso muy ligero.

Sus beneficios:

- Ayuda con el medio ambiente y la protección de especies de aves, al generar alimento para ellas

- Aislamiento térmico
- Bajo en mantenimiento
- Modular por lo cual es fácil de instalar, fácil de retirar

Con el Acuerdo para el Cambio Climático de París en 2015 quedó claro que el desarrollo económico del mundo debe moverse a partir de energías renovables, para dejar atrás la generación a partir de combustibles fósiles, como carbón, petróleo o gas natural.

En Colombia el uso de la energía solar se ha convertido en una alternativa que cada vez tiene más adeptos, sobre todo para generar electricidad. La ubicación geográfica privilegiada para la irradiación energética, el desarrollo de nuevas tecnologías, el auge de nuevos mercados de energías renovables no convencionales y los beneficios tributarios de la Ley 1715 del 2014, han generado un entorno ideal para el desarrollo de pequeños y grandes proyectos basados en este tipo de energía, que convierten al país en un referente de desarrollo de energías renovables. (Celsia, s.f.)

En Colombia el interés por el uso de la energía solar se revela en las cifras:

Estadísticas de la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) evidencian que de las iniciativas radicadas, el 88, 3% tienen que ver con energía solar, en donde 9 de cada 10 propuestas para generar energía, usarán paneles solares. Lo que representa un crecimiento del 32% de julio a noviembre de 2017. Es factible que se mantenga la tendencia una vez entre la reglamentación de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (Creg), para el desarrollo de energías no convencionales. La UPME y el Ministerio de

Minas y Energía estiman que para antes de 2030 cerca de 10% del consumo energético en Colombia va a provenir de proyectos fotovoltaicos o solares.

Ante este positivo panorama, le presentamos una pincelada de lo que debe entender sobre la energía solar, por qué es importante su uso y cómo se está implementando en Colombia.

Los paneles o módulos solares, son dispositivos que reciben y captan la energía de la radiación solar. Pueden funcionar como colectores solares por ser productores de agua caliente doméstica, o como paneles fotovoltaicos, para generar energía eléctrica mediante la energía solar fotovoltaica. Su instalación se realiza en la mayoría, sobre la cubierta de las viviendas o edificios, aunque las fachadas también han sido punto de apoyo para este sistema modular.

Las grandes ventajas de sustentabilidad son: (SUN COLOMBIA, s.f.)

- Es renovable, ya que de la energía del sol se puede disponer en millones de años a futuro.
- Totalmente amigable con el ambiente por no contaminar la capa de ozono, el suelo, la naturaleza, ni las personas.
- La innovación de este sistema, permite generar energía incluso en climas fríos, cercanos a los polos.
- Reduce los costos de vida, ya que una vez instalado el sistema no es necesario pagar facturas por uso de energía

- No existe ruido o contaminación auditiva, por el uso de los paneles.
- El mantenimiento se basa en la limpieza de los paneles. Las empresas garantizan este sistema hasta con 20 años de uso.
- En una zona calurosa y rica de radiación solar como Girardot, este sistema tiene un rendimiento ideal.

### **6.5 Aprovechamiento de los vientos**

Esta vivienda está diseñada de tal forma que las direcciones del viento sean bien aprovechados los desplazamientos del viento para reducir los costos de ventilación en los lugares de descanso.

Los cambios durante el año son muy leves ya que la velocidad del viento varia de 3.8 km/h a 6.9 km/h dependiendo del mes.

## **7 Análisis de Sistemas Sostenibles en una Vivienda de Interés Social (VIS)**

### **7.1 Construcción sostenible**

"Globalmente las edificaciones usan una gran cantidad de recursos y emiten diferentes tipos de material contaminante. Más de la mitad de los recursos consumidos globalmente son usados en construcción. Hay poca duda de que para reducir las emisiones de carbono es crucial ocuparse de la sostenibilidad ambiental a largo plazo de la industria de la construcción y de la subsecuente ocupación de las edificaciones.

Se entiende por construcción sostenible el conjunto de medidas pasivas y activas, en diseño y construcción de edificaciones, que permiten alcanzar los porcentajes mínimos de ahorro de agua y energía señalados en la resolución 0549 de 2015, encaminadas al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y al ejercicio de actuaciones con responsabilidad ambiental y social.

#### **7.1.1 ¿Qué significa construcción sostenible?**

Una construcción sostenible es aquella que está en sincronía con el sitio, hace uso de energía, agua y materiales de un modo eficiente y provee confort y salud a sus usuarios. Todo esto es alcanzado gracias a un proceso de diseño consciente del clima y la tecnología del entorno donde se construye la edificación. (Ministerio de Vivienda, 2020)

### **7.2 Arquitectura bioclimática**

Debemos de tener en cuenta que el sistema bioclimático debe de convertirse en un hábito en la construcción y no como una obligación o una excepción, por eso debemos de

saber de las buenas prácticas y la buena arquitectura e ingeniería y no de ingeniería tradicional, estas construcciones debe de tener como objetivo la calidad del ambiente interior y la reducción de efectos negativos sobre el entorno. (Ministerio de Vivienda, 2020)

### 7.3 Sistemas de Construcciones Sostenibles (Ministerio de Vivienda, 2020)

#### 7.3.1 Agua

- Uso de aparatos y dispositivos eficientes (economizadores o ahorradores)
- Utilización del agua lluvia.

##### 7.3.1.1 Agua: Usos de dispositivos ahorradores

Figura 1. Uso de ahorradores



Nota. Recuperado de [www.ecologicbarna.com](http://www.ecologicbarna.com) el 09-05-2020

La siguiente documentación ofrece lineamientos técnicos sobre el tipo de dispositivo, que se debe tener en cuenta dependiendo del uso y del sistema al cual se le aplicará, además de suministrar información sobre la instalación, operación y mantenimiento de los mismos:

- Las especificaciones técnicas de los aparatos, equipos y sistemas ahorradores, están reguladas en las Normas Técnicas Colombianas NTC 920-1 y NTC 920-2.

- El capítulo 5 del Código Colombiano de Fontanería (NTC 1500), presenta un numeral con especificaciones técnicas de los aparatos, equipos, sistemas y accesorios de bajo consumo de agua. (Ministerio de Vivienda, 2020)

- El anexo 2 del documento “Términos de referencia programa uso eficiente y racional del agua aplicación ley 373/97”, presenta información sobre los sistemas economizadores de agua. El documento se puede consultar a través de la página web del AMVA.

- El numeral 4 de la guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones del Decreto 1285 de 2015, presenta información sobre accesorios de conservación del agua. ([www.metropol.gov.co](http://www.metropol.gov.co), s.f.)

- El documento “Evaluación técnica y económica de tecnologías para reúso de aguas de proceso en industrias de los sectores alimentos, textil, curtimbres y galvanoplastia” Marzo 2005. Se puede consultar a través de la página web del AMVA.

- La ficha número uno “uso de aparatos y dispositivos eficientes (economizadores o ahorradores)” del documento público nacional “Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana. (CAMACOL , s.f.)

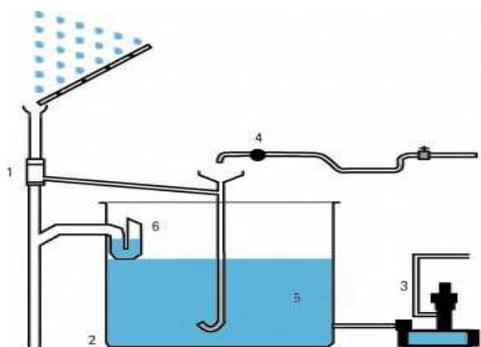
### 7.3.1.2 Utilización del agua lluvia

A nivel mundial la humanidad ha abusado del uso del agua lo podemos comprobar como en Europa en especial en países como España se ha visto afectado por las restricciones del uso del agua creo que ha llegado el momento de plantear un nuevo consumo más racional, más inteligente y más solidario.

### 7.3.1.3 Sistema para la recuperación de lluvias

Si tenemos en casa una cisterna para recogida de aguas pluviales, el sol continuo durante semanas será motivo de preocupación. Los wáteres dependen del depósito de agua de lluvia, por lo cual necesitaremos del agua allí almacenada. Si alguna vez no llueve suficiente deberemos rellenar la cisterna con agua potable.... En este caso, se deja correr el agua potable libremente de un grifo al depósito. Normalmente esa entrada suplementaria está regulada por flotadores. Avisan si está vacío el depósito, abriendo el grifo de agua potable y apagan la bomba automáticamente, cuando éste se llena. Se recomienda la instalación de un dispositivo de interrupción electrónico, que puede indicar también el nivel de agua de la cisterna.

Figura 2. Recuperación de aguas lluvias



Nota. Recuperado del enlace EcoHabitar Actualidad el 01-05-2020

1. FILTRADO. Se efectúa antes de que el agua llegue al depósito de recogida, de forma que la suciedad no entre en el mismo. (EcoHabitar Actualidad, s.f.)
2. DEPÓSITO DE RECOGIDA. Donde se almacena el agua que se escurre del techo ya filtrada. Los depósitos se eligen en función de la vivienda, ya sea construida o de nueva construcción.
3. BOMBEO. Imprescindible para la distribución de agua a través de todo el circuito del sistema. Se instala una Electrobomba Centrífuga Multicelular de altas prestaciones y bajo consumo eléctrico; silenciosa y de dimensiones reducidas.
4. REALIMENTACIÓN DEL AGUA POTABLE. El sistema prevee el abastecimiento de agua potable a través de una válvula magnética, en épocas de escasez de agua de lluvia.
5. INTERRUPTOR DE NIVEL. Acciona la válvula magnética para el rellenado del depósito con agua potable, en tiempos de poca lluvia.
6. SIFÓN DE DESCARGA. Para evitar derrames en caso de sobrecarga del depósito.

Estas acciones se enmarcan en la Ley 373 de 1997, por la cual se establece el programa para el ahorro y uso eficiente del agua. (Ministerio de Medio Ambiente, 1997)

### 7.3.2 Suelo

- Vivienda con el entorno natural (FACHADAS VERDES)
- Instalación de cubiertas ajardinadas

### 7.3.2.1 *Viviendas con entorno natural (fachadas verdes)*

Los jardines verticales son una solución práctica para las ciudades en las que los espacios de zonas verdes son muy limitados, la Organización Mundial de la Salud recomienda que haya al menos entre 10 y 15 m<sup>2</sup> de área verde entre habitantes. Existen en las grandes ciudades una mayor población donde no cuentan con esta especificación por eso es de tal importancia los jardines verticales.

Las fachadas verticales ofrecen gran aislamiento térmico y acústico, estas fachadas en viviendas hace que se reduzca la temperatura ambiental del entorno del edificio. Las plantas de los jardines verticales exteriores adsorben la radiación y regulan la temperatura ayudando a reducir los gastos en climatización, en verano evitan la radiación directa a la fachada reduciendo el sobrecalentamiento y durante el invierno hacen que se retrase el traspaso del calor desde el interior al exterior.

*Figura 3. Edificios con fachadas verdes*



Nota. Recuperado de Alijardín el 10-05-2020

### 7.3.2.2 *Cubiertas ajardinadas o techos verdes*

Un techo verde o cubierta ajardinada es denominado el techo de una vivienda o edificio el cual se constituye parcial o totalmente cubierto de vegetación puede ser en el

suelo o medio de cultivo apropiado con una membrana impermeable puede incluir para otras capas que sirven para drenaje.

Existe básicamente dos tipos de techo verde: intensivo y extensivo. Ambos se diferencian por la cantidad de la vegetación utilizada (espesor de sustrato, densidad y tamaño de la vegetación). Mientras que un techo verde extensivo puede soportar hasta 122 kg/m<sup>2</sup> (25 lb/ft<sup>2</sup>), un techo verde intensivo en cambio puede contener hasta 732 kg/m<sup>2</sup> (150 lb/ft<sup>2</sup>). (Certificados Energéticos, s.f.)

#### 7.3.2.2.1 Beneficios para la comunidad

- La instalación de un techo verde **reduce la necesidad de gestionar el agua de lluvia** que se acumula, así como el estrés en los sistemas de alcantarillado municipales. (Certificados Energéticos, s.f.)
- En zonas urbanas la inclusión de techos verdes **reduce el calor conducido por los edificios**, cubriendo muchas de las superficies que generarían más calor.
- La vegetación **previene de la distribución de la contaminación y el polvo y captura los agentes contaminantes** que se encuentran en el aire.
- Un techo verde **puede ser utilizado como espacio público, como jardín o área recreativa** para ser disfrutado por la comunidad.
- Debido a la cantidad de trabajo y coste económico que supone la instalación de un techo verde, su uso por la comunidad **genera nuevos puestos de trabajo** y por lo tanto mayores ingresos para las empresas locales.



Nota. Recuperado de Ecotelhado el 10-05-2020

### 7.3.3 Materiales

- Uso de materiales con menor impacto ambiental

#### 7.3.3.1 Materiales con menor impacto ambiental

En el transcurrir de los años se está haciendo una fuerte referencia en que debemos de pensar en una arquitectura-ingeniería más sostenible y eficiente. En la actualidad las construcciones son responsables del 40% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del planeta y también consumen un 40% de la energía mundial, por suerte hoy en día existen mucha variedad de materiales a utilizar en una construcción que son más respetuosas con el medio ambiente estas las podemos definir así:

### 7.3.3.1.1 Madera

*Figura 5. Vivienda construida en madera*



Nota. Recuperado de Arrevol el 10-05-2020

Sabemos que la madera es un material tradicional y muy conocido pero lo que no sabemos es sus múltiples ventajas, este se trata del material con menor impacto ambiental en su producción y ciclo de vida. Está considerada un sumidero de CO<sub>2</sub> cuando se valla a utilizar este material para una construcción sostenible esta debe venir certificada garantizando que procede de la tala responsables, esto quiere decir que los fabricantes plantan nuevos árboles por cada uno que talan, la madera la madera además tiene propiedades aislantes la cual ayuda a mantener la casa fresca en verano y templada en invierno por tal motivo se convierte en un material más sostenible y más eficiente energéticamente. (Arrevol Arquitectos, s.f.)

### 7.3.3.1.2 Fibra de celulosa de papel reciclado

*Figura 6. Muestra de la fibra de celulosa de papel reciclado*



Nota. Recuperado de Arrevol Arquitectos el 10-05-2020

En la actualidad existen muchos materiales aislantes, pero si nos ponemos a pensar en el medio ambiente posiblemente este se el mas adecuado sin sacrificar lo mas mínimo el nivel de aislamiento, el aislamiento de celulosa es papel de periódico reciclado y tratado con sales de borax que le proporcionan propiedades ignifugadas, insecticidas. (Arrevol Arquitectos, s.f.)

### 7.3.3.1.3 Panel aislante de fibra de madera

*Figura 7. Panel aislante de fibra de madera*



Nota. Recuperado de Arrevol Arquitectos el 10-05-2020

Los paneles de fibra de madera es otro tipo de aislante térmico, se trata de un producto procedente de los residuos generados por las carpinterías y otras industrias de la madera, estos son tableros con una resistencia mecánica que se utiliza como aislamiento térmico y acústico, se le puede añadir aditivos con propiedades especiales para una resistencia al fuego, insectos o humedad. Entre todos los materiales mas usados como aislantes los paneles de fibra de madera son los que tienen una mayor inercia térmica.

#### 7.3.3.1.4 Paneles OSB

*Figura 8. Muestra de paneles OSB*



Nota. Recuperado de Arrevol Arquitectos el 10-05-2020

Se trata de otro producto derivado de la madera, enormemente popular en los Estados Unidos, donde se desarrolló originariamente ya en 1978, y que, sobre todo en los últimos años, cada vez se usa más en Europa. Los tableros OSB (siglas de Oriented Strand Board, en español Tablero de Virutas Orientadas) son una evolución del tablero de contrachapado formado por capas de virutas o astillas orientadas en la misma dirección. Cada capa sigue una orientación perpendicular a la capa anterior, lo que proporciona al material un comportamiento más homogéneo ante la dilatación o la aplicación de fuerzas en

distintas direcciones. Los bordes se sellan con material impermeabilizante, para evitar la absorción de humedad. Además de su gran resistencia mecánica, conserva las propiedades de aislamiento térmico típicas de la madera y de los aglomerados de madera. También es un excelente aislante acústico y se pueden recubrir con una gran variedad de materiales tanto de interior como de exterior (morteros, piedra natural, cerámica etc.). Según los aditivos que incorpore, la normativa los subdivide en cuatro categorías: (Arrevol Arquitectos, s.f.)

- OSB-1, para uso en interiores o en decoración.
- OSB-2, para uso en estructuras de carga en ambientes secos.
- OSB-3, para uso en estructuras de carga en ambientes húmedos.
- OSB-4, para uso en estructuras de carga de altas prestaciones.

Si no se mezclan con otros materiales pueden ser tratados y reutilizarse en la fabricación de otros derivados de la madera o en procesos de generación de energía y electricidad. Son una buena alternativa para su uso en elementos estructurales, la formación de fachadas, tabiques de interior e incluso mobiliario, suelos y techos.

### 7.3.3.1.5 Barro cocido

*Figura 9. Vivienda construida en barro cocido*



Nota. Recuperado de Arrevol Arquitectos el 10-05-2020

Se trata de barro cocido a temperatura inferior a 950°C y tratamientos naturales para que conserve las cualidades de la tierra como la higroscopicidad, aislamiento, baja radiactividad y muy buena inercia térmica.

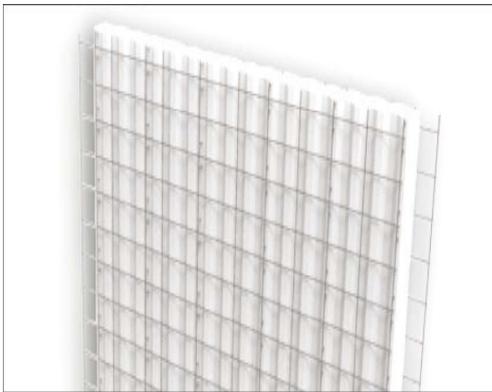
Sus usos en la construcción son muy variados: muros y cerramientos de ladrillo, fachadas ventiladas cerámicas, bóvedas, solados, tejas, celosías... Los materiales cerámicos son materiales muy inertes y estables por lo que son altamente reciclables. Además, los residuos generados en las diferentes fases de producción del material pueden reincorporarse al circuito de preparación de la materia prima. (Arrevol Arquitectos, s.f.)

### 7.3.3.1.6 Durapanel

Es un sistema constructivo monolítico y homogéneo compuesto por paneles de poliestireno expandido (EPS) integrado por dos mallas en acero galvanizado adheridas alas

lamina por medio de conectores en acero, permitiendo las transferencias de esfuerzos en ambas caras del panel, que origina altas propiedades estructurales. siendo aprobado como apto por la Asociación de Ingeniería sísmica colombiana, para soportar aceleraciones sísmicas intensas. Los costos de enfriamiento se reducen hasta en un 40% ya que el durapanel permite el aislamiento termoacústico. (Industrias Conconcreto, 2020)

*Figura 10. Composición durapanel*



Nota. Recuperado de Industrias Conconcreto el 10-05-2020

### 7.3.3.1.7 Polipropileno, polibutileno y polietileno

Figura 11. Muestras del material



Nota. Recuperado de Arrevol Arquitectos el 10-05-2020

Las instalaciones de una vivienda son muchas veces el gran olvidado de los proyectos de arquitectura, pero también tienen mucha influencia en el medio ambiente y en la sostenibilidad de la construcción. Los materiales de PVC incorporan en su producción elementos biocidas, pudiendo desprender a la atmósfera partículas nocivas para nuestra salud. El polipropileno, polibutileno y polietileno son materiales termoplásticos alternativos al PVC y más respetuosos con el medio ambiente que, entre otras ventajas, no contienen cloro en su composición. Se pueden utilizar en los sistemas de calefacción, conductos de agua sanitaria, transporte de aguas residuales y drenajes, entre otros. También se utilizan para la impermeabilización de cubiertas y como aislante eléctrico. Además de ser baratos, desde el punto de vista ambiental, tienen las ventajas de no ser tóxicos, químicamente inertes, esterilizables y reciclables. (Arrevol Arquitectos, s.f.)

### 7.3.4 Energía

- Uso eficiente de la iluminación natural
- Uso eficiente de la ventilación natural
- Aprovechamiento de la energía solar

#### *7.3.4.1.1 Iluminación artificial*

La iluminación natural ya no es un propósito a cumplir en un proyecto si no se a convertido en una obligación, el arquitecto Oscar Niemeyer utilizaba la luz natural en interiores no solo como un medio de ahorro si no también en mejora de la salud del ocupante o habitacional del espacio. (Yávar, 2013)

#### *7.3.4.1.2 Ventilación natural*

La ventilación natural es una estrategia de enfriamiento pasivo que consiste en favorecer las condiciones para que se produzcan corrientes de aire, de este modo el aire inferior se renueva y se reduce la sensación de calor. (remica, 2016)

Podemos decir que la ventilación natural favorece la entrada y salida del viento en la vivienda, el viento es el factor principal que determina las posibilidades y la calidad de la ventilación natural. Para poder realizar una ventilación adecuada a veces es necesario adaptar las carpinterías, las ventas oscilobatientes permiten la apertura parcial de la hoja. Impidiendo el ingreso de agua lluvia, las corrientes de aires excesivas.

#### *7.3.4.1.3 Energía solar*

En la actualidad en el mundo cada vez más se utiliza este sistema de energía solar con la instalación de paneles solares, la energía solar es una energía limpia esta proviene de una fuente natural inagotable que es el sol por lo que es 100% respetuosa con el medio ambiente, con este método se ayuda a frenar el cambio climático pero también algo de tener en cuenta que es que no depende de las compañías eléctricas. (acciona, 2015)

Las grandes ventajas de sustentabilidad son:

- Es renovable, ya que de la energía del sol se puede disponer en millones de años a futuro.
- Totalmente amigable con el ambiente por no contaminar la capa de ozono, el suelo, la naturaleza, ni las personas.
- La innovación de este sistema permite generar energía incluso en climas fríos, cercanos a los polos.
- Reduce los costos de vida, ya que una vez instalado el sistema no es necesario pagar facturas por uso de energía
- No existe ruido o contaminación auditiva, por el uso de los paneles.
- El mantenimiento se basa en la limpieza de los paneles. Las empresas garantizan este sistema hasta con 20 años de uso.
- En una zona calurosa y rica de radiación solar como Girardot, este sistema tiene un rendimiento ideal.

*Figura 12. Implementación de energía solar*



Nota. Recuperado de Ecoinventos, 2020 el 10-05-2020

Estos son algunos sistemas que se pueden implementar en construcciones sostenibles de una vivienda de interés social

## **7.4 Ventajas de la implementación de los sistemas de construcción sostenible**

Tener una vivienda sostenible puede tener muchas ventajas para sus propietarios y para el entorno natural a continuación tenemos las siguientes:

### **7.4.1 Bajo consumo de energía**

En una vivienda sostenible con un adecuado aislamiento se puede obtener un mayor ahorro en el costo de energía, también es muy beneficiarle la instalación de paneles solares ya que también mitiga el ahorro de energía y contribuye con el medio ambiente.

Figura 13. Trayectoria de Ahorro

TIEMPO AMORTIZACIÓN INVERSIÓN SISTEMA DE MÓDULOS SOLARES												
	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
<b>2020</b>	18700	18802	18905	19088	19192	19297	19403	19509	19616	19723	19831	19940
<b>2021</b>	20049	20159	20269	20380	20492	20604	20717	20830	20944	21059	21174	21290
<b>2022</b>	21407	21524	21642	21761	21880	22000	22121	22242	22364	22487	22610	22734
<b>2023</b>	22859	22984	23110	23237	23364	23492	23621	23750	23880	24011	24143	24275
<b>2024</b>	24408	24542	24676	24811	24947	25084	25221	25359	25498	25638	25779	25920
<b>AHORRO 2020</b>	<b>232006</b>											
<b>AHORRO 2021</b>				<b>247967</b>								
<b>AHORRO 2022</b>							<b>264772</b>					
<b>AHORRO 2023</b>											<b>282726</b>	
<b>AHORRO 2024</b>		<b>301883</b>										
<b>AHORRO PROM. ANUAL</b>				<b>265870,8</b>								
<b>AHORRO TOTAL 5 AÑOS</b>									<b>1329354</b>			

7.4.1.1 Informe gasto-beneficio y amortización de la inversión del sistema de módulos solares.

Tabla 4. Demanda consumo de energía de la vivienda

Nevera	0,43kW	24 horas al día	720 horas al mes.	320,4kWh.
Lavadora	0,33kW	1 horas al día.	30 horas al mes.	9,9kWh.
Televisión	0,156kW	8 horas al día.	240 horas al mes.	37,44kWh.
Computador	0,13kW	6 horas al día	180 horas al mes.	1,8kWh.

Ventilador	0,167kW	12 horas al día.	360 horas al mes.	162kWh.
Bombillos	0,1kW	10 horas al día.	300 horas al mes.	

Nota: Con 7 paneles solares de 330 w obtenemos 2,3 Kw/h. Lo que es suficiente para el consumo de la vivienda según la demanda de la misma, si se tiene en cuenta cada punto de consumo.

El análisis costo beneficio es el siguiente:

Nota: Con 7 paneles solares de 330 w obtenemos 2,31 Kw/h. Lo que es suficiente para el consumo de la vivienda según la demanda de la misma, si se tiene en cuenta cada punto de consumo.

El análisis costo beneficio es el siguiente.

Para viviendas de interés social estrato 2 el costo de un Kw/h hasta la fecha de mayo de 2020 está en 557,31 pesos.

La vivienda consume 39.39 Kw al mes generando un costo de 21.952 Pesos, con relación al costo del Kw/h actual, sin costos de alumbrado y otras tarifas de la empresa de energía.

Con los módulos solares, se ahorraría esta cifra, excepto que la empresa de energía exige un porcentaje de demanda de energía eléctrica por cada vivienda habitada, es decir que aparte de la energía generada por los módulos solares, se debe utilizar también la energía de la empresa privada. Teniendo esto claro, se dejará un porcentaje del 15% del total de la casa conectado a la red de la empresa ENEL CODENSA quien facturará ese

mismo porcentaje, o sea 3.252 pesos de consumo, más el alumbrado y otras tarifas que puedan ser cobradas.

Observamos que el 85% de energía restante, se utilizara proveniente del sistema de paneles solares, así mismo se ahorrara el 85% del costo total, es decir 18.700 pesos.

En ese orden de ideas, se obtiene un beneficio del 85% en cuanto al pago de facturas por consumo de energía eléctrica.

Para determinar en cuanto tiempo se recupera la inversión del sistema de paneles solares, primero se debe tener en cuenta el aumento del costo del kw/h cada año y se toma el costo de los últimos 2 años y el actual.

Mayo 2018: \$443,54

Mayo 2019: \$468,83

Mayo 2020: \$557,31

En promedio, aumentó \$ 34 por año.

Es decir, durante el lapso de tiempo de Mayo de 2020 a Mayo de 2021, la factura estaría por \$ 21.952 Si se le resta el 85% del ahorro con los paneles solares, se tienen \$ 18.700 pesos

En un año aumento el ahorro de \$18.700 a \$ 19.940 Es decir un 0.55% mensual para un total del 6,6% año.

*Tabla 5. Ahorro por mes*

Mes 01	18.700
Mes 02	18.802
Mes 03	18.905
Mes 04	19.088
Mes 05	19.192
Mes 06	19.297
Mes 07	19.403
Mes 08	19.509
Mes 09	19.616
Mes 10	19.723
Mes 11	19.831
Mes12	19.940

Nota. Elaboración propia

Con este cálculo mes a mes, se puede concluir que en menos de 18 años, se ha cancelado una inversión de \$6.287.000 totalmente, de ahí para adelante el 85% será una ganancia que brinda la vivienda sostenible, únicamente en el aspecto de energía eléctrica. Los paneles solares cuentan con una garantía de 25 años y una vida útil de hasta 50 años, lo que indica que restan una ganancia durante 32 años.

Figura 14. Sistema paneles solares



Nota. Recuperado de Delta Volt, 2020

#### 7.4.2 Mayor durabilidad

Las viviendas sostenibles se pueden lograr construir con materiales de muy alta calidad para que a si sean duraderas y puedan requerir menos reparación, por tanto, se produce el efecto de menos costo en mantenimiento.

#### 7.4.3 Mejoras para la salud

Podemos decir que en una vivienda sostenible se utilizan algunos materiales naturales, libres de toxinas lo que esto conlleva a favorecer la salud de los habitantes de la vivienda.

#### **7.4.4 Beneficios ambientales**

Las viviendas sostenibles utilizan menos energía que las viviendas estándar puesto que se sirven de fuentes alternativas de energía y reducen la dependencia de fuentes de energía convencionales.

#### **7.4.5 Protección de los recursos naturales**

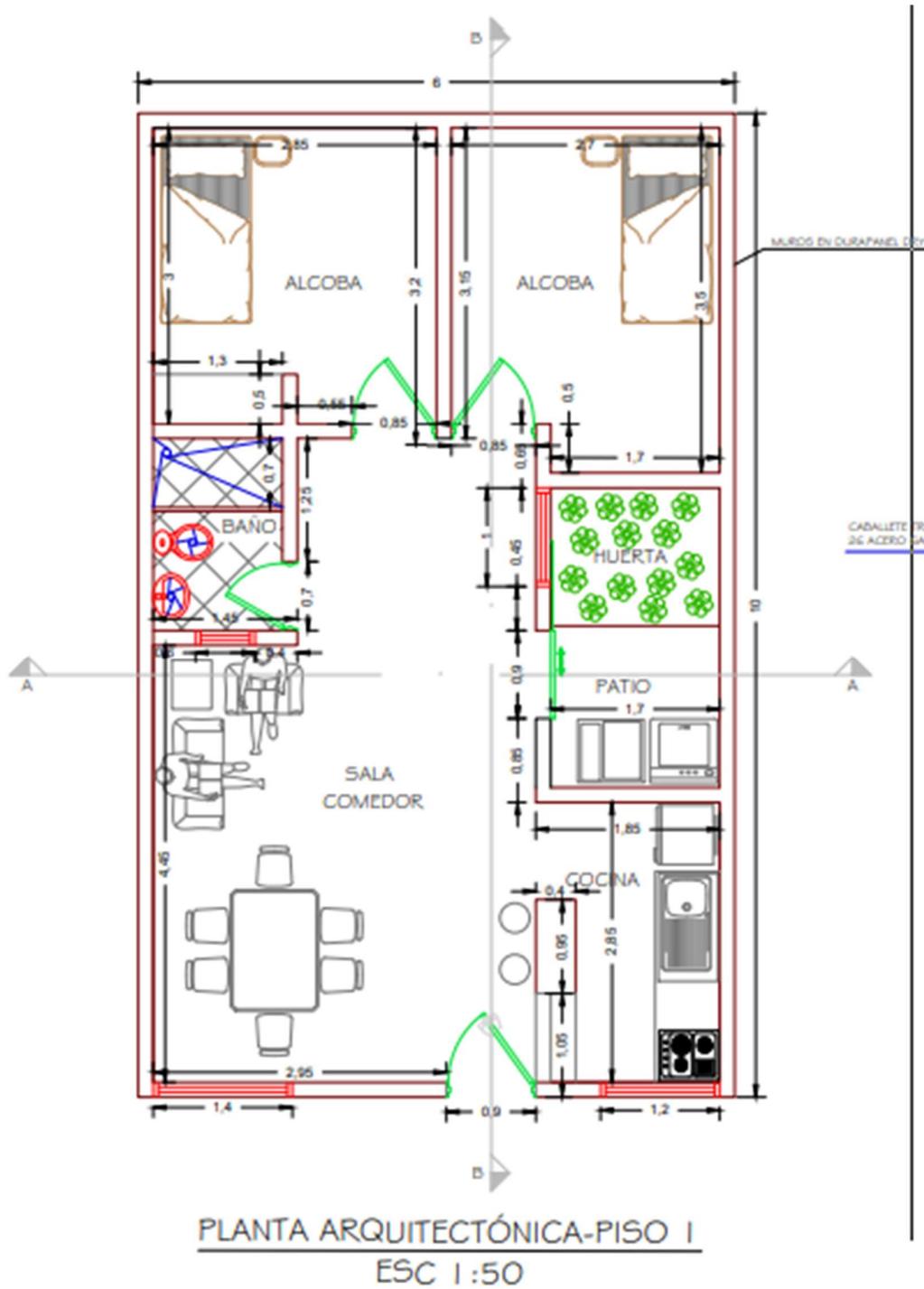
Sabemos que en las construcciones se utilizan menos recursos naturales ya que en la mayoría de los materiales que se utilizan son reciclados, en base al principio fundamental de protección del medioambiente.

### **7.5 Diseño arquitectónico de la vivienda de interés social sostenible**

En la vivienda de interés social sostenible ( VISS ) se realizara la construcción de un piso con un área de lote de 60 m<sup>2</sup> el cual cuenta con dos habitaciones, cocina, sala, comedor, baño y huerta esta vivienda es diseñada para ser una vivienda sostenible ya que va contar en su construcción y materiales autosostenibles el cual va generar un impacto de mejoramiento de calidad de vida de sus habitantes, los muros serán de epanel tendrá una cubierta de Ecotelhado galocha el cual contara con el aprovechamiento de los vientos se tendrá una huerta dentro de la vivienda y contara con paneles solares, estos sistemas que se emplean en la vivienda de interés social sostenible se diseñaron:

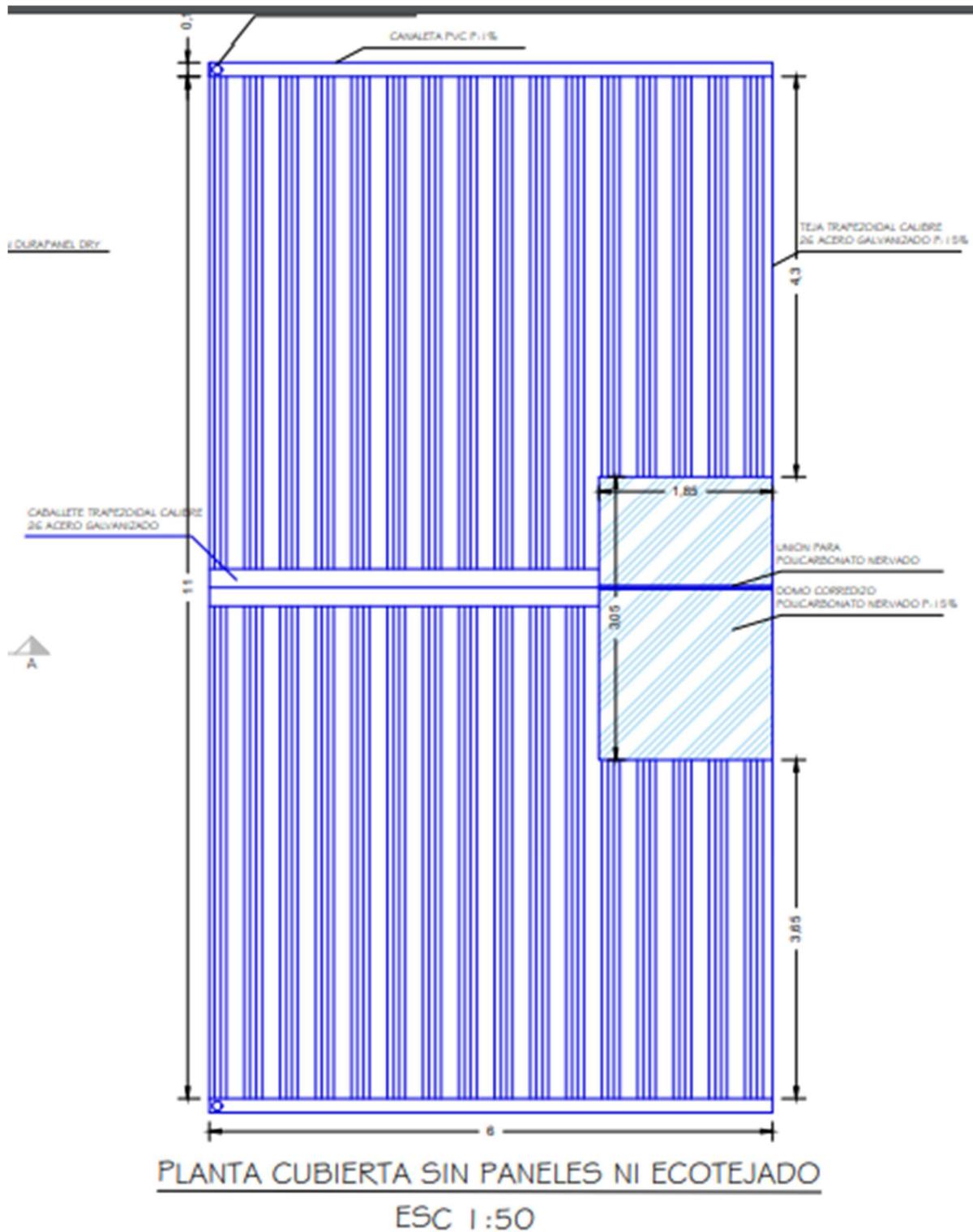
7.6 Planos de la vivienda sostenible

Figura 15. Diseño arquitectónico de la vivienda de interés social



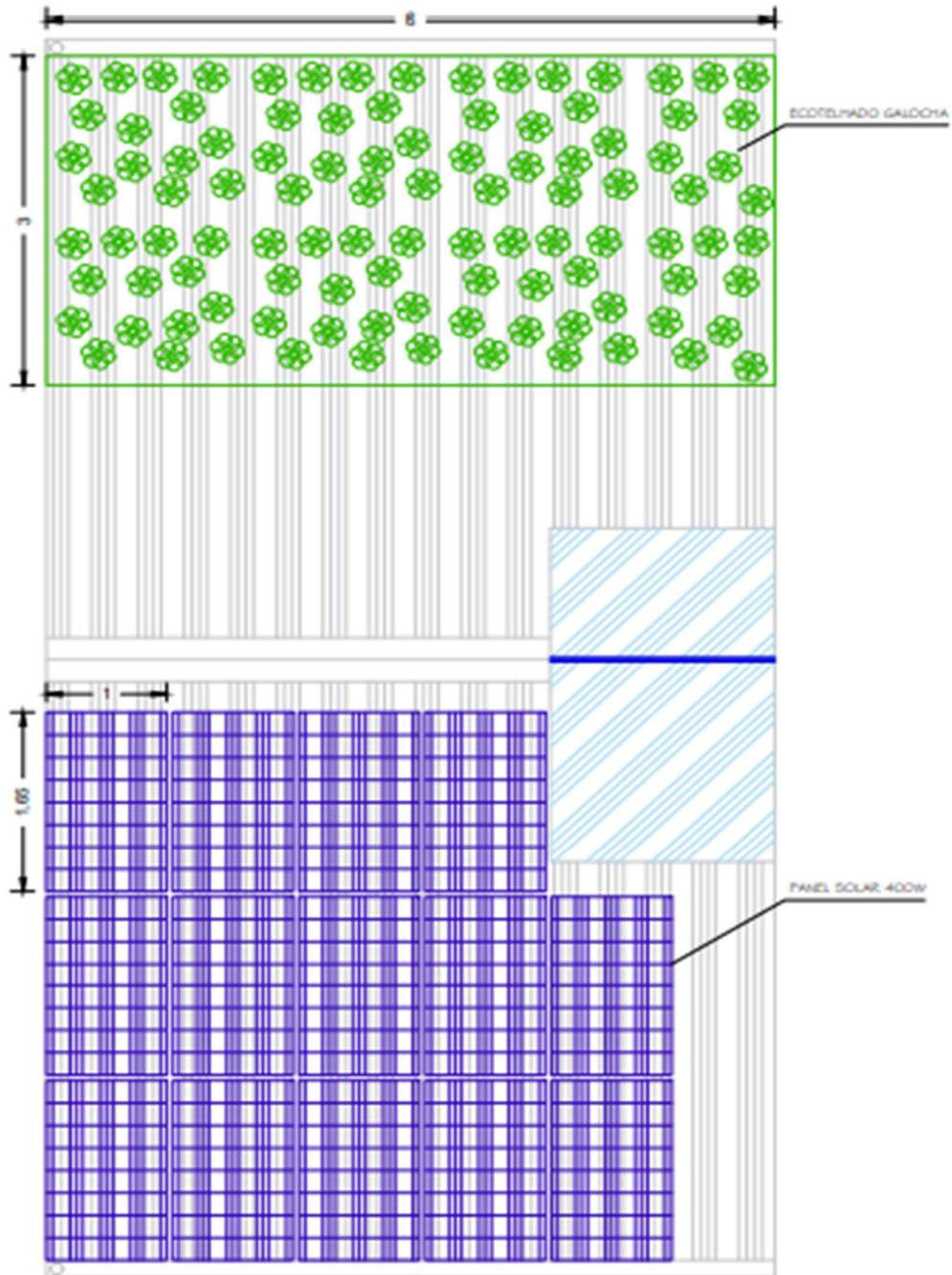
Nota. Elaboración Propia

Figura 16. Planta de cubierta sin paneles solares de la vivienda de interés social



Nota. Elaboración propia

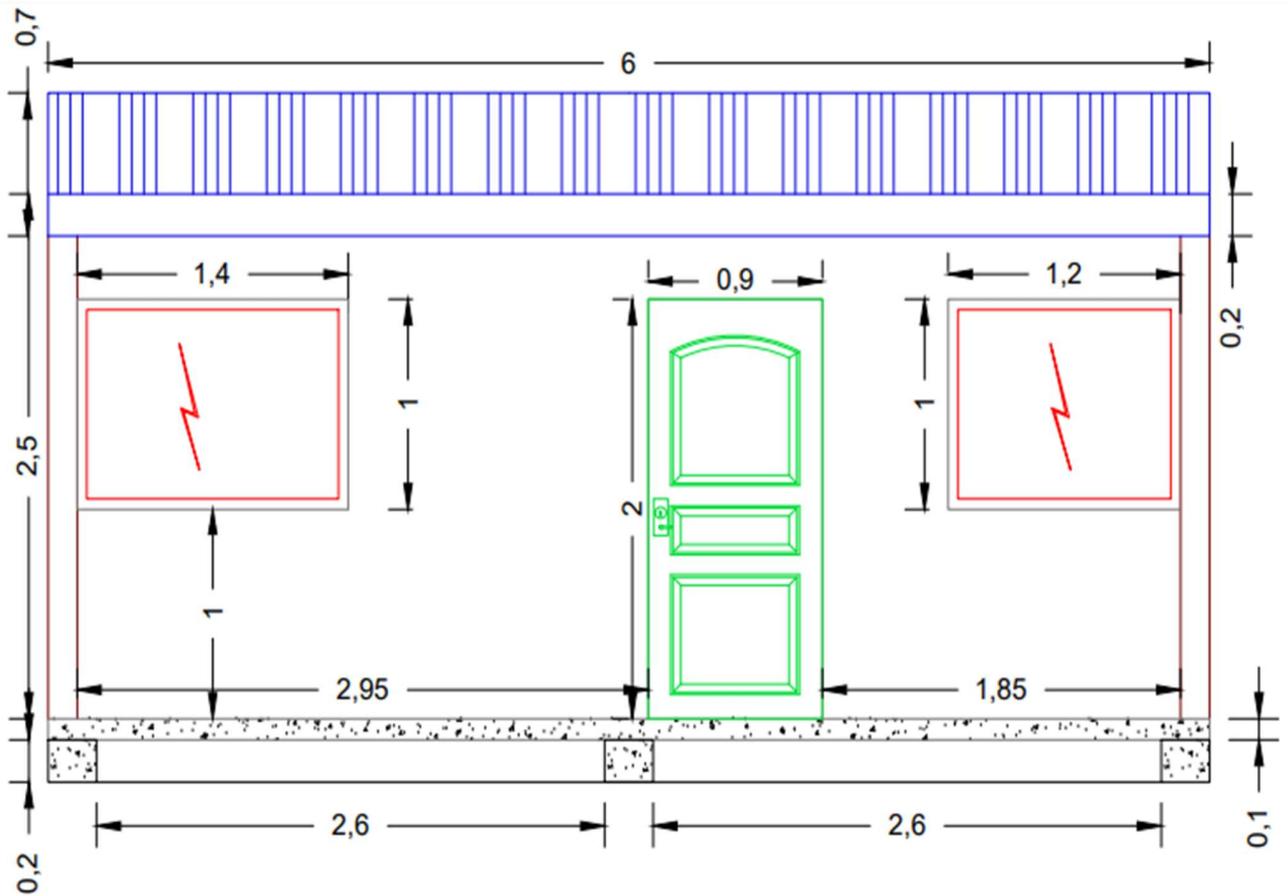
Figura 17. Planta de cubierta con paneles solares y ecotejado



PLANTA CUBIERTA CON PANELES Y ECOTEJADO  
ESC 1:50

Nota. Elaboración Propia

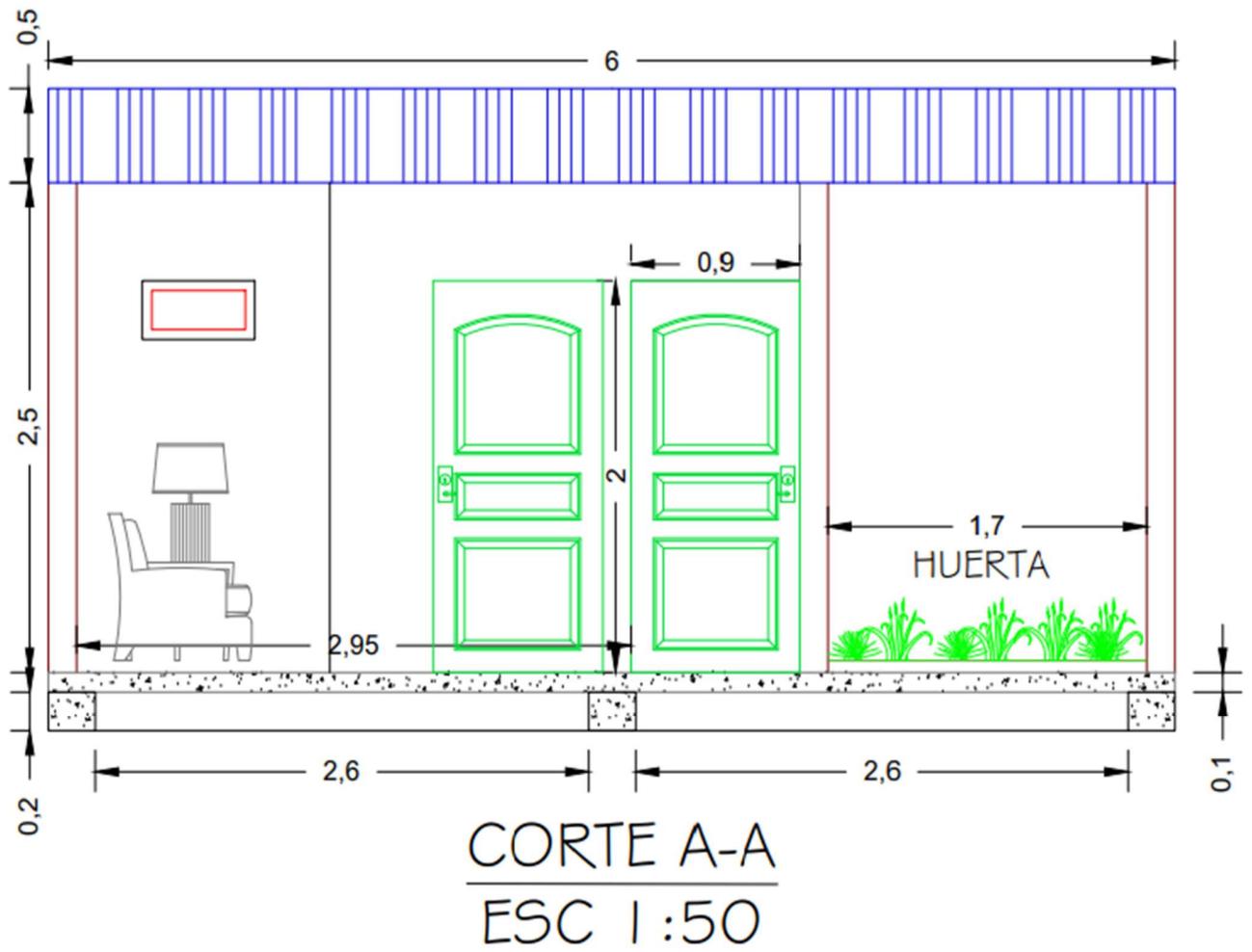
Figura 18. Fachada Principal de la vivienda de interés social



FACHADA PRINCIPAL  
 ESC 1:50

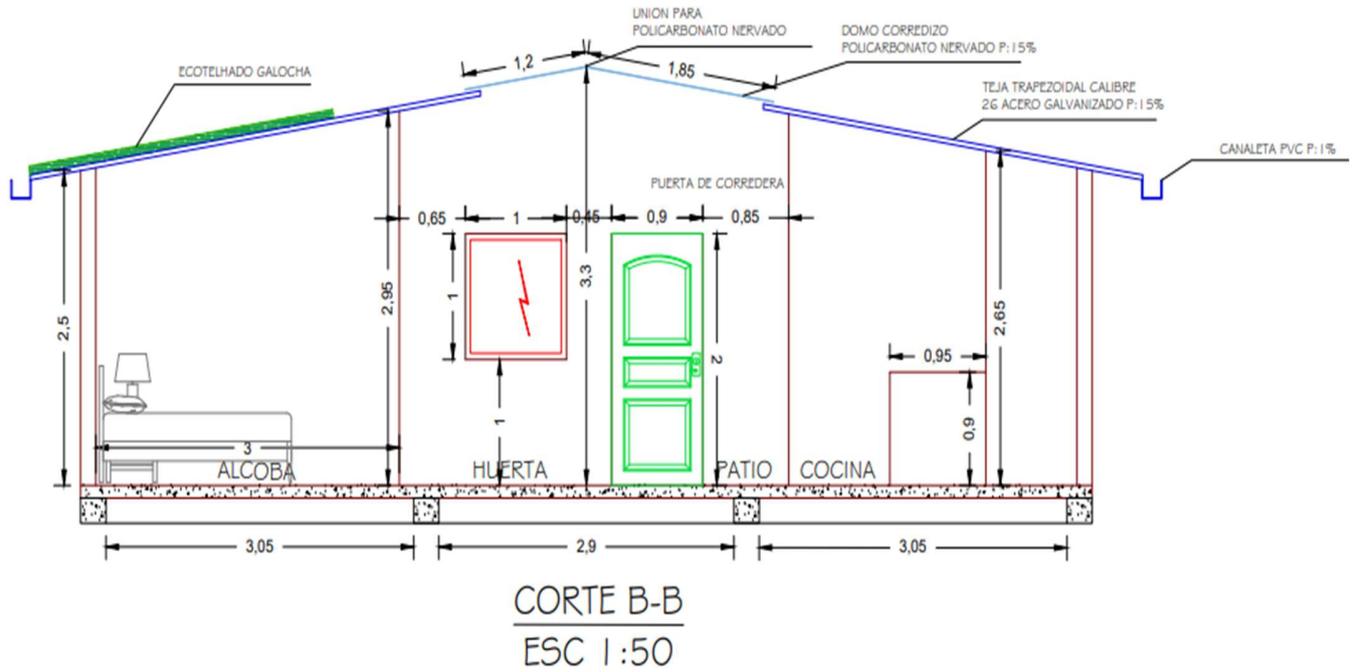
Nota. Elaboración Propia

Figura 19. Corte A -A de vivienda de interés social



Nota. Elaboración propia

Figura 20. Corte B-B de vivienda de interés social



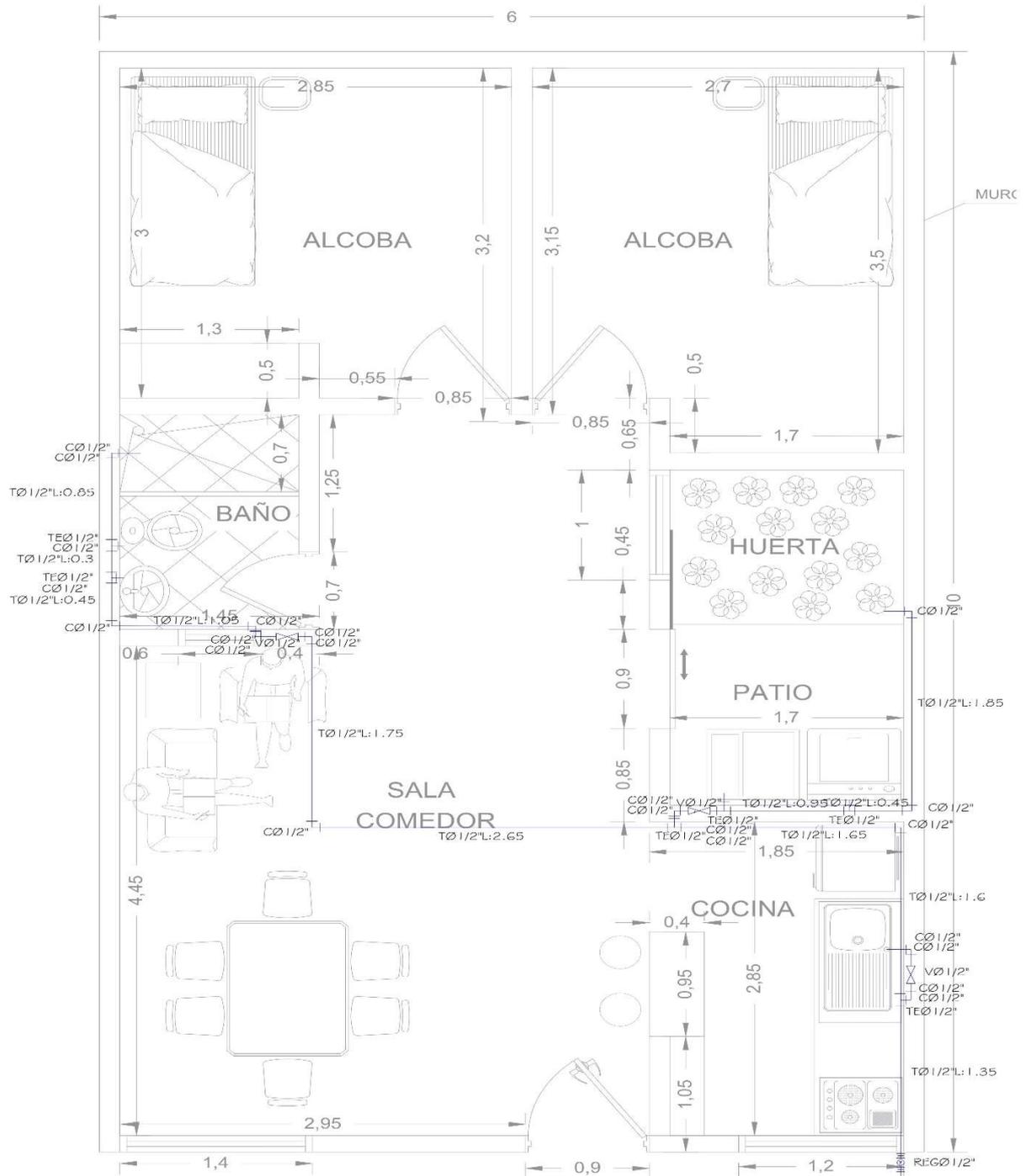
Nota. Elaboración propia

Figura 21. Cuadro de áreas de la vivienda de interés social

CUADRO DE ÁREAS (VIS)	
CUADRO DE ÁREAS	ÁREA(m <sup>2</sup> )
ÁREA DEL LOTE	60
ÁREA CONSTRUIDA PRIMER PISO	60
ÁREA TOTAL CONSTRUIDA	60
PISOS CONSTRUIDOS	1

Nota. Elaboración propia

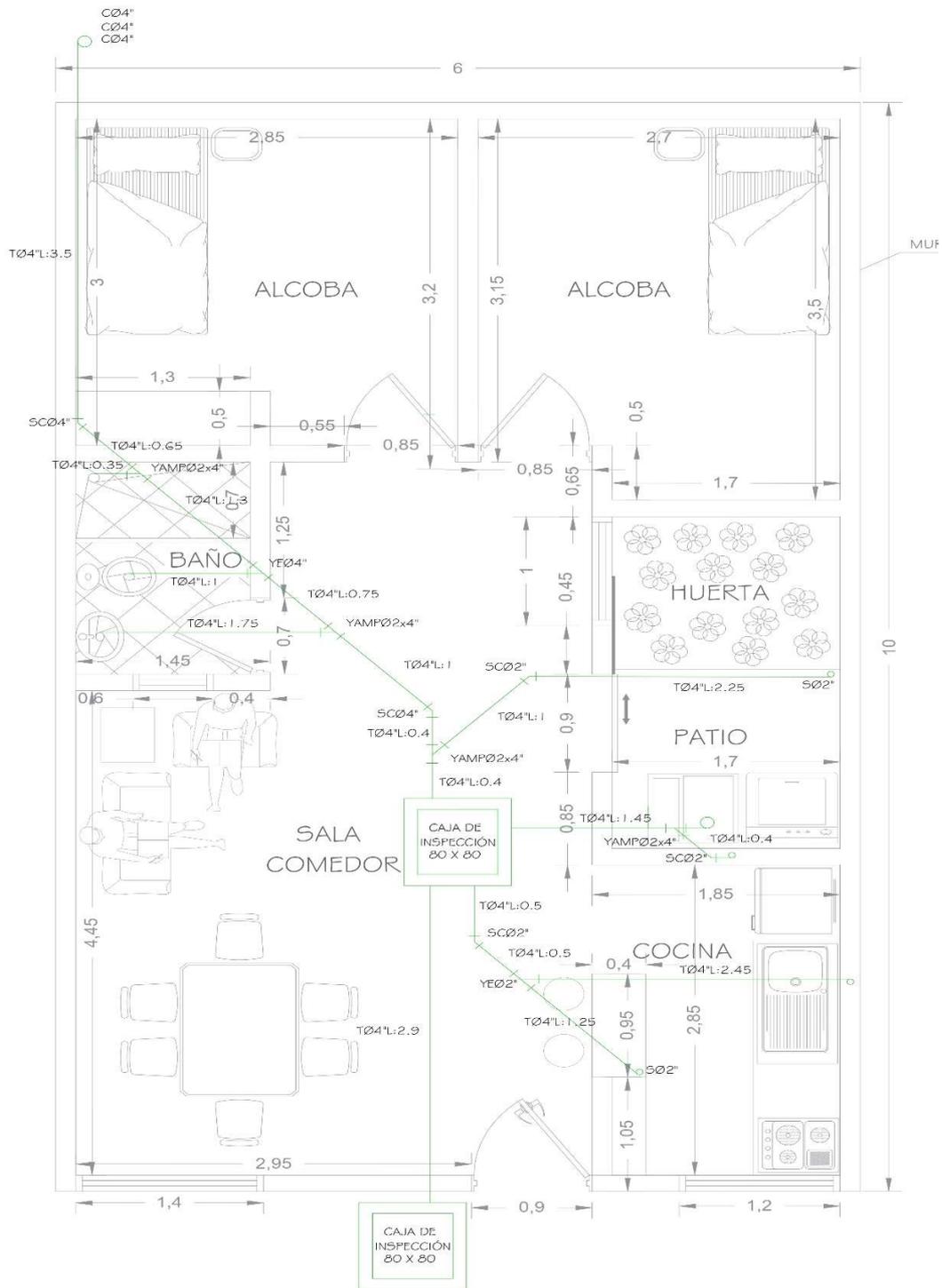
Figura 22. Diseño Hidráulico VIS



DISEÑO HIDRÁULICO  
E.S.C. 1:50

Nota. Elaboración propia

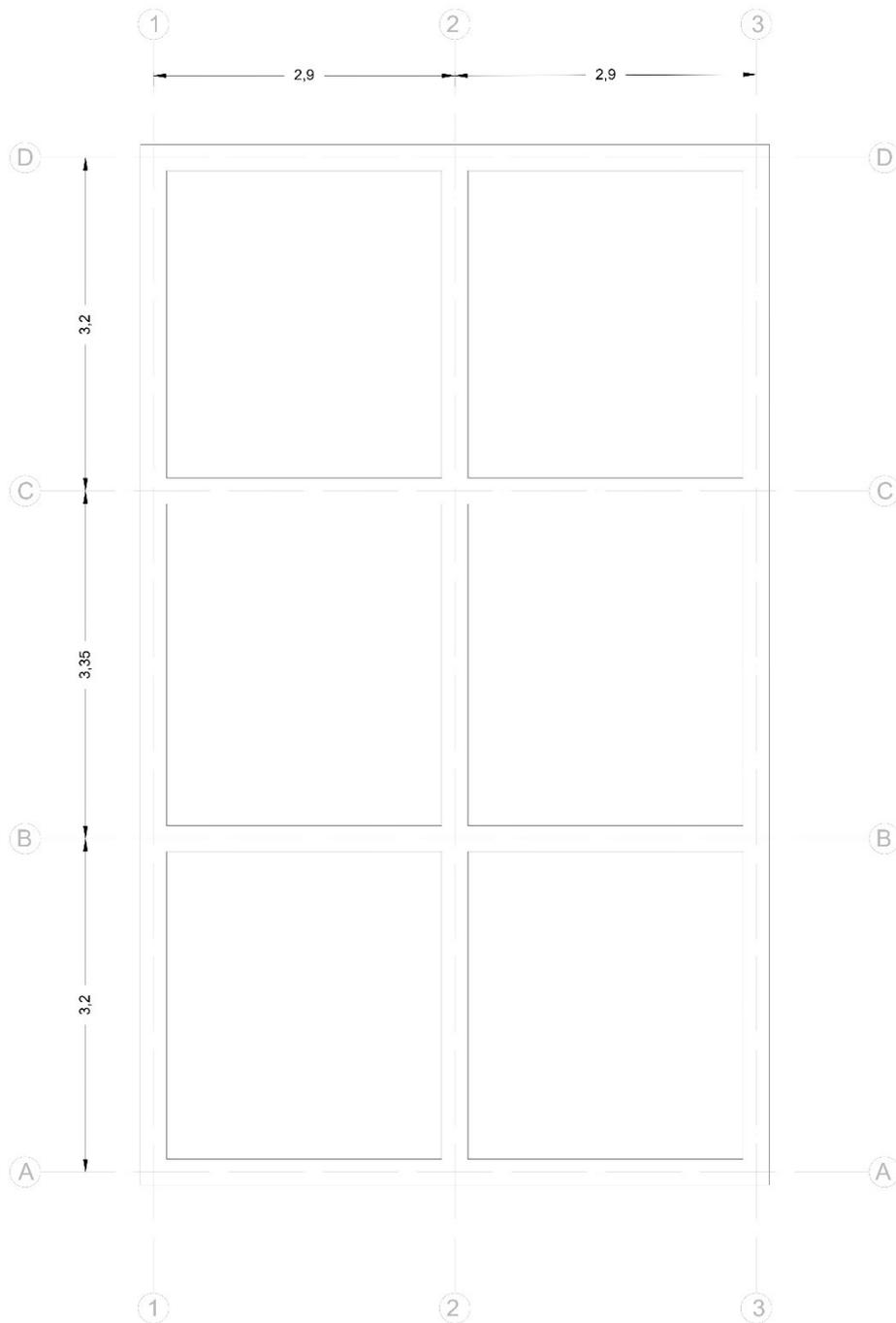
Figura 23. Diseño Sanitario VIS



DISEÑO SANITARIO  
ESC 1 : 50

Nota. Elaboración propia

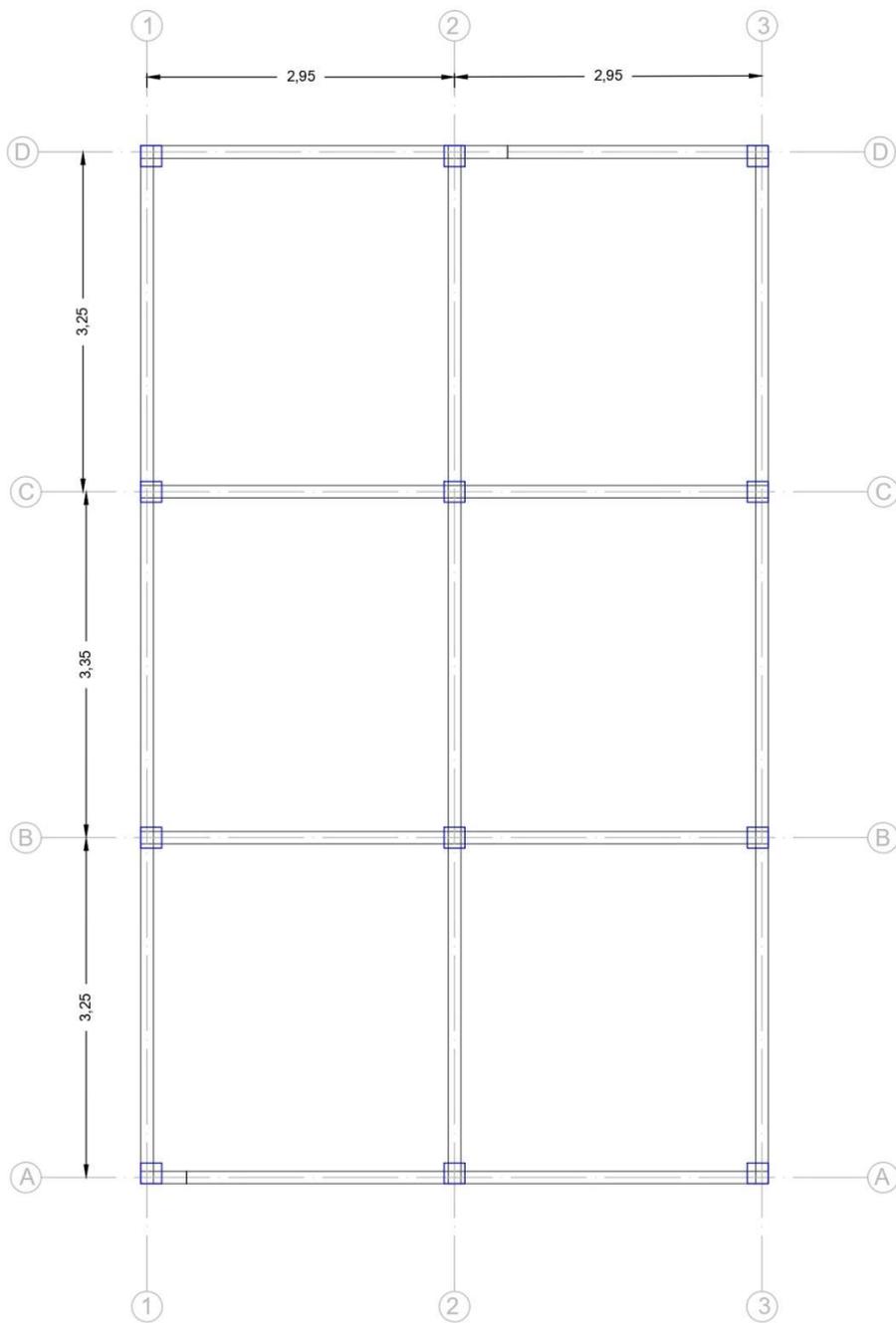
Figura 24. Planta de ejes y cimientos



PLANTA EJES Y VIGA DE CIMENTACIÓN  
Escala 1:50

Nota. Elaboración propia

Figura 25. Planta Columnas y vigas aéreas

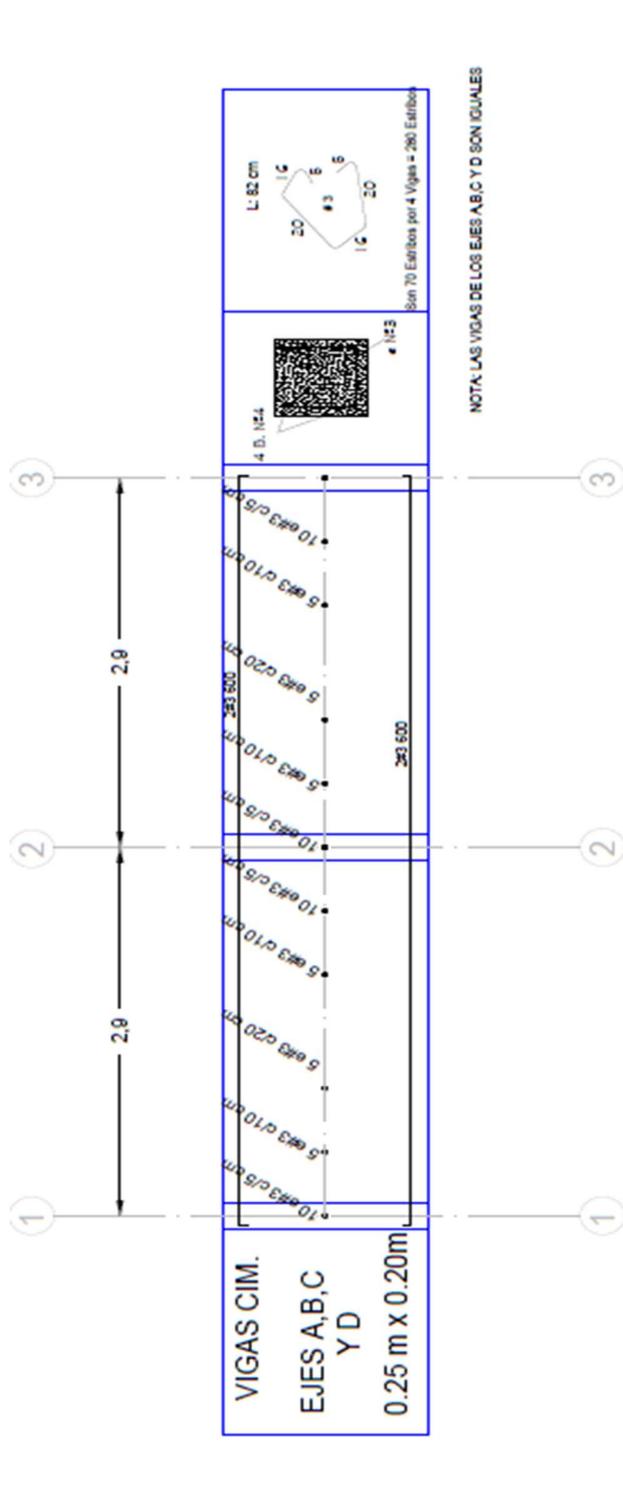


PLANTA COLUMNAS Y VIGAS AÉREAS  
ESC 1:50

Nota. Elaboración Propia



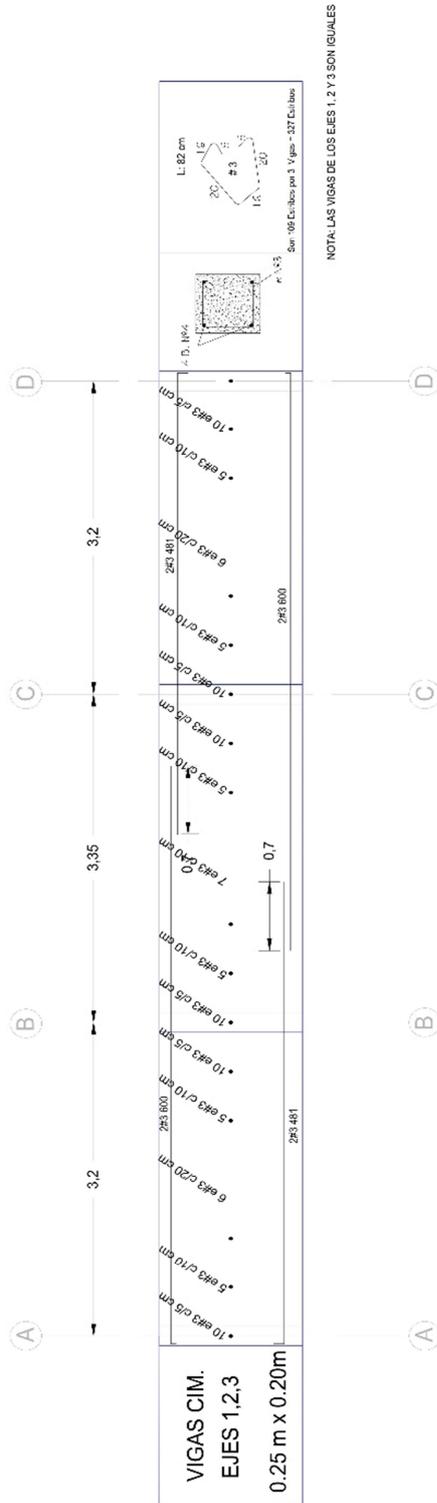
Figura 27. Despiece de vigas de cimentación (A, B, C y D)



DESPIECE DE VIGAS DE CIMENTACIÓN DE 0.25 X 0.20m

Nota. Elaboración propia

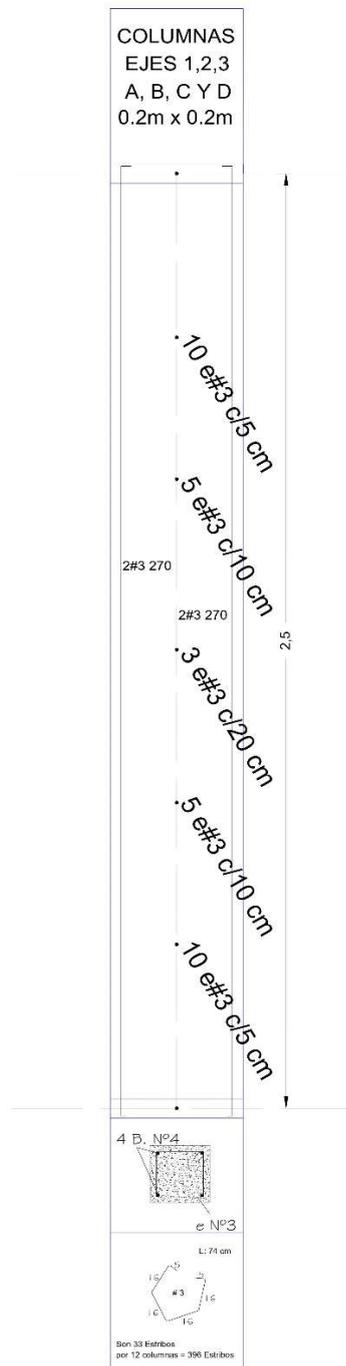
Figura 28. Despiece de vigas de cimentación (ejes 1, 2 y 3)



DESPIECE DE VIGAS DE CIMENTACIÓN DE 0.25 X 0.20m

Nota. Elaboración propia

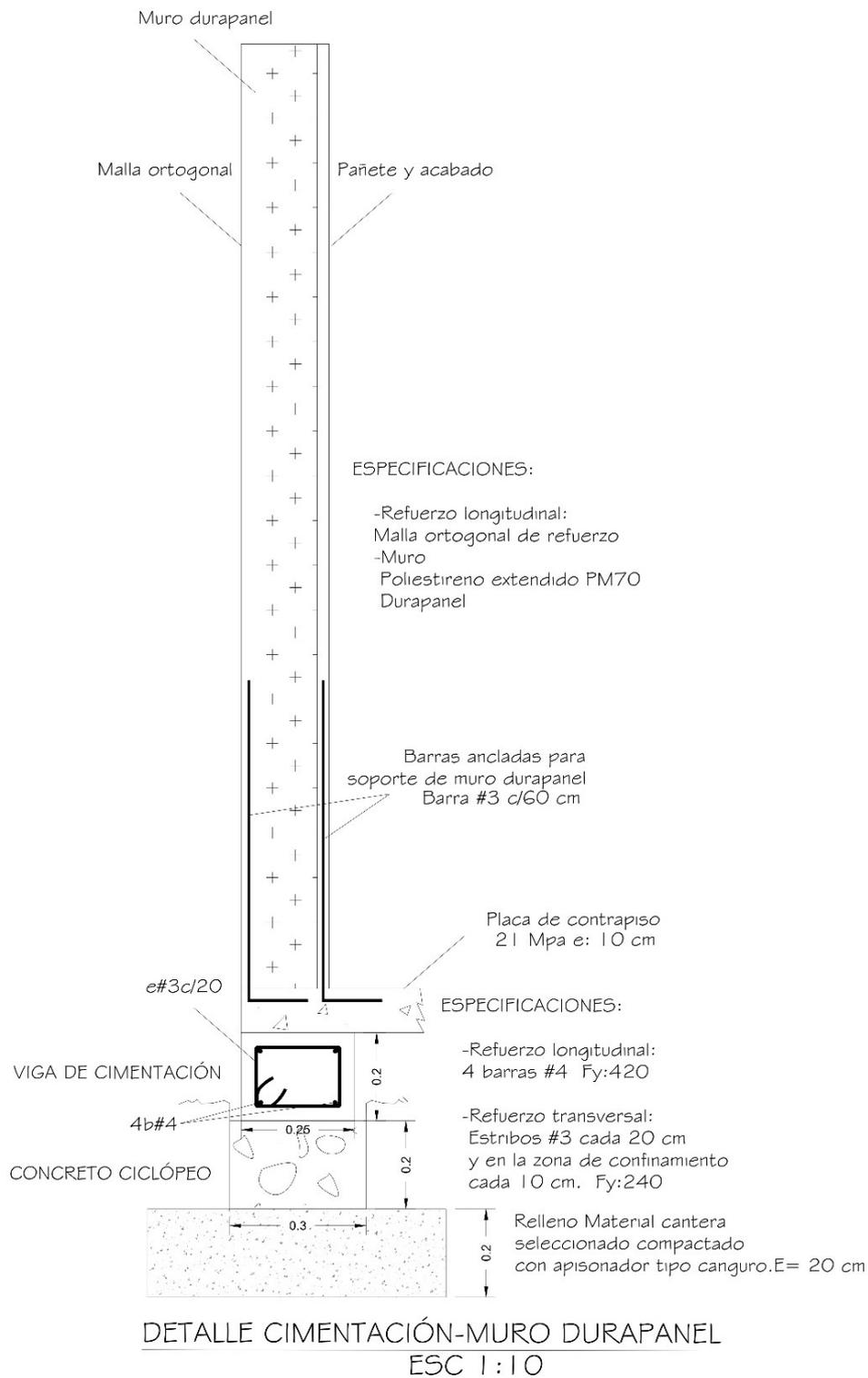
Figura 29. Despiece de columnas



NOTA: LAS COLUMNAS DE TODOS LOS EJES SON IGUALES  
DESPIECE DE COLUMNAS DE 0.20 X 0.20m

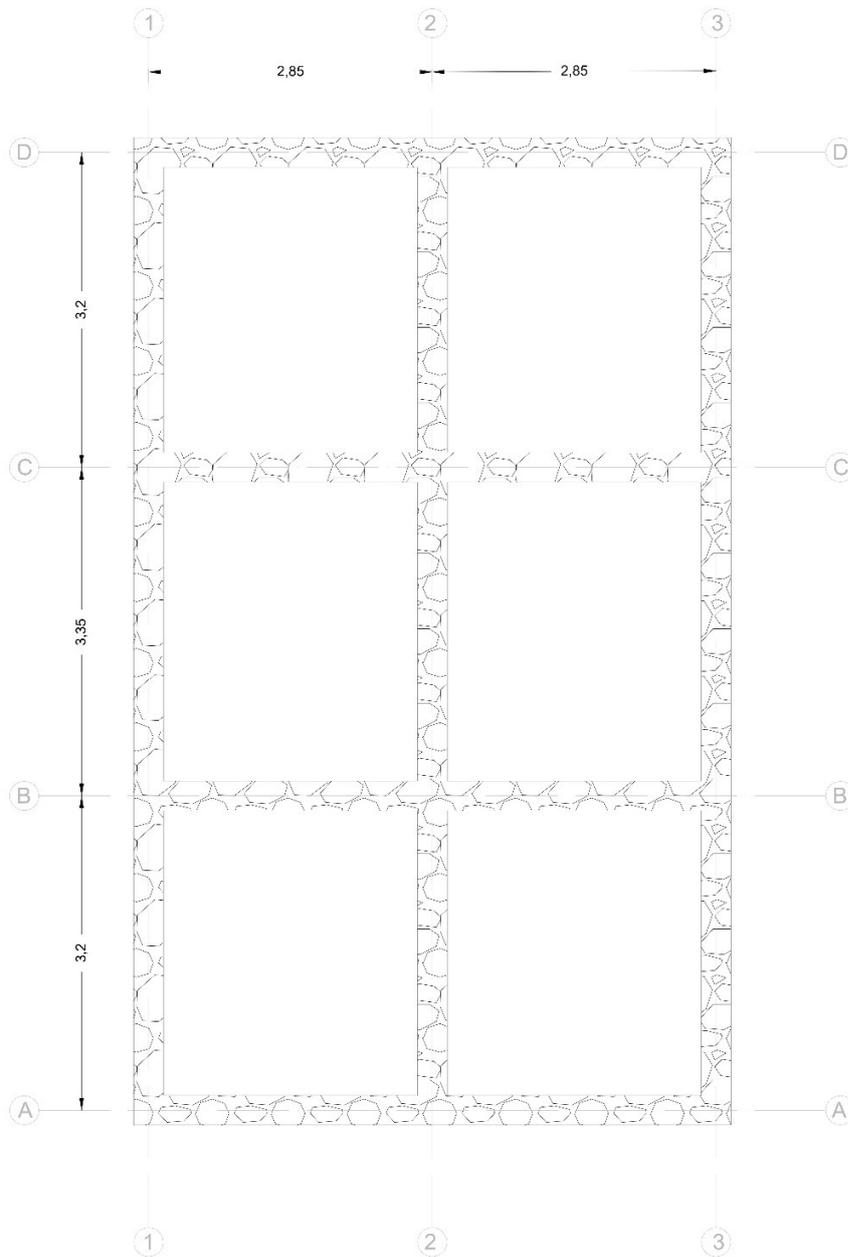
Nota. Elaboración propia

Figura 30. Detalle cimentación muro durapanel



Nota. Elaboración propia

Figura 31. Planta ejes relleno concreto ciclópeo



PLANTA EJES RELLENO CONC. CICLÓPEO  
ESC 1:50

Nota. Elaboración propia

## **8 Análisis y diseño estructural**

### **8.1 Nombre del proyecto**

Vivienda de interés social sostenible.

### **8.2 Localización**

Municipio: Girardot, Cundinamarca

Nivel de amenaza sísmica: Intermedia

### **8.3 Número de pisos**

De acuerdo con el proyecto arquitectónico, la vivienda consta de 1 piso y cubierta

### **8.4 Uso**

La propuesta arquitectónica se establece para uso residencial, por lo cual pertenece al grupo de uso 1. Según la NSR tenemos. (Chivatá, 2013)

*Tabla 6. Valores de Coeficiente de Importancia, I*

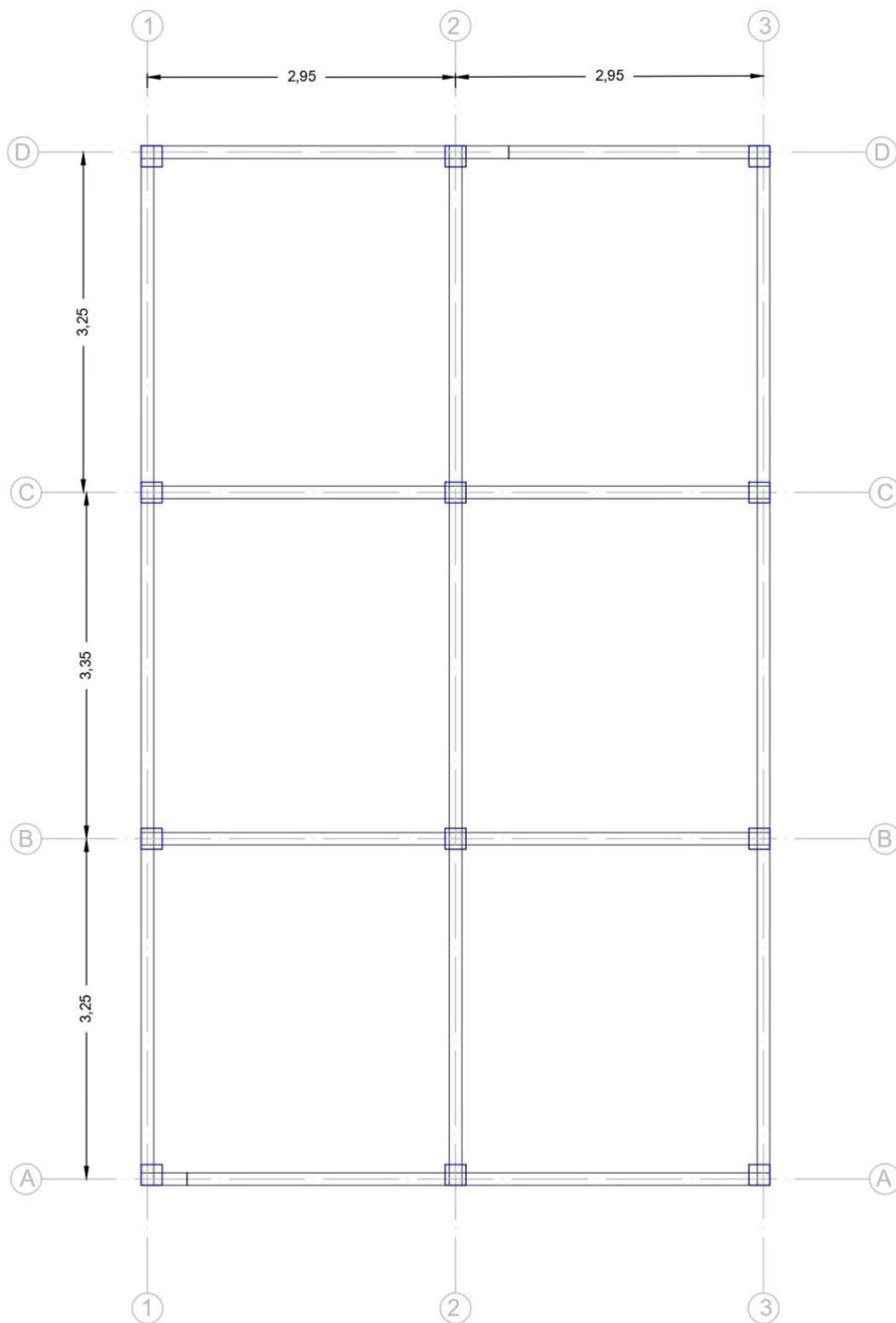
<i>Grupo de uso</i>	<i>Coeficiente de importancia, I</i>
<i>IV</i>	<i>1.50</i>
<i>III</i>	<i>1.25</i>
<i>II</i>	<i>1.10</i>
<i>I</i>	<i>1.00</i>

Nota. Tomado de NSR-10

## **8.5 Descripción del sistema estructural**

Es un sistema estructural, conformado por pórticos de concreto reforzado, vigas y columnas conectadas de manera ortogonal. La siguiente imagen, muestra la posición de las columnas en azul y las vigas aéreas en negro.

Figura 32. Sistema Estructural



PLANTA COLUMNAS Y VIGAS AÉREAS  
ESC 1:50

Nota. Elaboración propia

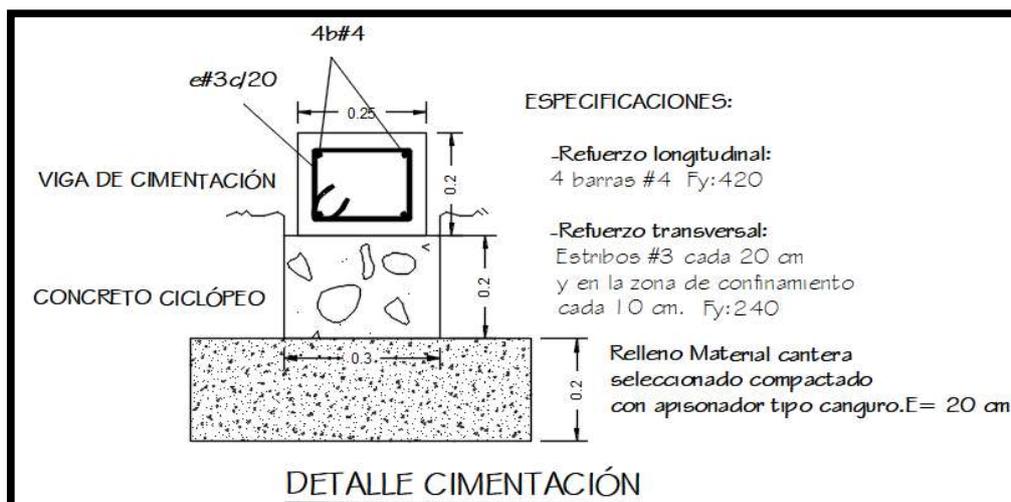
## 8.6 Parámetros del suelo

El terreno es plano y por consiguiente con pendiente menor al 20%, se emplea un sistema que cumple con la NSR-10, en el TITULO E (Casas de 1 y 2 pisos), sistema reticular de vigas, puestas sobre un relleno de concreto ciclópeo. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

### 8.6.1 Sistema de cimentación

- Relleno Material cantera seleccionado, compactado con apisonador tipo canguro,  $E= 20$  cm, sobre el suelo efectivo que se encuentra a 60 cm de profundidad.
- Relleno de concreto ciclópeo de 3000 p.s.i 60%concreto, 40% roca, con sección rectangular de 20 cm de alto x 30 cm de ancho.
- Sistema reticular de vigas de cimentación de concreto de 3500 p.s.i de 20 cm de alta x 25 cm de ancha, reforzada con 4 barras número 4 y estribos número 3.

Figura 33. Detalles de cimentación



Nota. Elaboración propia

## 8.7 Especificaciones de los materiales

Los materiales con los cuales debe llevarse la construcción de la estructura de la vivienda son:

### 8.7.1 Concretos

- Placa de contrapiso  $f'c$ : 21Mpa
- Viga de cimentación  $f'c$ : 24 Mpa
- Concreto ciclópeo  $f'c$ : 21 Mpa 60/40.
- Columnas y vigas aéreas  $f'c$ : 21Mpa

### 8.7.2 Refuerzo

- Barras 4/8"  $f_y = (420 \text{ MPa})$
- Estribos 3/8"  $f_y = (240 \text{ MPa})$
- Malla Electrosoldada  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 (420 \text{ MPa})$

## 8.8 Criterio de diseño

La vivienda esta diseñada para no sufrir daños ante movimientos sísmicos leves, no sufrir daños estructurales, pero si daños en elementos no estructurales con sismos moderados y evitar el colapso y la pérdida de vidas humanas ante sismos fuertes.

## 8.9 Cargas de diseño

### 8.9.1 Cargas muertas.

Tabla 7. Cargas muertas

Cargas muertas	Carga (KN/m <sup>2</sup> )
Baldosa cerámica 20 mm sobre 12 mm de mortero	0.8
Alistado de piso en concreto	0.8
Ecotejado	0.78
Panel solar	0.21
Teja trapezoidal con estructura	0.12
Policarbonato con estructura	0.074
Enchape de muro	0.06
Mampostería bloque de arcilla pañetado ambas caras	1.8
Ventana, vidrio, entramado y marco	0.45
<b>Total</b>	<b>5.094</b>

Nota. Elaboración propia

### 8.9.2 Cargas vivas.

1.8 KN/M<sup>2</sup>

### 8.9.3 Carga total mayorada

Carga última mayorada = 1.2 C.M + 1.6 C. V

Carga última mayorada = 1.2 (5.094 Kn/m<sup>2</sup>) + 1.6 (1.8 Kn/m<sup>2</sup>)

**Carga última: 8.99 KN/M<sup>2</sup>**

## **8.10 Diseño de los elementos estructurales**

### **8.10.1 Dimensión mínima.**

Según la NSR-10, las columnas de confinamiento y las vigas aéreas, deben tener un área mínima de 200 milímetros cuadrados. Las vigas no deben ser más anchas que el espesor del muro. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2010)

### **8.10.2 Refuerzo mínimo.**

#### **8.10.2.1 Columnas.**

##### *8.10.2.1.1 Refuerzo longitudinal*

No debe ser menor de 4 barras N.º 3 o 3 barras N.º 4, para este proyecto se utilizarán 4 barras Nº4

##### *8.10.2.1.2 Refuerzo transversal*

Mínimo Nº2. Los primeros 6 espaciados a 100 mm y luego a 200 mm máximo. Para este proyecto se utilizarán estribos Nº3, espaciados a 100 mm el primer metro y a 200 mm luego de esta zona.

#### **8.10.2.2 Vigas aéreas.**

##### *8.10.2.2.1 Refuerzo longitudinal*

No debe ser menor de 4 barras Nº 3 o 3 barras Nº 4, para este proyecto se utilizarán 4 barras Nº4

#### 8.10.2.2 Refuerzo transversal

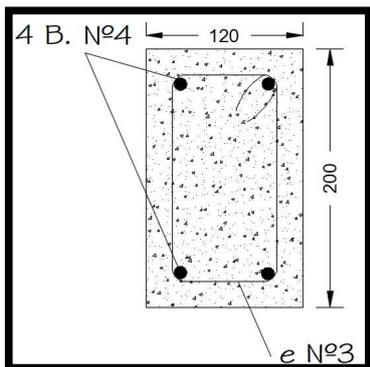
Mínimo N°2. Los primeros 500 mm espaciados a 100 mm y luego a 200 mm máximo. Para este proyecto se utilizarán estribos N°3 espaciados a 100 mm el primer metro y a 200 mm luego de esta zona.

### 8.10.3 Diseño de vigas, columnas y placa de contrapiso.

#### 8.10.3.1 Vigas

Las vigas aéreas tienen una sección transversal de 120 mm de base por 200 mm de altura.

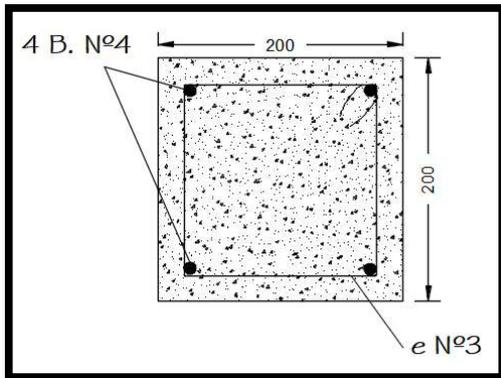
Figura 34. Vigas aéreas



Nota. Elaboración propia

#### 8.10.3.2 Columnas

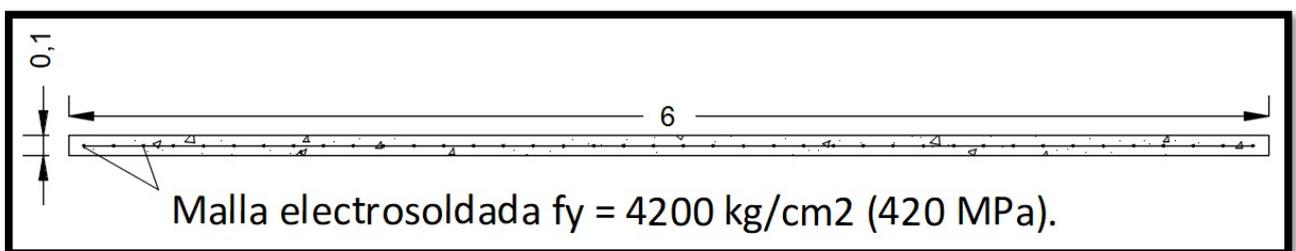
Las columnas tienen una sección transversal de 200 mm por 200 mm.

*Figura 35. Sección transversal columnas*

Nota. Elaboración propia

### 8.10.3.3 Losa de contrapiso

La losa de contrapiso tiene un área de 10 m de larga por 6m de ancha, y un espesor de 0.1 m; está reforzada con malla electrosoldada  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  (420 MPa).

*Figura 36. Despiece losa de contrapiso*

Nota. Elaboración propia

## 7.7 Impactos ambientales y sociales de una edificación sostenible

Empezar diciendo que dentro del sector de la industria, la construcción es la mayor consumidora de recursos naturales, sin dejar por fuera que la industria asociada a

esta actividad es una de las principales causantes de la contaminación atmosférica. Un edificio por ejemplo consume entre el 20 y el 50 % de los recursos físicos según su entorno siendo una de las actividades que más consume materiales, tanto así que por cada metro cuadrado construido se requiere 2 toneladas de insumos, además, el impacto de los actuales edificios, que ocupan cada vez más una mayor parte del territorio, genera un ambiente físico hostil para el desarrollo de las actividades cotidianas de las personas. Muchos de los edificios que creemos modernos tienen atmósferas interiores insalubres y hasta peligrosas para sus ocupantes dando lugar a problemas como el denominado “síndrome del edificio enfermo” (Bautista & Elizalde, 2018)

En las construcciones se realizan una gran inversión para la obtención de materiales que deben de cumplir los procesos físicos y químicos para obtener las características necesarias de resistencia y soporte para una estructura de una edificación. Se puede observar que la obtención y distribución de estos materiales puede ser la actividad que está generando mayor cantidad de impactos negativos al medio ambiente y eso perjudica a la calidad de vida de los usuarios, por eso uno de los pilares de las construcciones sostenibles es implementar la utilización de materiales amigables con el medio ambiente, se puede generar una larga vida útil para esta obtención se debe de requerir un consumo de energía menor ya que el manejo de materiales convencionales.

Figura 37. Instituciones estatales y manejo ambiental



Nota. Recuperado de “El sector de la construcción y el medio ambiente” el 01-05-2020

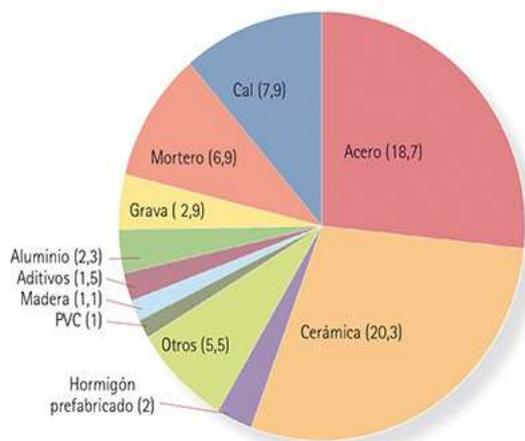
## 7.8 Criterios de sostenibilidad

Los criterios de sostenibilidad con lleva a una utilización racional de recursos naturales que disponen para las construcciones, los principios de sostenibilidad con llevan a una conservación de recursos naturales y una maximización en la reutilización de recursos a si como una reducción de energía y agua global a las construcciones de edificaciones y a si su utilización durante su funcionamiento, se debe de aprender de los errores y no se pueden volver a cometer antes de dar continuidad a los aciertos, esto se puede que todos poniendo de su parte se puede minimizar los impactos nocivos, a si se debe de considerar la vivienda recuperando el concepto de una ciudad prospera y cohesionada con esto se puede mejorar una integración en el territorio y el medio natural se reduzca su impacto ambiental,

se debe de tener en cuenta que la calidad en la edificación es la clave para mejorar las condiciones medio ambientales y a si poder ahorrar recursos como la energía , el agua , y los materiales como lo indica los sistemas sostenibles que indiquen el concepto global de calidad.

La construcción sostenible debe de tener en cuenta los efectos de una edificación que producirá en las personas que viven en estas construcciones para a si poder concientizar con una serie de principios como son la conservación de recursos ( materiales,agua,energía) se tiene un principio de las tres que seria reciclar-re-usar-recuperar. Esto se debe a un analisis a la gestión del ciclo de vida de las materias primas utilizadas esto con el objetivo de reducir la generación de residuos y de emisiones, uso racional de energía-uso racional del agua-incremento de la calidad y salud de vida para el usuario.

*Figura 38. Contribución de los materiales necesarios para la construcción de 1 m sobre las emisiones de CO2*



Nota. Recuperado de Cuchi A,Wadel G, Lopez (2007) EL 10-05-2020

## 7.9 Minimizar el impacto

En cuanto a minimizar el impacto es una estrategia optima para a si poder

minimizar el impacto ambiental es obtener y utilizar soluciones que disminuyan de manera equilibrada los efectos que los materiales producen sobre el medio ambiente esto quiere decir que tiene que ver con el consumo de energía para producirlo y instalarlos aquellos residuos que generan cuando se fabrican y proceden a instalar en obra con lleva a una contaminación directa e indirecta como pueden ser Re-uso en algunos edificios pueden existir cuando se realiza demoliciones o grandes reformas, puede resultar razonable algunos elementos que son: cimentación y estructura, cubierta y fachada, falsos techo, se pueden enviar a recuperar o reciclar los residuos generados por la construcción como: madera, ladrillo y bloque, metales, papel o cartón.

También se pueden elegir materiales que puedan ser restaurados como: paneles de madera, puertas y marcos de madera por otra parte también se pueden elegir materiales que tengan contenidos de reciclaje de post-consumidor o post-industrial como: yeso, cartón, paneles solares, acero hormigón, podemos saber que también se pueden elegir materiales de origen local o regional que este dentro de un radio razonable desde el punto de la obra con el beneficio del término de costo del transporte a lo que se refiere son a las emisiones de CO<sub>2</sub>, se debe de elegir para una construcción sostenible materiales que sean rápidamente renovables como el corcho, bambú, vinilo, se puede elegir productos de madera que procedan certificadas como explotación sostenible elegir aislantes sin compuestos orgánicos volátiles , y protección contra la radiación solar en fachadas y cubiertas el empleo de la luz natural para disminuir el uso de la electricidad y utilización de sensores de luz, uso de equipos y electrodomésticos que se han eficientes energéticamente el uso de energía renovables para una parte de la energía consumida por la construcción, solar térmica, fotovoltaica. La instalación de niveles de ventilación este

adecuada al de la ocupación de la construcción,

Se debe de resaltar una construcción sostenible cumpliendo los mínimos estándares de las normas existente emitidas por el gobierno nacional.

### **7.10 Consejos para una vivienda sostenible**

- Es importante un correcto emplazamiento de la vivienda. Evitando zonas industriales de gran contaminación atmosférica, muy ruidosas, cercanas a grandes líneas de alta tensión o cuyo subsuelo esté recorrido por venas de agua subterránea o fallas geológicas. Resulta decisivo el estudio geobiológico de un terreno antes de construir una vivienda. (Gestión verde, 2010)
- La vegetación abundante, tanto en el exterior como en el interior de la casa, permite disminuir los efectos de la contaminación atmosférica, los ruidos, etc. y ayudan al confort térmico, climático y de correcta humedad relativa ambiental. La NASA ha realizado estudios sobre plantas en el interior de los edificios, y se ha observado el efecto descontaminante, al eliminar en pocas horas, en más de un 80%, sustancias tan tóxicas como el benceno y el tricloroetileno. (Catalina, 2013)
- El diseño bioclimático de la vivienda y la correcta orientación solar, es importante para que regule correctamente los cambios climáticos y de temperatura, manteniendo un perfecto confort térmico y ambiental sin gastos energéticos adicionales, al tiempo que se mantiene una correcta renovación del aire, respetando la respiración del edificio por todos sus poros (paredes y techo) y evitando los aislamientos de poro cerrado y las pinturas plastificantes.

- Los materiales de construcción deberían ser lo más naturales y ecológicos posible evitando materiales tóxicos, radiactivos, que generen gases o electricidad estática (como sucede con los plásticos, lacas y fibras sintéticas). Los ladrillos cerámicos, la piedra, la madera, las fibras vegetales, el adobe de tierra y los morteros con abundante cal son preferibles al hormigón armado con mucho hierro, al aluminio, al PVC, o al exceso de cemento y aditivos químico-sintéticos en las construcciones.
- Hay que procurar que las pinturas que sean naturales o al menos no tóxicas o con supuestos efectos alérgicos. Existe en el mercado una amplia gama de pinturas ecológicas. Se recomiendan como las más sanas las pinturas al silicato, por ser totalmente minerales, resistentes al fuego o a la contaminación, lavables, no tóxicas, de gran durabilidad y permitir respirar a las paredes.
- Para el mobiliario y la decoración interior son preferibles la madera y las fibras naturales. Evitar los muebles y maderas aglomeradas con formaldehídos y colas tóxicas, así como tratamientos de protección de la madera que contengan lindano o pentaclorofenos (altamente tóxicos).
- La correcta ventilación permitirá evitar problemas de acumulación en la vivienda de elementos tóxicos o radiactivos (como el gas radón). Incluso en los meses de invierno es importante la correcta ventilación de la vivienda.
- El ahorro energético: electricidad, gas, agua. etc. son premisas indispensables para una casa sana, tanto para sus moradores como para el entorno. El medio ambiente merece un serio y responsable respeto en el que todos debemos colaborar con los granitos de arena, que suponen nuestras acciones personales. (Ramírez, 2009)

Las construcciones tradicionales en el mundo generan un gran impacto ambiental debido al mal manejo que se les da a las materias primas en construcción y operación de las edificaciones por tal motivo esto genera emisiones de CO<sub>2</sub> y gases de efecto invernadero . según estudios del concejo colombiano de construcción sostenible los impactos de las edificaciones tradicionales a nivel mundial representan:

Figura 39. Impacto de las construcciones sostenibles a nivel mundial



Nota. Recuperado de Consejo colombiano de construcciones sostenibles, 2020

Según estudios realizados por el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), los beneficios ambientales más importantes de la construcción de edificaciones sustentables son

Figura 40. Beneficios ambientales de construcciones sostenibles



Nota. Recuperado de Consejo de construcción sostenible

En el proyecto de vivienda de interés social sostenible ( VISS ) se puede demostrar que el tipo de materiales generados con esta construcción como el durapanel y el techo verde esta generando un menor impacto ambiental por su reducción de energía y la producción y el montaje de construcción, en el diseños en el cual se basa la vivienda de interés social sostenible ( VISS ) tiene un diseño constructivo y bioclimático sustentable en la cual se identifica la eficiencia y utilización de los vientos y aprovechamiento de la luz natural.

#### **7.11 Costos financieros de una edificación sostenible respecto a una construcción de vivienda tradicional**

En la mayoría de sus veces hay creencias de construir edificaciones sustentables o sostenibles resulta más costoso que construir una vivienda tradicional, este dilema debe de contribuir en varios factores pues se tiene conocimiento que edificaciones sostenibles tienen el mismo valor o en ocasiones el valor es menor que una edificación tradicional. El sistema de construcción sostenible nos permite ser más eficaz esto se debe a que los recursos de sistemas eléctricos, de agua, mecánicos y estructurales según Rick Fredizzi presidente GBC en su investigación las construcciones sostenibles permiten ahorrar los sistemas básicos

Y recursos económicos esto permite una gran oportunidad de negocio.

Figura 41. Presupuesto Comparativo entre Vivienda Sostenible y Tradicional

		<b>ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL SOSTENIBLE EN LA CIUDAD DE GIRARDOT (CUNDINAMARCA).</b>				
PRESUPUESTO						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VALOR UNITARIO (MANO DE OBRA INCLUIDA)	VALOR TOTAL	
VIS SOSTENIBLE						
<b>NOTA:</b> Dentro de este presupuesto los items de sostenibilidad de la vivienda, estan con celda de fondo amarillo.						
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES.</b>	<b>COSTO TOTAL PRELIMINARES</b>			<b>\$</b>	<b>870.000,00</b>
1,01	Localización y replanteo	m2	60	\$ 4.500,00	\$	270.000,00
1,02	Descapote y limpieza	m2	60	\$ 10.000,00	\$	600.000,00
<b>2</b>	<b>EXCAVACIONES</b>	<b>COSTO TOTAL EXCAVACIONES</b>			<b>\$</b>	<b>288.000,00</b>
2,01	Excavacion mecánica e: 40cm	m3	24	\$ 12.000,00	\$	288.000,00
<b>3</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>	<b>COSTO TOTAL CIMENTACION</b>			<b>\$</b>	<b>1.573.200,00</b>
3,01	Relleno Material cantera seleccionado compactado con apisonador tipo canguro.E= 20 cm	m3	8,8	\$ 70.000,00	\$	613.200,00
3,02	Retiro, Cargue, transporte y disposición final de material sobrante en sitio autorizado.	m3	24	\$ 40.000,00	\$	960.000,00
<b>4</b>	<b>ESTRUCTURA DE CIMENTACIÓN Y CONTRAPISO</b>	<b>COSTO TOTAL ESTRUCTURA C Y C</b>			<b>\$</b>	<b>8.148.000,00</b>
4,01	Concreto ciclópeo 3000 para cimiento debajo viga de amarre.	m3	3,24	\$ 450.000,00	\$	1.458.000,00
4,02	Concreto viga de cimentación sección rectangular 21,1 Mpa	m3	2,7	\$ 700.000,00	\$	1.890.000,00
4,02	Losa maciza contrapiso 21 Mpa e: 10 cm	m2	60	\$ 80.000,00	\$	4.800.000,00
<b>5</b>	<b>SISTEMA MURARIO DURAPANEL</b>	<b>COSTO TOTAL SISTEMA DURAPANEL</b>			<b>\$</b>	<b>9.063.000,00</b>
5,01	Muros estructurales en poliestireno expandido, PSME 70.	m2	93	\$ 40.000,00	\$	3.720.000,00
5,02	Malla de refuerzo y adecuación vanos puertas y ventanas.	m2	14	\$ 35.000,00	\$	490.000,00

5,03	Pañete liso muros.	m2	93	\$ 14.000,00	\$ 1.302.000,00
5,04	Pintura vinilo tipo 2 a 3 manos	m2	93	\$ 12.000,00	\$ 1.116.000,00
5,05	Malla ortogonal de refuerzo para muros.	m2	93	\$ 20.000,00	\$ 1.860.000,00
5,06	Suministro e instalación cenefa pared varios diseños (Incluye Incluye adhesivo base cemento para enchape y enboquillada)	MI	3	\$ 25.000,00	\$ 75.000,00
6,03	Suministro e instalación muro ceramica brillante lisa 20 x 30 cm. (Incluye Incluye adhesivo base cemento para enchape y boquilla)	m2	10	\$ 50.000,00	\$ 500.000,00
<b>6</b>	<b>PISOS</b>			<b>COSTO TOTAL PISOS \$</b>	<b>4.763.832,50</b>
6,01	Alistado de piso con mortero 1:4, e=4 cm	m2	50,83	\$ 25.000,00	\$ 1.270.832,50
6,02	Suministro e instalación de guarda escoba en cerámica o similar h=8 cm, habitación y sala comedor. (Incluye adhesivo base cemento para enchape y boquilla)	mL	52	\$ 10.000,00	\$ 520.000,00
6,03	Suministro e instalación piso ceramica brillante lisa 20 x 30 cm. (Incluye Incluye adhesivo base cemento para enchape y boquilla)	m2	51	\$ 55.000,00	\$ 2.805.000,00
<b>7</b>	<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>			<b>COSTO TOTAL S. HIDROSANITARIO \$</b>	<b>4.044.000,00</b>
7,01	1 Punto hidráulico de 1/2". ( incluye regata), L= 2.5m max.	Un	3	\$ 60.000,00	\$ 180.000,00
7,02	Suministro e instalación registro 1/2"	Un	1	\$ 22.000,00	\$ 22.000,00
7,03	Suministro e Instalación Tuberia PVC P de 1/2"	MI	20	\$ 19.000,00	\$ 380.000,00
7,04	Suministro e instalación Punto de desagüe de 3" o 4". L=2 m max.	Un	28	\$ 63.000,00	\$ 1.764.000,00
7,05	Suministro e instalación tubería PVC S 3" (Incluye accesorios, zanjado y relleno con arena cernida) L= 1.5m max.	MI	22	\$ 42.000,00	\$ 924.000,00
7,06	Suministro e instalación tapa registro 20 X 20 cm	Un	1	\$ 16.000,00	\$ 16.000,00
7,07	Caja de inspección de 80 cm x 80 cm (con tapa)	Un	2	\$ 350.000,00	\$ 700.000,00
7,08	Suministro e instalación rejilla de piso 2"	Un	1	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00
7,09	Suministro e instalación grifería para lavaplatos (Incluye todos los accesorios para el correcto funcionamiento)	Un	1	\$ 48.000,00	\$ 48.000,00
<b>8</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>			<b>COSTO TOTAL I. ELECTRICAS \$</b>	<b>806.000,00</b>
8,01	Suministro e instalación tablero monofásico 4 circuitos (Incluye Caja y Tacos) El registro es instalado por la empresa de energía.	Un	1	\$ 110.000,00	\$ 110.000,00
8,02	Suministro e instalación tubo PVC 1/2" eléctrico con alambre.	MI	35	\$ 12.000,00	\$ 420.000,00
8,03	Suministro e instalación interruptor sencillo	Un	7	\$ 13.000,00	\$ 91.000,00
8,04	Suministro e instalación interruptor: (doble, interruptor conmutable, salida para toma teléfono, salida toma televisión)	Un	5	\$ 15.000,00	\$ 75.000,00
8,05	Suministro e instalación toma corriente doble estandar	Un	11	\$ 10.000,00	\$ 110.000,00
<b>9</b>	<b>SISTEMA PANELES SOLARES</b>			<b>COSTO TOTAL S. PANELES SOLARES \$</b>	<b>6.287.000,00</b>
9,01	Panel Solar 330w Yingli Solar - Poly	Un	7	\$ 490.000,00	\$ 3.430.000,00
9,02	Regulador MPPT 100V 20A Victron Smart Solar	Un	1	\$ 280.000,00	\$ 729.000,00

9,03	Bateria De Gel 12v 150ah Para Panel Solar Eco Green Tecnologi	Un	1	\$ 1.680.000,00	\$ 1.680.000,00
9,04	Inversor Onda Pura 600w 24v 110v Panel Solar, Energía Solar	Un	1	\$ 448.000,00	\$ 448.000,00
<b>10</b>	<b>CUBIERTA - ECOTEJADO</b>	<b>COSTO TOTAL ECOTEJADO</b>			<b>\$ 4.684.000,00</b>
10,01	Suministro e instalación bajante A.LL, tubería PVC 4" (incluye accesorios)	mL	17	\$ 10.000,00	\$ 170.000,00
10,02	Estructura perfil en tubo rectangular 8x4 de 2mm (para cubierta metálica). Incluye anticorrosivo.	mL	74	\$ 25.000,00	\$ 1.850.000,00
10,03	Teja TRAPEZOIDAL CALIBRE 26 GALVANIZADO	m2	68	\$ 21.000,00	\$ 1.428.000,00
10,05	Instalación policarbonato y estructura	m2	6	\$ 60.000,00	\$ 360.000,00
10,06	Módulo ECOLTEHADO GALOCHA (Incluye vegetación, Modulo ecotelhado, capa antirraíces)	m2	18	\$ 45.000,00	\$ 810.000,00
10,07	Caballote CALIBRE 26 GALVANIZADO	mL	11	\$ 6.000,00	\$ 66.000,00
<b>11</b>	<b>CARPINTERIA METÁLICA Y DE MADERA</b>	<b>COSTO TOTAL CARPINTERIAS</b>			<b>\$ 2.100.000,00</b>
11,01	Suministro e instalación puerta triplex entamborada 0.70-0.80 X 2.00 mts (Incluye hoja, marco, 3 bisagras, cerradura con manija y acabado)	Un	3	\$ 250.000,00	\$ 750.000,00
11,02	Barra cocina madera entamborada 0.50-X 1,50 mts (Incluye hoja, anclaje, acabado) espesor 2,5 cm	Un	1	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00
11,03	Puerta en lámina cold roll calibre 18, (Incluye suministro, marco, hoja, anticorrosivo e instalación)	Un	2	\$ 225.000,00	\$ 450.000,00
11,04	Suministro e instalación ventana, lámina cold roled calibre 16 con anticorrosivo y basculante incluye vidrio 4mm (para las medidas menores de 1,00 M2, se pagará el mismo precio)	Un	4	\$ 200.000,00	\$ 800.000,00
<b>12</b>	<b>VIDRIERIA</b>	<b>COSTO TOTAL VIDRIERIAS</b>			<b>\$ 168.000,00</b>
12,01	Suministro e instalación vidrio incoloro Peldar o similar de 4 mm.	m2	4	\$ 42.000,00	\$ 168.000,00
<b>13</b>	<b>ACCESORIOS</b>	<b>COSTO TOTAL ACCESORIOS</b>			<b>\$ 1.700.000,00</b>
13,01	Suministro e instalación sanitario (Incluye accesorios y transporte)	Un	1	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00
13,02	Suministro e instalación lavamanos + grifería (Incluye accesorios)	Un	1	\$ 170.000,00	\$ 170.000,00
13,03	Suministro e instalación grifería ducha Tipo económica con Mezclador y Monocontrol	Un	1	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00
13,04	Suministro e instalación de lavaplatos 49x37cm; en acero inoxidable, para mezclador. (Incluye kit sifón y rejilla.)	Un	1	\$ 120.000,00	\$ 120.000,00
13,05	Suministro e instalación meson en acero inoxidable 1.20 m con estufa gas 4 puestos, poceta para monocontrol. (Incluye Accesorios)	Un	1	\$ 550.000,00	\$ 550.000,00
13,06	Suministro e instalación lavadero granito de 60 x 50 x 20 cm granito pulido. Incluye desagüe y sifón	Un	1	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00
13,06	Suministro e instalación divisorio en aluminio para baño vidrio templado 5 mm h=1,90 m	Un	1	\$ 430.000,00	\$ 430.000,00
<b>14</b>	<b>HUERTA INTERIOR</b>	<b>COSTO TOTAL HUERTA</b>			<b>\$ 168.000,00</b>

14,01	Capa vegetal (Incluye tierra negra, capa vegetal) e: 7cm	m2	2,4	\$ 70.000,00	\$ 168.000,00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 44.663.032,50</b>
<b>ADMINISTRACIÓN 10%</b>					<b>\$ 4.466.303,25</b>
<b>IMPREVISTOS 2%</b>					<b>\$ 893.260,65</b>
<b>UTILIDAD 7%</b>					<b>\$ 3.126.412,28</b>
<b>IVA SOBRE UTILIDAD 19%</b>					<b>\$ 594.018,33</b>
<b>TOTAL CONSTRUCCIÓN</b>					<b>\$ 53.743.027,01</b>
<b>UNIMINUTO</b>		<b>COSTO TOTAL: 53,743,027,01</b>			<b>FECHA: JUNIO 2020</b>

		<b>PRESUPUESTO COMPARATIVO DE UNA VIVIENDA CONVENCIONAL</b>				
PRESUPUESTO						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VALOR UNITARIO (MANO DE OBRA INCLUIDA)	VALOR UNITARIO ITEM	VALOR TOTAL
<u>VIVIENDA CONVENCIONAL</u>						
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES.</b>	<b>COSTO TOTAL PRELIMINARES</b>			<b>\$ 870.000,00</b>	
1,01	Localización y replanteo	m2	60	\$ 4.500,00	\$ 4.500,00	\$ 270.000,00
1,02	Descapote y limpieza	m2	60	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00	\$ 600.000,00
<b>2</b>	<b>EXCAVACIONES</b>	<b>COSTO TOTAL EXCAVACIONES</b>			<b>\$ 288.000,00</b>	
2,01	Excavacion mecánica e: 40cm	m3	24	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 288.000,00
<b>3</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>	<b>COSTO TOTAL CIMENTACION</b>			<b>\$ 1.573.200,00</b>	
3,01	Relleno Material cantera seleccionado compactado con apisonador tipo canguro.E= 20 cm	m3	8,8	\$ 70.000,00	\$ 70.000,00	\$ 613.200,00
3,02	Retiro, Cargue, transporte y disposición final de material sobrante en sitio autorizado.	m3	24	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00	\$ 960.000,00

<b>4 ESTRUCTURA DE CIMENTACIÓN Y CONTRAPISO</b>		<b>COSTO TOTAL ESTRUCTURA C Y C</b>				<b>\$ 8.148.000,00</b>
4,01	Concreto ciclópeo 3000 para cimientto debajo viga de amarre.	m3	3,24	\$ 450.000,00	\$ 450.000,00	\$ 1.458.000,00
4,02	Concreto viga de cimentación sección rectangular 21,1 Mpa	m3	2,7	\$ 700.000,00	\$ 700.000,00	\$ 1.890.000,00
4,02	Losa maciza contrapiso 21 Mpa e: 10 cm	m2	60	\$ 80.000,00	\$ 80.000,00	\$ 4.800.000,00
<b>4,1</b>	<b>ESTRUCTURA</b>	<b>COSTO TOTAL ESTRUCTURA</b>				<b>\$ 3.308.100,00</b>
4,11	Viga aérea 0,2 x 0,2 concreto de 3000 PSI (Incluye refuerzo 3 Barras N° 4 paralelas y formaleta)	m3	2,1	\$ 985.000,00	\$ 985.000,00	\$ 2.068.500,00
4,12	Columna 0,2 x 0,2 concreto de 3000 PSI (Incluye refuerzo 3 Barras N° 4 y formaleta)	m3	1,2	\$ 1.033.000,00	\$ 1.033.000,00	\$ 1.239.600,00
<b>5</b>	<b>SISTEMA MURARIO</b>	<b>COSTO TOTAL SISTEMA MURARIO</b>				<b>\$ 6.713.000,00</b>
5,01	Muro en bloque N° 5 espesor 12 cm	m2	93	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00	\$ 3.720.000,00
5,03	Pañete liso muros.	m2	93	\$ 14.000,00	\$ 14.000,00	\$ 1.302.000,00
5,04	Pintura vinilo tipo 2 a 3 manos	m2	93	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 1.116.000,00
5,06	Suministro e instalación cenefa pared varios diseños (Incluye Incluye adhesivo base cemento para enchape y enboquillada)	MI	3	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00	\$ 75.000,00
6,03	Suministro e instalación muro ceramica brillante lisa 20 x 30 cm. (Incluye Incluye adhesivo base cemento para enchape y boquilla)	m2	10	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00	\$ 500.000,00
<b>6</b>	<b>PISOS</b>	<b>COSTO TOTAL PISOS</b>				<b>\$ 4.595.832,50</b>
6,01	Alistado de piso con mortero 1:4, e=4 cm	m2	50,83	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00	\$ 1.270.832,50
6,02	Suministro e instalación de guarda escoba en cerámica o similar h=8 cm, habitación y sala comedor. (Incluye adhesivo base cemento para enchape y boquilla)	mL	52	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00	\$ 520.000,00
6,03	Suministro e instalación piso ceramica brillante lisa 20 x 30 cm. (Incluye Incluye adhesivo base cemento para enchape y boquilla)	m2	51	\$ 55.000,00	\$ 55.000,00	\$ 2.805.000,00
<b>7</b>	<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>	<b>COSTO TOTAL S. HIDROSANITARIO</b>				<b>\$ 4.044.000,00</b>
7,01	Punto hidráulico de 1/2". ( incluye regata), L= 2.5m max.	Un	3	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00	\$ 180.000,00
7,02	Suministro e instalación registro 1/2"	Un	1	\$ 22.000,00	\$ 22.000,00	\$ 22.000,00
7,03	Suministro e Instalación Tubería PVC P de 1/2"	MI	20	\$ 19.000,00	\$ 19.000,00	\$ 380.000,00
7,04	Suministro e instalación Punto de desagüe de 3" o 4". L=2 m max.	Un	28	\$ 63.000,00	\$ 63.000,00	\$ 1.764.000,00
7,05	Suministro e instalación tubería PVC S 3" (Incluye accesorios, zanjado y relleno con arena cementada) L= 1.5m max.	MI	22	\$ 42.000,00	\$ 42.000,00	\$ 924.000,00
7,06	Suministro e instalación tapa registro 20 X 20 cm	Un	1	\$ 16.000,00	\$ 16.000,00	\$ 16.000,00
7,07	Caja de inspección de 80 cm x 80 cm (con tapa)	Un	2	\$ 350.000,00	\$ 350.000,00	\$ 700.000,00
7,08	Suministro e instalación rejilla de piso 2"	Un	1	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00
7,09	Suministro e instalación grifería para lavaplatos (Incluye todos los accesorios para el correcto funcionamiento)	Un	1	\$ 48.000,00	\$ 48.000,00	\$ 48.000,00
<b>8</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>	<b>COSTO TOTAL I. ELECTRICAS</b>				<b>\$ 806.000,00</b>
8,01	Suministro e instalación tablero monofásico 4 circuitos (Incluye Caja y Tacos) El registro es instalado por la empresa de energía.	Un	1	\$ 110.000,00	\$ 110.000,00	\$ 110.000,00

8,02	Suministro e instalación tubo PVC 1/2" eléctrico con alambre.	MI	35	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00	\$ 420.000,00
8,03	Suministro e instalación interruptor sencillo	Un	7	\$ 13.000,00	\$ 13.000,00	\$ 91.000,00
8,04	Suministro e instalación interruptor: (doble, interruptor conmutable, salida para toma teléfono, salida toma televisión)	Un	5	\$ 15.000,00	\$ 15.000,00	\$ 75.000,00
8,05	Suministro e instalación toma corriente doble estándar	Un	11	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00	\$ 110.000,00
<b>10</b>	<b>CUBIERTA</b>	<b>COSTO TOTAL CUBIERTA</b>				<b>\$ 3.874.000,00</b>
10,01	Suministro e instalación bajante A.L.L, tubería PVC 4" (incluye accesorios)	mL	17	\$ 10.000,00	\$ 10.000,00	\$ 170.000,00
10,02	Estructura perfil en tubo rectangular 8x4 de 2mm (para cubierta metálica). Incluye anticorrosivo.	mL	74	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00	\$ 1.850.000,00
10,03	Teja TRAPEZOIDAL CALIBRE 26 GALVANIZADO	m2	68	\$ 21.000,00	\$ 21.000,00	\$ 1.428.000,00
10,05	Instalación policarbonato y estructura tubo rectangular 2,5 x 4 m	m2	6	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00	\$ 360.000,00
10,07	Caballote CALIBRE 26 GALVANIZADO	mL	11	\$ 6.000,00	\$ 6.000,00	\$ 66.000,00
<b>11</b>	<b>CARPINTERIA METÁLICA Y DE MADERA</b>	<b>COSTO TOTAL CARPINTERIAS</b>				<b>\$ 2.100.000,00</b>
11,01	Suministro e instalación puerta triplex entamborada 0.70-0.80 X 2.00 mts (Incluye hoja, marco, 3 bisagras, cerradura con manija y acabado)	Un	3	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 750.000,00
11,02	Barra cocina madera entamborada 0.50-X 1,50 mts (Incluye hoja, anclaje, acabado) espesor 2,5 cm	Un	1	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00
11,03	Puerta en lámina cold roll calibre 18, (Incluye suministro, marco, hoja, anticorrosivo e instalación)	Un	2	\$ 225.000,00	\$ 225.000,00	\$ 450.000,00
11,04	Suministro e Instalación ventana, lámina cold roled calibre 16 con anticorrosivo y basculante incluye vidrio 4mm (para las medidas menores de 1,00 M2, se pagará el mismo precio)	Un	4	\$ 200.000,00	\$ 200.000,00	\$ 800.000,00
<b>12</b>	<b>VIDRIERIA</b>	<b>COSTO TOTAL VIDRIERIAS</b>				<b>\$ 168.000,00</b>
12,01	Suministro e instalación vidrio incoloro Peldar o similar de 4 mm.	m2	4	\$ 42.000,00	\$ 42.000,00	\$ 168.000,00
<b>13</b>	<b>ACCESORIOS</b>	<b>COSTO TOTAL ACCESORIOS</b>				<b>\$ 1.800.000,00</b>
13,01	Suministro e instalación sanitario (Incluye accesorios y transporte)	Un	1	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00	\$ 180.000,00
13,02	Suministro e instalación lavamanos + grifería (Incluye accesorios)	Un	1	\$ 170.000,00	\$ 170.000,00	\$ 170.000,00
13,03	Suministro e instalación grifería ducha Tipo económica con Mezclador y Monocontrol	Un	1	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00	\$ 100.000,00
13,04	Suministro e instalación de lavaplatos 49x37cm; en acero inoxidable, para mezclador. (Incluye kit sifón y rejilla.)	Un	1	\$ 120.000,00	\$ 120.000,00	\$ 120.000,00
13,05	Suministro e Instalación meson en acero inoxidable 1.20 m con estufa gas 4 puestos, poceta para monocontrol. (Incluye Accesorios)	Un	1	\$ 550.000,00	\$ 550.000,00	\$ 550.000,00
13,06	Suministro e instalación lavadero granito de 60 x 50 x 20 cm granito pulido. Incluye desagüe y sifón	Un	1	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00	\$ 250.000,00
13,06	Suministro e instalación divisorio en aluminio para baño vidrio templado 5 mm h=1,90 m	Un	1	\$ 430.000,00	\$ 430.000,00	\$ 430.000,00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>						<b>\$ 38.288.132,50</b>

<b>ADMINISTRACIÓN 10%</b>		\$ 3.828.813,25
<b>IMPREVISTOS 2%</b>		\$ 765.762,65
<b>UTILIDAD 7%</b>		\$ 2.680.169,28
<b>IVA SOBRE UTILIDAD 19%</b>		\$ 509.232,16
<b>TOTAL CONSTRUCCIÓN</b>		<b>\$ 46.072.109,84</b>
<b>UNIMINUTO</b>	<b>COSTO TOTAL: 46,072,109,84</b>	<b>FECHA: JUNIO 2020</b>

Nota. Elaboración propia

Las construcciones con sistemas sostenibles tienen un costo entre un 10% y 15% más que una construcción tradicional, sabemos que los costos son un poco más elevados ya que la vivienda de interés social sostenible (VISS) lleva costos adicionales como el ecotejado, paneles solares. . pero en la medida en que se desarrolla el mercado de proveedores, materiales, y profesionales capacitados, se va reduciendo su costo.

Estos sistemas aumentan el valor de los activos entorno a que los sistemas de reciclamiento y almacenamiento que se instalen en la vivienda generaran un ahorro importante a largo plazo, en cuanto a esto mejora la productividad, la satisfacción laboral y optimización del ciclo de la vida económico del proyecto, esto puede traer mayores beneficios para la comunidad como pueden ser mayor salud, mejoramiento del aire, las condiciones térmicas y acústicas y la construcción a la calidad de vida del ocupante.

Las construcciones de edificaciones con una certificación LEED, que es un sistema de certificación conocido internacionalmente que hace una medición desde el punto de vista de indicadores sostenibles esta certificación puede ser costosa y hace que los costos también tengan un aumento considerable.

Cuando en una edificación se toma el sistema de sostenibilidad en paneles solares y LEED tienen más o menos un 30% de ahorro de energía, entre 30% y 50% de agua esto lo

dice el concejo colombiano de construcción sostenible. Ahora si suponemos que una familia en una casa tradicional paga 300 mil pesos de energía y 200 mil pesos de agua, en una vivienda sostenible le tocaría cancelar aproximadamente 120 mil menos de energía y 100 mil de agua este ahorro parece poco pero cuanto equivale a un año a cinco o a nueve este sería un ahorro enorme y beneficiaría a muchas familias que adquieran este tipo de vivienda, las construcciones con sistemas constructivos sostenibles en Colombia es todavía un concepto nuevo y por lo general el gremio de la construcción no esta tan familiarizado con el tema, esto es un obstáculo que bloquea un avance más efectivo y rápido de los proyectos. (Universidad La Gran Colombiana, 2016)

## 9 Conclusiones

- La revisión y análisis de documentos e información disponible en diferentes medios, demostró que en Colombia existen los siguientes métodos de construcción, tapia pisada, madera pernada, cubiertas con vegetación verde, estructuras en bambú o guadua, huertas, y materiales no convencionales, como el durapanel y los paneles o módulos solares. Para este proyecto, se eligieron el durapanel como sistema estructural y murario, ya que ofrece condiciones estructurales seguras ante los movimientos sísmicos intensos, y a la vez, permite el aislamiento termoacústico reduciendo los costos de aislamiento hasta en un 40% , los paneles solares se emplearon también para el ahorro de energía eléctrica, y a la ganancia monetaria a futuro. Como cubierta se optó por un módulo de vegetación verde por su aislamiento térmico y como sostenibilidad alimentaria, se ha elegido el método de huerta interior, por la facilidad y bajo costo de manutención, para la generación de frutos y vegetales.
- Teniendo en cuenta los requisitos relacionados con las áreas debidas, y costos para las viviendas de interés social emanadas por el ministerio de vivienda Colombiano y sus entes gubernamentales, se propone en los diseños arquitectónicos una vivienda de 70 metros cuadrados. Como valor agregado, se incluyen los siguientes elementos que la hacen sostenible: Sistema estructural y murario de durapanel, sistema ecotejado GALOCHA, sistema modular de paneles solares y huerta interior.
- Como ventajas de ahorro de energía, primero se posicionan los muros durapanel, por el aislamiento termoacústico; también los paneles solares por el ahorro del 85% de energía mensual, con relación al uso de energía brindado por la empresa ENEL

codensa, ya que se diferencia del uso y aprovechamiento de la energía solar, con el de la energía hidroeléctrica; y el ecotejado, por el aislamiento térmico y mejoramiento del ambiente climático dentro de la vivienda.

- Como ventajas en la economía de los propietarios y/o habitantes, con el durapanel se obtiene un ahorro hasta del 40% en costos de enfriamiento, con los paneles solares un 85% en el costo mensual por uso de energía eléctrica y con el ecotejado, reduciendo el uso de artefactos de enfriamiento en un 30%.
- Las estadísticas, muestran que la construcción tradicional, por cada metro cuadrado construido, arroja hasta 120 Kg de residuos de construcción, a comparación del tipo de viviendas construidas con tecnologías sostenibles, que tan solo producen el 25% de estos residuos por construcción y demolición (RCD), logrando así una reducción del 75% de RCD y generando menor impacto ambiental por metro cuadrado construido. Por otra parte, la construcción sostenible es amigable con el medio ambiente, pues reduce cerca del 33% de emisiones de efecto invernadero. El ecotejado genera un espacio adicional urbano para la preservación de aves y otras especies.
- El beneficio social es a gran escala, ya que las viviendas sostenibles, reducen la demanda de infraestructuras y servicios municipales, generando así menores cantidades de agua residual, que las viviendas tradicionales. Los tejados verdes, reducen la erosión y por su permeabilidad, aprovechan la precipitación, disminuyendo la escorrentía en las urbes generada por aguas pluviales y también son agente vital para disminuir la polución por gases automovilísticos,

proporcionando un aire descontaminado. La construcción sostenible, rehabilita áreas deterioradas en puntos de las ciudades.

- Con éste estudio, se hace posible, ver la diferencia de costos entre la vivienda convencional y la vivienda sostenible; inicialmente la vivienda sostenible demanda un 13% de sobre costo, pero viene dado hacia el objetivo de la sostenibilidad, ya que en menos de 18 años, con tan solo el ahorro del sistema de paneles solares, se recuperarán los costos de construcción, aparte del ahorro por parte de los sistemas integrados en la vivienda objeto de este estudio.
- Los paneles solares cuentan con una garantía de hasta 30 años, pero con una vida útil de 50 años. Lo que significa que si hay un tiempo de 18 años para generar el dinero del sobre costo de la inversión, restan otros 32 años para adquirir ganancia de los sistemas de esta vivienda, concluyendo así que es una ganancia total construir una vivienda sostenible.

## **10 Recomendaciones**

Cuando se vaya a implementar un tipo de proyecto de esta magnitud es aconsejable que se cuente con el personal idóneo y con mucha experiencia en el tema de sostenibilidad el cual pueda verificar calidad de la construcción, se debe de tener muy en cuenta todas las especificaciones técnicas de construcción de una vivienda sostenible. en el proyecto que se realice se debe de hacer un analices de fondo de la zona o región donde se vaya a implementar para a si realizar sus diseños y estar acorde a lo que se requiera.

## 11 Referencias

- acciona. (2015). *www.acciona.com*. Obtenido de *www.acciona.com*:  
<https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/>
- Alijardín. (s.f.). *www.alijardin.es*. Obtenido de *www.alijardin.es*:  
<https://www.alijardin.es/>
- Arrevol Arquitectos. (s.f.). *www.arrevol.com*. Obtenido de *www.arrevol.com*:  
<https://www.arrevol.com/>
- Asociación Colombina de Ingeniería Sísmica. (2010).
- Bautista, J. D., & Elizalde, N. F. (2018). *repository.udistrital.edu.co*. Obtenido de *repository.udistrital.edu.co*:  
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/15258/1/LoaizaElizaldeNelsonFabian2018.pdf>
- CAMACOL . (s.f.). *www.camacolantioquia.org.co*. Obtenido de *www.camacolantioquia.org.co*: <https://www.camacolantioquia.org.co/>
- Casas, D., & Matiz, L. (2018). Prototipo Eco Futuro. Quibdó, Chocó, Colombia: Universidad Gran colombiana.
- Catalina. (28 de Febrero de 2013). *ECO\_PLANET*. Obtenido de *viveco2013.blogspot.com*: <http://viveco2013.blogspot.com/>
- Celsia. (s.f.). *eficienciaenergetica.celsia.com*. Obtenido de *eficienciaenergetica.celsia.com*: <https://eficienciaenergetica.celsia.com/todo-lo-que-debes-saber-sobre-energia-solar-en-colombia/>
- Certificados Energéticos. (s.f.). *www.certificadosenergeticos.com*. Obtenido de *www.certificadosenergeticos.com*: <https://www.certificadosenergeticos.com/>

- Comisión Europea. (2008). Vivienda Sostenible en Europa. Europa.
- Dow, Azembla, & humanidad, H. p. (2018). Casa Tenjo. Consejo Colombiano de Construcciones Sostenibles.
- EcoHabitar Actualidad. (s.f.). *ecohabitar.org*. Obtenido de *ecohabitar.org*:  
<https://ecohabitar.org/aprovechamiento-de-agua-de-lluvia/>
- Ecoinventos. (2020). *ecoinventos.com*. Obtenido de *ecoinventos.com*:  
<https://ecoinventos.com/>
- Ecotelhado. (s.f.). *www.ecotejado.weebly.com/moacuteduloecotelhado.html* .  
Obtenido de *www.ecotejado.weebly.com/moacuteduloecotelhado.html* :  
[www.ecotejado.weebly.com/moacuteduloecotelhado.html](http://www.ecotejado.weebly.com/moacuteduloecotelhado.html)
- Gestión verde. (2010). *gestionverdeconcepcion.blogspot.com*. Obtenido de *gestionverdeconcepcion.blogspot.com*:  
<http://gestionverdeconcepcion.blogspot.com/2010/03/como-deberia-ser-una-casa-sustentable.html>
- Huertas Familiares o Comunitarias. (s.f.). *www.edu.mec.gub.uy*. Obtenido de *www.edu.mec.gub.uy*: [www.edu.mec.gub.uy/huertas/index.html](http://www.edu.mec.gub.uy/huertas/index.html)
- Industrias Concreto. (2020). *www.industrialconcreto.com*. Obtenido de *www.industrialconcreto.com*:  
<https://www.industrialconcreto.com/durapanel/>
- J., L. (2018). Política nacional de construcción sostenible .
- Lemus, J., & Romero, Y. (2014). Diseño de un prototipo de vivienda sostenible en madera. La Mojona.

- Ministerio de Medio Ambiente. (1997). *www.minambiente.gov.co*. Obtenido de [www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co):  
[https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley\\_0373\\_1997.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0373_1997.pdf)
- Ministerio de Vivienda . (2015). *www.minvivienda.gov.co*. Obtenido de [www.minvivienda.gov.co](http://www.minvivienda.gov.co)
- Ministerio de Vivienda. (2020). *www.minvivienda.gov.co* . Obtenido de [www.minvivienda.gov.co](http://www.minvivienda.gov.co) : [www.minvivienda.gov.co](http://www.minvivienda.gov.co)
- Monroy, J. M. (2014). Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario. 28-29. Colombia: Universidad Católica de Colombia. Recuperado el 2020
- Ramírez, A. (2 de Septiembre de 2009). La construcción sostenible. *issu*, 4. Obtenido de <https://issuu.com/revistainnotec/docs/construccion-sostenible>
- remica. (2016). *remicaserviciosenergeticos.es*. Obtenido de [remicaserviciosenergeticos.es](http://remicaserviciosenergeticos.es): VENTILACION NATURAL  
<https://remicaserviciosenergeticos.es/blog/ventilacion-natural-una-alternativa-sostenible-al-aire-acondicionado/> ( 2016 )
- Sistema Único de Información normativa. (s.f.). Recuperado el 7 de Mayo de 2020
- SUN COLOMBIA. (s.f.). *www.suncolombia.com*. Obtenido de [www.suncolombia.com](http://www.suncolombia.com): <https://www.suncolombia.com/productos-de-energia-solar-paneles-inversores-baterias-controladores/>
- Universidad La Gran Colombiana. (2016). Obtenido de [www.repositorio.ugc.edu.co](http://www.repositorio.ugc.edu.co)
- *www.metropol.gov.co*. (s.f.). Obtenido de [www.metropol.gov.co](http://www.metropol.gov.co):  
<https://www.metropol.gov.co/>

- Yávar, J. (2013). *www.archdaily.co*. Obtenido de *www.archdaily.co*:  
<https://www.archdaily.co/co/02-214460/luz-natural-y-arquitectura-el-legado-que-nos-deja-oscar-niemeyer>
- Zapata, A. (2013). Proyecto de Vivienda de Interés Social Sostenible. La Pintada, Antioquia.
- Delta Volt. (2020). *deltavolt.pe*. Obtenido de *deltavolt.pe*: <https://deltavolt.pe/pv-systems>
- Enel Codensa S.A . (2018). *www.enel.com.co*. Obtenido de *www.enel.com.co*:  
<https://www.enel.com.co/es/personas/tarifas-energia-enel-codensa.html>
- SUNFIELDS EUROPE. (2020). *www.sfe-solar.com*. Obtenido de *www.sfe-solar.com*: <https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/instaladores/cuantas-necesito-casa/#:~:text=%C2%BFCu%C3%A1ntas%20Placas%20Solares%20necesito%20para%20una%20Casa%3F,energ%C3%ADa%20solar%20para%20autoconsumo%20fotovoltaico>.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). *www.idrd.gov.co*. Obtenido de *www.idrd.gov.co*:  
<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/2titulo-b-nsr-100.pdf>
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). *www.idrd.gov.co*. Obtenido de *www.idrd.gov.co*:  
<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/5titulo-e-nsr-100.pdf>

- Chivatá, C. P. (2013). *repository.ucatolica.edu.co*. Obtenido de repository.ucatolica.edu.co:  
[https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1574/1/Dise%C3%B1o\\_estructural\\_PVN\\_Bella-Vista\\_Soacha.pdf](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1574/1/Dise%C3%B1o_estructural_PVN_Bella-Vista_Soacha.pdf)