

**CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES EN COMUNIDADES VULNERABLES:  
CASO DE ESTUDIO MUNICIPIO DE SIBATÉ-CUNDINAMARCA.**

**MARIA CAMILA PADILLA APONTE**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ  
2019**

**CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES EN COMUNIDADES VULNERABLES:  
CASO DE ESTUDIO MUNICIPIO DE SIBATÉ-CUNDINAMARCA.**

**MARIA CAMILA PADILLA APONTE**

**Trabajo de Grado para optar al Título de  
Ingeniera Civil**

**Directora  
Ing. Paula Andrea Villegas González  
Magister en Hidrosistemas  
Candidata a Doctora en Ingeniería**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
BOGOTÁ  
2019**



## Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:  
**Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)**

Para leer el texto completo de la licencia, visita:  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

### Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra  
hacer obras derivadas

### Bajo las condiciones siguientes:



**Atribución** — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



**No Comercial** — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

Ing. PAULA ANDREA VILLEGAS GONZÁLEZ  
Directora de Proyecto

---

Ing.  
Asesor de Proyecto

---

Firma del presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del jurado

Fecha: 28 de octubre de 2019.

## DEDICATORIA

*A Dios, por estar a cada instante conmigo, por darme fortaleza para poder continuar cada día, por regalarme esta bendición tan grande de estudiar Ingeniería Civil y haber llegado hasta este anhelado punto de mi vida.*

*A mi abuelito, Eulogio Aponte Avendaño, por todo su cariño y sus grandes enseñanzas, sé que desde el cielo me cuidas.*

*A mi tía y madre, Elisa Aponte, porque no hay palabras suficientes para agradecer todo lo que siempre me has querido, ayudado y enseñado Dios te bendiga y proteja siempre.*

*A mi madrina, Aleyda Gómez por su guianza y apoyo, por inspirarme a estudiar esta maravillosa profesión.*

*A mi hermana, Paula Buitrago, por estar siempre conmigo y ser un apoyo incondicional.*

*A mi mamá Isabel Aponte y su esposo Gabriel Güiza, por su cariño y apoyo.*

*A mis hermanos, Nicolás, Gabriel y Alicia, todos los sueños y metas se pueden alcanzar.*

*A Juan David, por ser una constante inspiración, Dios te cuide y bendiga siempre.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mi directora de trabajo de grado, La Ing. Paula Andrea Villegas, por su guianza, que junto con su conocimiento y experiencia hicieron posible la realización de este proyecto.*

*A Francisco Javier Gutiérrez Gallego, porque sin su ayuda no hubiera sido posible cumplir este sueño.*

*A Claudia Cepeda, por creer en mí, por su cariño y ayuda en diferentes momentos de mi vida.*

*Al Ing. Carlos Ahumada, por su colaboración, comprensión y paciencia, por aportar con sus conocimientos a mi formación profesional.*

*A la Sra. Teresa Cangrejo y a la Comunidad de la Vereda San Eugenio, por su participación en este proyecto.*

## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN.....</b>	<b>19</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>22</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>24</b>
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	26
<b>2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>29</b>
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	29
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	29
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>31</b>
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	31
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	31
<b>4. ALCANCES Y LIMITACIONES.....</b>	<b>32</b>
4.1. ALCANCES.....	32
4.2. LIMITACIONES.....	32
<b>5. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>33</b>
<b>6. ANTECEDENTES DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.....</b>	<b>37</b>
6.1. EL POTENCIAL DE LOS SISTEMAS DE APOYO A LAS DECISIONES PARA UNA MAYOR SOSTENIBILIDAD Y CONSTRUCCIONES INTELIGENTES.....	37
6.2. DE ASENTAMIENTOS INFORMALES A COMUNIDADES SOSTENIBLES.....	39
6.3. MEJORA DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SOCIALMENTE SOSTENIBLE EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO.....	40
6.4. CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE EN EL SULTANATO DE OMÁN: FACTORES QUE AFECTAN UTILIZACIÓN DE MATERIALES.....	41
6.5. AHORRO DE ENERGÍA Y CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE: EXAMINANDO VENTAJAS DE LA NANOTECNOLOGÍA....	44
6.6. DESDE LAS PRÁCTICAS LOCALES DE CONSTRUCCIÓN HASTA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD: CONSTRUCCIÓN DE RESILIENCIA A TRAVÉS DE LOS RECURSOS EXISTENTES, EL CONOCIMIENTO Y LA EXPERIENCIA...	46
6.7. UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN PARA EL DISEÑO Y ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA RENOVABLE PARA LA COMUNIDAD RURAL SOSTENIBLE.....	48
6.8. MARCO LEGAL.....	49
6.9. METODOLOGÍA.....	51

<b>7. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO Y SELECCIÓN DEL CASO A ANALIZAR</b>	<b>54</b>
7.1. EMBALSE DEL MUÑA.	54
7.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE SIBATÉ	56
<b>8. ANÁLISIS DE LOS VEREDAS ELEGIDAS COMO AQUELLAS QUE SE ENCUENTRAN EN MAYOR CONDICIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA, SOCIAL Y AMBIENTAL EN EL MUNICIPIO DE SIBATE-CUNDINAMARCA.</b>	<b>59</b>
8.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FÍSICA EN CINCO VEREDAS DEL MUNICIPIO DE SIBATÉ	60
8.2. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SOCIAL EN CINCO VEREDAS DEL MUNICIPIO DE SIBATÉ	63
8.3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL EN CINCO VEREDAS DEL MUNICIPIO DE SIBATÉ.	65
<b>9. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS A TRAVES DE LA ENCUESTA APLICADA EN LA VEREDA SAN EUGENIO.</b>	<b>70</b>
9.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA VEREDA SAN EUGENIO.	70
9.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENCUESTA APLICADA PARA EVALUAR LAS CONDICIONES DE VULNERABILIDAD EN LAS VIVIENDAS DE LA VEREDA SAN EUGENIO.	72
<b>10. DIAGNÓSTICO DE TÉCNICAS, TECNOLOGÍAS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE IMPLEMENTADOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN COMUNIDADES VULNERABLES.</b>	<b>110</b>
10.1. DESARROLLO SOSTENIBLE	110
10.2. SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN Y SU EVOLUCION PROGESIVA HACIA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.	112
10.3. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN COMUNIDADES VULNERABLES EN COLOMBIANAS.	113
10.4. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN COMUNIDADES VULNERABLES NIVEL INTERNACIONAL.	123
10.5. TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE UTILIZADAS EN COLOMBIA PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN COMUNIDADES VULNERABLES.	129
10.6. TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE UTILIZADAS A NIVEL INTERNACIONAL PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN COMUNIDADES VULNERABLES.	133
10.7. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE UTILIZADOS EN COLOMBIA PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN COMUNIDADES VULNERABLES.	142
10.8. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE UTILIZADOS A NIVEL INTERNACIONAL PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN COMUNIDADES VULNERABLES.	145
10.9. RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO REALIZADO ACERCA DE TECNICAS, TECNOLOGIAS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE UTILIZADAS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCION EN COMUNIDADES VULNERABLES.	148
<b>11. PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE PARA LA VEREDA SAN EUGENIO.</b>	<b>149</b>



<b>12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>153</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>147</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>155</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Factores que afectan la utilización ineficiente de materiales de construcción sostenibles.....	42
Tabla 2. . Clasificación de los factores que afectan la utilización ineficiente de materiales de construcción sostenibles.....	43
Tabla 3. Ventajas de aplicar nanotecnología.....	45
Tabla 4.Límites de las veredas.....	61
Tabla 5.Superficie total y elevación (msnm) de las veredas.....	61
Tabla 6.Evaluación visual de viviendas en las veredas y servicios públicos con los que cuentan.....	62
Tabla 7.Estado de las vías y sistema de transporte en las veredas.....	63
Tabla 8.Datos de población.....	63
Tabla 9.Escolaridad en el Municipio de Sibaté y distancia de las escuelas rurales.....	64
Tabla 10. Principales actividades económicas en las veredas y niveles de empleo en el Municipio de Sibaté.....	64
Tabla 11.Distancia de las veredas respecto al Embalse del Muña y calidad del aire en las veredas.....	66
Tabla 12.Temperatura en las veredas en periodos secos y de lluvia.....	67
Tabla 13.Geología y vientos en el Municipio de Sibaté y sus veredas.....	67
Tabla 14.Precipitación en el Municipio de Sibaté y sus veredas.....	68
Tabla 15.Recursos Naturales en el Municipio y en las veredas.....	68
Tabla 16.Genero de la población encuestada.....	72
Tabla 17.Tipo de vivienda.....	74
Tabla 18.Periodo de construcción de la vivienda.....	75
Tabla 19.Niveles de la vivienda detallado por vivienda encuestada.....	77
Tabla 20.Características del sistema estructural de las viviendas.....	78
Tabla 21.Características del soporte de placa de entrepiso en cada vivienda.....	80
Tabla 22.Material de la cubierta de las viviendas encuestadas.....	81
Tabla 23.Características del material de la fachada de las viviendas.....	82
Tabla 24.Material de las paredes interiores detallado por viviendas.....	84
Tabla 25.Material de los acabados del piso de la vivienda.....	85
Tabla 26.Construcción de la vivienda con personal profesional.....	86
Tabla 27.Riesgos en las viviendas.....	88
Tabla 28.Percepción del estado de la vivienda.....	89
Tabla 29.Tipo de población.....	91
Tabla 30.Nivel de estudios de la población encuestada.....	91
Tabla 31.Situación laboral actualmente.....	92
Tabla 32.Servicios públicos en la vivienda.....	93
Tabla 33. Detalle del material que utilizan las viviendas para cocinar.....	94
Tabla 34.Ubicación de la vereda en zona de alto riesgo.....	95
Tabla 35.Instituciones en zonas de alto riesgo.....	96
Tabla 36.Conocimiento acerca de cómo actuar ante un desastre natural.....	96
Tabla 37.Material de las vías.....	97
Tabla 38Procesos realizados en la vivienda para aprovechamiento de residuos orgánicos.....	99
Tabla 39.Reciclaje de materiales.....	101

Tabla 40. Protección del medio ambiente. ....	103
Tabla 41. Percepción de riesgos en la vivienda. ....	104
Tabla 42. Factores que afectan la vivienda. ....	106
Tabla 43. Conocimiento acerca del cambio climático. ....	107

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Separador para carril de bicicletas construido en material reciclable.....	27
Imagen 2. Casa moderna en Jarabacoa, Republica Dominicana Llamada RD House y fue diseñada por VASH. ....	28
Imagen 3. Estado inicial del embalse año 2005. ....	55
Imagen 4. Estado final del embalse después de obras de mejoramiento y mitigación año 2006. ....	56
Imagen 5. Mapa de ubicación del Municipio de Sibaté en Colombia. ....	57
Imagen 6. Mapa veredas de Sibaté. ....	59
Imagen 7. Ubicación de las veredas respecto al Embalse del Muña. ....	66
Imagen 8. Mapa ubicación vereda San Eugenio. ....	70
Imagen 9. Deforestación en vereda San Eugenio. ....	71
Imagen 10. Deforestación. ....	71
Imagen 11. Malas prácticas de construcción en la vereda San Eugenio. ....	87
Imagen 12. Error en proceso constructivo-Vereda San Eugenio. ....	87
Imagen 13. Equilibrio entre economía, sociedad y medio ambiente .....	110
Imagen 14. Datos promedio 2017. DANE-GEIH, 20. ....	115
Imagen 15. Metas del Plan Nacional de desarrollo- Trabajo decente, acceso a mercados e ingresos dignos. ....	116
Imagen 16. ODS relacionados con el Trabajo decente, acceso a mercados e ingresos dignos. ....	116
Imagen 17. Cifras de vivienda urbana y rural. DANE 2017 .....	117
Imagen 18. Cantidad de hogares con condiciones de vivienda precaria en el año 2017. ....	117
Imagen 19. ODS relacionados con la vivienda y entornos dignos e incluyentes. ....	118
Imagen 20. Torres en proceso de construcción. ....	119
Imagen 21. Torres finalizadas. ....	119
Imagen 22. Tacurumbi Parque Residencial. ....	120
Imagen 23. Casa Tenjo- exterior. ....	121
Imagen 24. Casa Tenjo-interior. ....	121
Imagen 25. Fachada vivienda-Proyecto Aldeas. ....	122
Imagen 26. Interior de la vivienda-Proyecto Aldeas. ....	123
Imagen 27. Proceso constructivo vivienda. ....	124
Imagen 28. Proceso constructivo vivienda ecológica. ....	124
Imagen 29. Fachada de vivienda ecológica. ....	125
Imagen 30. Estado de las vivienda en Ica Perú-post terremoto. ....	126
Imagen 32. Vivienda construida. ....	127
Imagen 33. Fachada vivienda sustentable-proyecto Ecocasa (México) .....	128
Imagen 34. Herramientas de diseño para estimación del impacto ambiental. ....	129
Imagen 35. Diferencia entre técnica y tecnología. ....	134
Imagen 36. Factores sociales que dinamizan la construcción sostenible. ....	135
Imagen 37. Participación por tipo de construcción 2012-2015. ....	136
Imagen 38. Muro trombe. ....	137
Imagen 39. Granja en tapia protegida en su cara más expuesta por un amplio voladizo. Nord Isère, región de Ródano-Alpes (Francia). ....	138
Imagen 40. Estructura construida a base de Mycelium. ....	139
Imagen 41. Aislante natural en fibra de madera. ....	140
Imagen 42. Canal de saneamiento. ....	141

Imagen 43.Bambú. ....	142
Imagen 44.Pacas de paja en construcción de vivienda. ....	143
Imagen 45.Fachada de vivienda construida en adobe. ....	144
Imagen 46.Construcción de vivienda en madera-Techo Colombia.....	144
Imagen 47.Casa construida con ladrillos de plástico reciclado.....	145
Imagen 48.Etapas del ciclo de vida de un producto. ....	146
Imagen 49.Bloque de Hempcrete.....	147
Imagen 50.Laminas fabricadas en corcho.....	147
Imagen 51.Pintura Ecológica. ....	148

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Figura 1.Participación por género .....	73
Figura 2. Edad población encuestada .....	73
Figura 3.Porcentajes de tipo de vivienda. ....	74
Figura 4. Cantidad de viviendas por periodo de construcción. ....	76
Figura 5.Porcentaje de niveles de las viviendas encuestadas.....	77
Figura 6.Porcentaje de características estructurales de la vivienda. ....	79
Figura 7. Características del soporte de entrepiso. ....	80
Figura 8.Porcentaje de viviendas para los materiales de fachada.....	83
Figura 9.Porcentaje de viviendas construidas con orientación profesional.....	86
Figura 10.Percepción de riesgos en la vivienda asociados a su ubicación.....	89
Figura 11.Percepción del estado de la vivienda. ....	90
Figura 12.Porcentajes de situación laboral actual. ....	92
Figura 13.Entidades del Sistema Nacional del riesgo ubicada en la vereda.....	94
Figura 14.Ruta de transporte en la vereda.....	97
Figura 15.Material de las vías. ....	98
Figura 16.Procesos de aprovechamiento en las viviendas.....	100
Figura 17.Percepción del cuidado del Medio Ambiente.....	103
Figura 18.Riesgos percibidos en cada vivienda. ....	105
Figura 19.Porcentaje de factores que afectan a la vereda. ....	106
Figura 20.Conocimiento en la vivienda acerca del cambio climático. ....	108

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Encuesta diseñada y aplicada. ....	172
Anexo 2. Carta de compromiso con la Comunidad. ....	173
Anexo 3. Registro fotográfico. ....	178
Anexo 4. Modelo tipo de Vivienda Sostenible-Vista Isométrica Alzado. ....	179
Anexo 5. Modelo tipo de Vivienda Sostenible Planta Arquitectónica. ....	180
Anexo 6. Modelo tipo de Vivienda Sostenible –Alzados. ....	181
Anexo 7. Presupuesto. ....	182

## GLOSARIO

- **Ahorro energético:** reducción de la intensidad energética a través de una variación de las actividades que requieren gastos de energía. Puede efectuarse ahorro de energía tomando medidas técnicas, organizativas, institucionales y estructurales, o modificando el procedimiento (Energía, 2017).
- **Aislante térmico:** son los materiales que se colocan en techos, tabiques y muros para evitar que en invierno se escape el calor al exterior y que en verano entre en la casa. Una vivienda bien aislada ahorra energía porque requiere menos calefacción y aire acondicionado. Los materiales aislantes pueden ser de origen vegetal (corcho, fibra de madera, etc.) o sintético (espuma de poliuretano, poliestireno, espumas fenólicas, etc.) (Victoria Gonzalez, 2019).
- **Aislante acústico:** el aislamiento acústico consiste en la aplicación de un conjunto de materiales, técnicas y tecnologías desarrolladas para bloquear o atenuar el nivel sonoro en un determinado espacio, bien sea actuando sobre las paredes, aislamiento de paredes, o sobre las ventanas, doble acristalamiento acústico. En la actualidad se cuenta con materiales ecológicos y naturales, consiguiendo así unos resultados extraordinarios sin perjudicar al medio ambiente (Contreras, 2018).
- **Cambio climático:** variación del estado del clima y/o su variabilidad, que se puede detectar (p. ej., con pruebas estadísticas) a través de los cambios de la media y/o de la variabilidad de estas propiedades, y que se mantiene durante un periodo de tiempo prolongado, generalmente decenios o por más tiempo (Energía, 2017).
- **Certificación leed:** LEED, Leadership in Energy & Environmental Design (Líder en Eficiencia Energética y Diseño Sostenible) es un sistema de evaluación internacional desarrollado por el U.S. Green Building Council para fomentar el desarrollo de edificaciones sustentables y eficientes energéticamente. Fue creado con el objetivo de establecer una guía reconocida para el diseño de edificios “verdes”, otorgando un valor añadido al proyecto y estimulando la edificación sostenible (Structuralia Blog, 2018).
- **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 ecología del entorno donde se construye la edificación (Minvivienda, 2019c).



- **Desarrollo sostenible:** el desarrollo sostenible es un concepto que aparece por primera vez en 1987 con la publicación del Informe Brundtland, que alertaba de las consecuencias medioambientales negativas del desarrollo económico y la globalización y trataba de buscar posibles soluciones a los problemas derivados de la industrialización y el crecimiento de la población. La sostenibilidad es el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social (Acciona, 2019).
- **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** gas que se produce de forma natural y también como subproducto de la combustión de combustibles fósiles o de biomasa, cambios del uso de la tierra o procesos industriales. Es el principal gas de efecto invernadero antropogénico que afecta al equilibrio radiactivo de la Tierra. Además, es el gas que se toma como referencia para medir otros gases de efecto invernadero y, por lo tanto, tiene un potencial de calentamiento mundial de 1 (Energía, 2017).
- **Embalse:** un embalse es un lago artificial o un gran cuerpo de agua dulce del agua. Mucha gente piensa en un depósito como un lago e incluso podrían usar las palabras de manera intercambiable. Sin embargo, la diferencia clave es que los embalses son artificiales y hecho por los seres humanos, mientras que los lagos son cuerpos de agua de origen natural. Los embalses son grandes a la fuerza, ya que tienen que almacenar la suficiente agua para abastecer a núcleos urbanos (Termiser Protecciones, 2019).
- **Energía hidroeléctrica:** energía que se consigue a partir del agua que se desplaza desde un punto a otro situado más abajo y se convierte en energía mecánica por medio de una turbina u otro dispositivo que, o bien se usa directamente para realizar un trabajo mecánico, o bien, con mayor frecuencia, para hacer funcionar un generador que produce electricidad. (Energía, 2017).
- **Energía renovable:** cualquier forma de energía de origen solar, geofísico o biológico que se renueva mediante procesos naturales a un ritmo igual o superior a su tasa de utilización (Energía, 2017).
- **Energía solar:** energía obtenida mediante la captación de la luz o el calor del sol, que se transforma en energía química mediante una fotosíntesis natural o artificial o mediante paneles fotovoltaicos y se convierte directamente en electricidad (Energía, 2017).

- **Energía Eólica:** es la energía que se obtiene del viento. Se trata de un tipo de energía cinética producida por el efecto de las corrientes de aire. Esta energía se puede convertir en electricidad a través de un generador eléctrico. Es una energía renovable, limpia, que no contamina y que ayuda a reemplazar la energía producida a través de los combustibles fósiles (FactorEnergia, 2018).
- **Materiales sostenibles:** en construcción son los que en su elaboración y utilización se ahorre energía, eviten al máximo la contaminación, respeten la salud de los usuarios en y son reciclables. Se considera que es mayor la sostenibilidad de los materiales cuando son de procedencia local y de bajo coste energético (Construible, 2019).
- **Residuos inorgánicos:** la basura inorgánica hace referencia a aquellos desechos cuyo origen no es biológico. Son estos residuos los que pueden resultar muy perjudiciales para el medio ambiente pues al estar elaborados con elementos sintéticos son mucho más difíciles de degradar. Cabe destacar que en muchos casos la basura inorgánica puede ser reutilizada o reciclada. Sin embargo, la otra parte de la basura inorgánica no es reciclable, por lo que el único modo de tratarla para que no perjudique al medio ambiente es confinarla en contenedores adecuados para ella (Moriana, 2018).
- **Residuos orgánicos:** residuos de origen biológico, es decir, que tienen su origen en los seres vivos, o los resultantes de todo el procesamiento de los productos alimenticios. A pesar de que pueden resultar más desagradables a nuestros sentidos, debido a su descomposición, es cierto que son mucho menos problemáticos para el medio ambiente porque son residuos biodegradables y pueden descomponerse sin demasiada dificultad. Es por esta razón por la que suelen ser empleados en la elaboración de abonos o compost utilizados en jardinería (Moriana, 2018).
- **Techos verdes:** también llamados azoteas verdes, se refiere al techo de una casa o edificio cubierto por vegetación. Se caracterizan por el uso directo de la superficie del mismo, la cual es acondiciona para ser un área ajardinada. Dejando de lado las macetas, también se pueden cultivar plantas pequeñas, como arbustos y árboles, sobre el suelo. Los techos verdes sustentables son parte de las tecnologías verdes, que buscan la sostenibilidad y el mejoramiento del ambiente (Paisajismo, 2019).
- **Vivienda Sostenible:** es aquella que aprovecha todos los recursos disponibles en el entorno para reducir el consumo energético y minimizar el impacto ambiental de manera que se conserve el medio en el que se

ha construido(Latam, 2019).

- **Vulnerabilidad:** factor complejo interno de riesgo o sistema que corresponde al grado de exposición a sufrir algún daño por la manifestación de una amenaza específica, ya sea de origen natural o antrópico, debido a su disposición intrínseca de ser dañado. Tienen un carácter multidimensional, el cual se expresa a través de diversas dimensiones: físico, cultural, psico-social, ambiental, económico, político e institucional (Jimdo, 2019).
- **Vulnerabilidad ambiental:** es el grado de resistencia de medio natural y de los seres vivos que conforman un determinado ecosistema, ante la presencia de vulnerabilidad climática. Está relacionada con el deterioro del medio ambiente (calidad del aire, agua y suelo), la deforestación, explotación irracional de los recursos naturales, exposición a contaminantes tóxicos, pérdida de biodiversidad y la ruptura de la auto-reparación del sistema ecológico (Apaza, 2017).
- **Vulnerabilidad física:** la capacidad o propensión de ser dañada que tiene una estructura y funciones del elemento estudio en particular cuando se trata de una persona, edificación o una comunidad. Están relacionados a condiciones específicas y de ubicación de los asentamientos humanos la producción y la infraestructura. Entre las condiciones específicas de estos asentamientos humanos se pueden ejemplificar: el uso de técnicas y materiales de construcción sismo resistentes. Un factor de vulnerabilidad lo constituye la ubicación de los asentamientos humanos sobre laderas. (Katuska Martinez, 2011).
- **Vulnerabilidad social:** entendida como una condición social de riesgo y/o dificultad que inhabilita e invalida, de manera inmediata o en el futuro, a los grupos afectados, en la satisfacción de su bienestar en cuanto a la subsistencia y calidad de vida, en un contexto socio histórico y culturalmente determinado. Las vulnerabilidades de un territorio son producto de prácticas culturales, sociales, económicas, productivas, ambientales y de decisiones políticas erróneas o debilidades administrativas e institucionales que se promueven a través de patrones de desarrollo (Guías Prácticas de Especialización en reducción del Riesgo de Desastres y Desarrollo Local Sostenible). (Jimdo, 2019).

## RESUMEN

La construcción sostenible, representa a nivel mundial la oportunidad para cambiar progresivamente los procesos de construcción que se han utilizado tradicionalmente y que, aunque han permitido la construcción de grandes obras y han aportado al desarrollo económico de los países, han afectado el medio ambiente por los distintos materiales que se utilizan y que requieren de grandes gastos energéticos para su producción, teniendo en cuenta los procesos de explotación de canteras que tienen como objetivo obtener materia prima para la construcción entre ellos arena, arcilla, piedra y arena, sin olvidar los procesos de explotación minera con el fin de obtener petróleo, gas natural entre otros.

Es por esto, que se han desarrollado diferentes técnicas, tecnologías y materiales para construcción sostenible, que permiten crear obras novedosas y que representan beneficios económicos, sociales y sobre todo ambientales, si se tiene en cuenta la problemática que se tiene actualmente del cambio climático derivado de los diferentes procesos industriales y de diversas actividades que las personas realizan cotidianamente, el cambio climático genera daños irreversibles que afectan directamente la calidad de vida de las personas y la diversidad de los ecosistemas.

El proceso de investigación realizado dentro del Semillero Eco Civil, permitió definir los parámetros a tener en cuenta para la realización del proyecto enfocado a la práctica social, por lo cual fue posible identificar la zona de estudio en este caso El Municipio de Sibaté- Cundinamarca el cual se ve afectado por la ubicación del Embalse del Muña allí ,inicialmente se tuvo el propósito de identificar allí cinco veredas que se encontraran en condición de vulnerabilidad física , social y ambiental y después de realizar inspección visual a estos cinco lugares , se eligió a la vereda San Eugenio como el lugar para llevar a cabo este proyecto.

Este trabajo de investigación se realizó en la vereda San Eugenio, contando con el apoyo de la comunidad, fue posible la realización de una encuesta previamente diseñada para evaluar las condiciones de vulnerabilidad física, social y ambiental que se presentan en las viviendas de esta vereda y que afectan la calidad de vida de sus habitantes.

En esta investigación los resultados obtenidos se presentan a través del diseño de un Modelo tipo de vivienda sostenible, en cual se tuvieron en cuenta el aprovechamiento de fuentes de energía renovable que para este diseño es la Energía Eólica, se propone el aprovechamiento responsable el recurso hídrico, razón por la cual se plantea la utilización de un sistema de techo verde autorregulado para la recolección de aguas lluvias que sirvan para utilizar en tres puntos específicos de la vivienda, se propone el aprovechamiento de los residuos inorgánicos como es el plástico derivado de los consumos cotidianos en la vivienda para la producción artesanal de ladrillos de plástico para la construcción de los muros de la vivienda evitando así la utilización de ladrillos de arcilla convencionales

en los que para su producción se requieren altos consumos de energía eléctrica.

Se puede concluir, que el modelo tipo de vivienda sostenible, representa beneficios económicos, sociales y ambientales para la vivienda San Eugenio, debido a que este modelo suple las deficiencias energéticas que se tienen actualmente en la vereda, ayudan al aprovechamiento de los recursos hídricos y se propone disposición final y aprovechamiento correcto de los residuos orgánicos e inorgánicos sembrando en la comunidad hábitos correctos que benefician al medio ambiente y a la salud de la población de esta comunidad.

## ABSTRACT

Sustainable construction, represents worldwide the opportunity to progressively change the construction processes that have been traditionally used and that, although they have allowed the construction of large works and have contributed to the economic development of the countries, have affected the environment by different materials that are used and that require large energy costs for their production, taking into account the quarry exploitation processes that aim to obtain raw material for construction including sand, clay, stone and sand, not forgetting the processes of mining in order to obtain oil, natural gas among others.

That is why, different techniques, technologies and materials for sustainable construction have been developed, which allow the creation of innovative works and that represent economic, social and, above all, environmental benefits, if one takes into account the current problem of derived climate change. of the different industrial processes and of various activities that people carry out daily, climate change generates irreversible damage that directly affects people's quality of life and the diversity of ecosystems.

The research process carried out within the Eco Civil Seedbed, allowed to define the parameters to take into account for the realization of the project focused on social practice, so it was possible to identify the study area in this case The Municipality of Sibaté-Cundinamarca the which is affected by the location of the Muña Reservoir there, initially it was intended to identify there five paths that were in a condition of physical, social and environmental vulnerability and after performing visual inspection of these five places, the San Eugenio village as the place to carry out this project.

This research work was carried out in the San Eugenio village, with the support of the community, it was possible to carry out a survey previously designed to assess the conditions of physical, social and environmental vulnerability that occur in the homes of this village and that affect the quality of life of its inhabitants.

In this investigation, the results obtained are presented through the design of a model type of sustainable housing, in which the use of renewable energy sources that for this design is Wind Energy was taken into account, the responsible use of the water resource is proposed , which is why the use of a self-regulated green roof system for the collection of rainwater that is used to use in three specific points of the house is proposed, the use of inorganic waste is proposed as is the plastic derived from consumption everyday in the house for the handmade production of plastic bricks for the construction of the walls of the house thus avoiding the use of conventional clay bricks in which for its production high consumption of electrical energy is required.

It can be concluded that the type model of sustainable housing represents economic, social and environmental benefits for San Eugenio housing, because this model supplements the energy deficiencies that currently exist in the village, They help the use of water resources and it is proposed final disposal and proper use of orgánico and inorganic waste by platina in the community correct habits that benefit the environment and the Meath of the population of this community.

## 1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación busca identificar las principales problemáticas que afectan la calidad de vida de las personas que viven en condiciones de vulnerabilidad física, social y ambiental, de la vereda elegida a través de un análisis comparativo entre 5 veredas, de allí se eligió a la Vereda San Eugenio como aquella que presenta mayores condiciones de vulnerabilidad física, social y ambiental del Municipio de Sibaté-Cundinamarca, para su desarrollo se realizaron visitas de campo que permitieron conocer detalladamente la condición estructural de las viviendas que habitan estas familias y su relación con la aplicación de tecnologías, técnicas y materiales de construcción sostenible.

Los proyectos de construcción que se realizan en la actualidad deben buscar que desde su diseño se tengan en cuenta los pilares fundamentales en los que se basa la construcción sostenible, los cuales se conocen como pilar económico, social y ambiental; buscando así una interacción positiva entre los proyectos novedosos que aportan al crecimiento de la economía, desarrollo del país, la calidad de vida de las personas que se beneficiaran de la obra y su responsabilidad con el medio ambiente.

Se eligió el Municipio de Sibaté Cundinamarca para el desarrollo de este proyecto debido a las problemáticas ambientales en las que el Municipio se ha visto directamente afectado, ya que allí se ubica frente el embalse del Muña, el cual fue construido por la empresa Energía Eléctrica de Bogotá entre los años 1940 y 1944. Este embalse se construyó con el propósito de tener un almacenamiento de agua para alimentar la planta de generación de energía que funcionaba en El Charquito, en cercanías al Salto del Tequendama (Barbosa, 2013), y debido al bombeo de aguas contaminadas del río Bogotá que llegaron al embalse, se produjo la contaminación de la aguas del Embalse del Muña, y esto desencadenó en malos olores, proliferación de insectos y zancudos que afectaron la salud de las personas de este Municipio. En la actualidad sus habitantes buscan que se haga tratamiento de aguas al embalse para descontaminarlo.

Este documento contiene el desarrollo del trabajo grado para optar al título de Ingeniera Civil, donde se presentan estrategias de construcción sostenible para comunidades vulnerables representadas a través de 3 planos del Modelo tipo de vivienda sostenible diseñada de acuerdo al análisis estadístico de la encuesta realizada en la vereda San Eugenio, donde se identificaron las problemáticas desde el punto de vista físico, social y ambiental que presentan esas familias, y las estrategias diseñadas plantean un modelo que permite mejorar sus condiciones de habitabilidad y así mismo fomentar una cultura de respeto por el medio ambiente y los recursos naturales.



El desarrollo de este documento se realizó a través de 11 capítulos en los cuales se puede detallar que los antecedentes y justificación se muestra la importancia de la construcción sostenible en la actualidad y las estrategias que se han desarrollado a nivel mundial para impulsar su crecimiento. En el capítulo de planteamiento y formulación del problema se realiza la descripción general del Municipio de Sibaté-Cundinamarca, lugar en el cual se desarrollará esta investigación y se describe la problemática debido al Embalse del Muña, en este capítulo se encuentra la pregunta de investigación la cual estuvo enfocada a: ¿El diseño de estrategias de construcción sostenible en la vereda San Eugenio del Municipio de Sibaté, puede mejorar la calidad de vida de las poblaciones vulnerables física, social y ambientalmente?, la que se desarrollara durante la investigación de este proyecto.

Se puede observar en el capítulo 3 los objetivos generales y específicos de este trabajo de investigación, el capítulo de alcances y limitaciones menciona algunos de los factores que influyeron en el desarrollo de este proyecto, en el capítulo de marco teórico Se realizó un proceso de búsqueda de información, utilizando artículos de investigación que se encontraban en las bases de datos de la Universidad Católica de Colombia, con los cuales se tuvo una ampliación de conceptos y conocimiento para el desarrollo de esta investigación, el marco legal permite conocer acerca de algunas normativas colombianas que guían la construcción sostenible, En el capítulo de metodología se definieron de 3 fases en las cuales se describe cómo se van a desarrollar los objetivos.

En el capítulo 6 se encuentra la descripción general de la zona de estudio, en el capítulo 7 se realiza en análisis de las 5 veredas del municipio en el cual se establece al final, cuál de estas veredas es la que se encuentra en mayor condición de vulnerabilidad física, social y ambiental, el capítulo 8 abarca el análisis estadístico que se realizó a la información obtenida a través de la encuesta aplicada en la vereda San Eugenio elegida para evaluar las condiciones de vulnerabilidad física, social y ambiental en las viviendas de esta vereda, para el logro de este capítulo se contó con el apoyo de la comunidad en la respuesta voluntaria y sincera de la encuesta diseñada, en el capítulo 9 se encuentra el diagnóstico realizado sobre técnicas, tecnologías y materiales de construcción sostenible utilizados en Colombia y a nivel internacional para proyectos de construcción en comunidades vulnerables este capítulo permitió ampliar información y obtener conocimientos acerca de los esfuerzos que realiza la industria de la construcción por realizar construcciones ambientalmente sostenibles.

En el capítulo 10 se indican las estrategias de construcción sostenible diseñadas para la vereda san Eugenio, dando respuesta a la pregunta de investigación de este proyecto, indicando que estas estrategias diseñadas y representadas a través de los 3 planos anexos, si pueden mejorar la calidad de vida de las personas en condiciones de vulnerabilidad física social y ambiental, el capítulo final reúne las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron al desarrollar este proyecto de investigación.

## 1.1. JUSTIFICACIÓN

Debido a los problemas de conflicto armado que ha vivido el país, muchas personas han tenido que abandonar sus lugares de origen y desplazarse a las principales ciudades y sus zonas aledañas. Estas víctimas de desplazamiento se ven en la necesidad de vivir en asentamientos informales, conocidos como lugares de invasión social, ubicados en la periferia de las ciudades o municipios de Colombia, lugares en los cuales las personas muchas veces construyen sus viviendas por sus propios medios, estas obras no cuentan con profesionales ni mano de obra calificada para llevarlas a cabo, así mismo estos barrios generalmente no cuentan con sistema de acueducto y alcantarillado y sus habitantes tienen acceso a agua potable comprándola por medio de carro tanques que se encargan de la distribución del líquido en la zona.

Estos asentamientos informales están expuestos a riesgos por deslizamiento y desastres naturales representando un peligro directo para la población, siendo así y por los diferentes factores mencionados anteriormente, es importante que el país se comprometa con mejorar la calidad de vida de estas persona en condición de vulnerabilidad, ya que han sido víctimas del conflicto interno del país y se debe garantizar su bienestar, seguridad y desarrollo personal y profesional mejorando sus condiciones de vida y empezando por su entorno, al fomentar la construcción sostenible en comunidades vulnerables, se está garantizando que estas personas cuenten con viviendas seguras, y ambientalmente sostenibles, sistemas de acueductos y alcantarillados que les permitan tener un vivienda digna y segura.

Al hacer parte del semillero de Investigación EcoCivil de la Universidad católica de Colombia a cargo de la Ingeniera Paula Andrea Villegas González, directora de este trabajo de investigación, se logró conocer acerca de la importancia de la construcción sostenible, y el saneamiento de comunidades, siendo estos dos, las bases fundamentales para definir el tema de investigación para el desarrollo de este trabajo.

La construcción sostenible busca a través de sus proyectos desarrollar un balance ambiental, económico y social, en el cual se realice aprovechamiento de los recursos naturales de manera responsable con el medio ambiente. Este tema ha evolucionado debido a la conciencia que se ha generado en el sector de la construcción y la responsabilidad con el ahorro energético y manejo de los recursos hídricos.

Al diseñar proyectos sostenibles, se tienen en cuenta estrategias que permitan mejorar el ahorro de agua durante los procesos constructivos y para cuando la edificación ya sea puesta en funcionamiento. En este marco de ideas, es importante conocer que solo “el 3% del agua a nivel mundial es dulce y solo tenemos el 1% en estado líquido” ((Tendencias, 2016) por lo cual debemos utilizar de manera responsable este recurso renovable que a la vez es limitado y con el cual podemos

generar energía eléctrica a través del diseño de centrales hidroeléctricas.

En las obras, se generan desperdicios de construcción entre ellos escombros, maderas de encofrados, y tubería pvc, generalmente se contrata a un transportador que se encargue de hacer la disposición final de estos residuos inherentes y no peligrosos. Lo que se busca con la construcción sostenible es dar un manejo adecuado en cuanto al ciclo de vida que tienen estos desperdicios ya que por sus propiedades como es el caso del plástico, se pueden crear materiales totalmente reciclables que aporten características de resistencia, como se observa en la Imagen 1 un separador para carril de bicicletas, el cual recibió el premio a mejor segundo producto hecho a base de plástico reciclado en Europa en el año 2011.

*Imagen 1. Separador para carril de bicicletas construido en material reciclable*



*Fuente: (Ecovientos, 2015).*

El ahorro energético en construcción sostenible se plantea desde el diseño de proyecto, buscando reducir el consumo de energía eléctrica, que a su vez genera disminución en las emisiones de dióxido de carbono a la atmosfera, se han desarrollado estrategias que permiten hacer uso más responsable y eficiente de la misma.

Para esto se diseñan proyectos de construcción que se beneficien de la luz natural y se contemple de acuerdo con su ubicación, de donde provienen las corrientes de aire para tener al interior de la estructura ventilación natural. Estas dos estrategias mitigan el impacto ambiental negativo que se genera al medio ambiente y así mismo reduce los costos operacionales en el edificio, ya que al implementar estas estrategias se verá una disminución en las facturas mensuales de energía.

“En estados unidos, el consejo de construcción Verde (US GREEN BUILDING COUNCIL), creo en el año 1998 un sistema de certificación de Edificios Sostenibles, denominado LEED (Leadership in Energy & Environmental Design -Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental)” (Construyored, 2015).

Esta certificación se creó con el fin de incentivar al sector de la construcción para que construyan proyectos sostenibles, en los cuales se implemente uso de energías alternativas, se realice manejo eficiente del agua, y se mejore la calidad del aire al interior de la estructura incentivando al sector de la construcción para que se utilicen materiales que mitiguen el impacto negativo al ambiente, esta certificación es voluntaria y aplica para obras nuevas, o proceso de remodelación y para todo tipo de estructura, ya sea de uso comercial , residencial, hospitalaria o educativa.

Los techos verdes funcionan como sistema que aporta diferentes beneficios a la construcción sostenible, al ser implementados en las estructuras estas se benefician de reducción del consumo de energía del edificio o vivienda, y también son útiles para el aprovechamiento de aguas lluvias, y su construcción es ideal para zonas urbanas susceptibles a la contaminación auditiva ya que funcionan como aislante acústico.

Estos sistemas de techos verdes aportan diferentes beneficios a la construcción sostenible, ya que al ser implementados ayudan a la disminución del consumo de energía al interior de la estructura, funcionan como aislante térmico y acústico, por lo cual son ideal para zonas urbanas que sean sensibles a la contaminación auditiva. Así mismo se pueden utilizar como sistema de drenaje urbano y de aprovechamiento de aguas lluvias través de su captación, también estos techos mejoran la calidad del aire y aportan valor comercial a las estructuras.

Como se observa en la Imagen 2. Una casa en República Dominicana en la que se implementó el sistema de techos verdes ya que se han convertido en aporte novedoso a la construcción sostenible, debido a sus grandes ventajas, ya que pueden utilizarse como huertos urbanos, mejorar la temperatura al interior de las estructuras, prolongar la vida útil del techo, y su capacidad de absorción de agua disminuye el riesgo por inundaciones (Ortiz, 2016).

*Imagen 2. Casa moderna en Jarabacoa, Republica Dominicana Llamada RD House y fue diseñada por VASH.*



*Fuente: (Ortiz, 2016).*

## **2. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Como futuros ingenieros civiles estamos en la capacidad de mejorar la calidad de vida de las personas, basándonos en los pilares fundamentales de la construcción sostenible, que son conocidos como ambiental, económico y social, siendo así los proyectos de construcción deben aportar al crecimiento y desarrollo económico del país implementando en ellos estrategias que reduzcan el uso exagerado de recursos naturales y disminuyan la contaminación ambiental, diseñando estructuras seguras y ambientalmente sostenibles.

“El Municipio de Sibaté se encuentra ubicado a 27 kilómetros al sur de Bogotá y cuenta con una población aproximada de 38.000 habitantes, su temperatura promedio es de 14°C y registra una altura de 2,700 metros sobre el nivel del mar” (Alcaldía Municipal de Sibaté, 2019).

En este municipio se desarrolla la agricultura en la cual sus principales productos son la papa, fresa, arveja y uchuva, también basan su economía en la ganadería y el cultivo de flores para exportación. En este lugar se encuentra el Embalse del Muña, fue “construido en la década del 40 por la empresa Energía de Bogotá para alimentar dos cadenas de generación de energía, con este embalse la capacidad hidráulica total del sistema es de 75 m<sup>3</sup>/s y permite generar 1150 MW” (CAR, 2019).

Al embalse no solo llegan las aguas de los ríos Aguas claras y Muña, también llegan las aguas del río Bogotá las cuales debido a su alto nivel de contaminación desencadenan un problema ambiental y de salubridad pública en el municipio y sus zonas aledañas, esto se generó principalmente al almacenamiento y bombeo estas aguas contaminadas que permitieron la proliferación de moscos, zancudos y malos olores afectando directamente a la población del Municipio de Sibaté.

### **2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

Este trabajo de investigación buscó ubicar en el Municipio de Sibaté la vereda que se encontrara en mayor condición de vulnerabilidad física, social y ambiental, para eso se realizó la búsqueda de veredas del municipio que cumplieran con los objetivos de este proyecto de investigación encontrando que hay deficiencias en general en la utilización de energías renovables y en técnicas de construcción sostenible que permitan ayudar a la mitigación del impacto ambiental. Aún es necesario crear conciencia sobre el mejoramiento de los procesos constructivos, y la implementación de materiales sostenibles respetuosos con el medio ambiente.

Después de realizar el análisis de las 5 veredas, se Eligió a la Vereda San Eugenio en la cual se identificó el tipo de vivienda predominante allí, y las deficiencias en procesos constructivos de las mismas, se evaluó la accesibilidad que se tiene y

cómo afecta la calidad de vida de sus habitantes, se conocieron los servicios públicos con los que cuentan y la manera en la que realizan la disposición final de los desechos generados en la vivienda., y fue posible conocer las principales actividades económicas que se realizan allí actualmente y su historia relacionada con la explotación de canteras que dejó una huella de deforestación en la zona.

Es por esto que la pregunta de investigación estuvo enfocada a: ¿El diseño de estrategias de construcción sostenible en la vereda San Eugenio del Municipio de Sibaté, puede mejorar la calidad de vida de las poblaciones vulnerables física, social y ambientalmente?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar estrategias de construcción sostenible para el barrio del Municipio de Sibaté- Cundinamarca que se encuentre en mayor vulnerabilidad física, social y ambiental.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un análisis de los barrios del Municipio de Sibaté –Cundinamarca que se encuentren en condición de vulnerabilidad física, social y ambiental.
- Hacer un diagnóstico de tecnologías, técnicas y materiales de construcción sostenible que se han implementado a Nivel Nacional e Internacional para proyectos de construcción en barrios vulnerables.
- Generar un esquema en el cual se propongan las estrategias de construcción sostenible para el barrio elegido a través del análisis en el Municipio de Sibaté-Cundinamarca, las cuales serán socializadas con las familias de las viviendas elegidas para realizar el diagnóstico, dando a conocer los resultados del proyecto y los beneficios de la construcción sostenible.

## **4. ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **4.1. ALCANCES**

Este proyecto tuvo como propósito identificar cuáles son las técnicas, tecnologías y materiales de construcción sostenible que se pueden aplicar a la vereda en mayor condición de vulnerabilidad física social y ambiental del Municipio de Sibaté-Cundinamarca, para ello se realizó la búsqueda de información nacional e internacional de la implementación de estas técnicas, que nos permiten tener más conciencia de la responsabilidad que tenemos para diseñar y construir proyectos sostenibles que mejoren las condiciones de vida de la personas, y tengan una interacción positiva con el medio ambiente.

El esquema que se construyó a partir de los resultados de este trabajo de investigación, y servirá como aporte a mejorar los procesos constructivos, implementación de materiales sostenibles, manejo y aprovechamiento de recursos hídricos y energéticos en veredas que se encuentren en condición de vulnerabilidad física, social y ambiental en el Municipio de Sibaté-Cundinamarca y servirá como modelo de implementación en zonas del país que presenten características similares a las del barrio elegido.

### **4.2. LIMITACIONES**

En el desarrollo de esta investigación, la principal limitación que se tuvo fue la posibilidad de recorrer todas las veredas en condición de vulnerabilidad que tiene el Municipio de Sibaté –Cundinamarca. La elección del barrio en condición de vulnerabilidad física, social y ambiental, dependió del manejo correcto de la información obtenida de los censos de población en este municipio y los recorridos y visita a campo que se realizaron a las veredas que se mencionan en el desarrollo de los objetivos de este proyecto.

La segunda limitación es la cantidad de información que se puedo obtener con las entidades de la administración municipal, ya que hay información general para el municipio, pero no toda esta detallada para cada vereda, por lo cual en algunos de los análisis realizados se cuenta con información general.



## 5. MARCO TEÓRICO

Para la elección del lugar de realización del proyecto se hace el comparativo de 5 veredas del Municipio de Sibaté en la cual se realizó una inspección visual y de acuerdo con esta información primaria recolectada en campo, se implementará una metodología cuantitativa de la tabulación y análisis estadístico de información en cuanto los parámetros de vulnerabilidad física, social y ambiental de acuerdo a la definición establecida en el glosario de este proyecto.

Para obtener estos parámetros de evaluación se tendrá en cuenta la inspección visual de las estructuras de las viviendas, servicios públicos con los que cuentan, accesibilidad y estado de las vías, sistemas de transporte, cantidad de habitantes, principales actividades económicas, distancia de cada una de las 5 veredas con respecto al Embalse del Muña, con el fin de establecer cuál es la que cuenta con los mayores niveles de vulnerabilidad física, social y ambiental.

La encuesta que se va a aplicar en la vereda como aquella que se encuentra en mayor condición de vulnerabilidad física, social y ambiental, se enfoca principalmente en una metodología cualitativa en la cual se tienen en cuenta las siguientes variables con el fin de evaluar los tipos de vulnerabilidad en los que se basa este trabajo.

### ➤ **VULNERABILIDAD FISICA**

- Tipo de vivienda.
- Año de construcción de la vivienda.
- Cantidad de niveles de la vivienda.
- Características del sistema estructural de la vivienda.
- Características del soporte de entrepiso.
- Material de la cubierta.
- Material de la fachada.
- Material de los acabados del piso.
- Tipo de construcción- si se realizó con personal capacitado o no.
- Riesgos debido a la ubicación
- Percepción personal de la familia acerca del estado actual de la vivienda.

### ➤ **VULNERABILIDAD SOCIAL**

- Establecer si la familia encuestada pertenece a algún tipo de población como (desplazada, Refugiados, Comunidades indígenas, Persona discapacitada).
- Nivel de estudio de la persona encuestada.
- Situación laboral actual de la persona encuestada.
- Servicios públicos con los que cuenta la vivienda.
- Forma de cocinar los alimentos en la vivienda.
- Entidades del Sistema Nacional de Riesgos ubicada en la vereda.

- Conocimiento de la familia acerca de la ubicación de la vivienda, y si esta se encuentra en zona de alto riesgo.
- Conocimiento acerca de instituciones ubicadas en zona de alto riesgo.
- Información sobre cómo actuar ante un desastre natural
- Rutas del sistema de transporte de la vereda.
- Material de las vías.

➤ **VULNERABILIDAD AMBIENTAL**

- Procesos que se realizan en la vivienda para aprovechamiento de los residuos orgánicos tales como (Compostaje, Biogás, Lombriciario).
- Separación y reciclaje de materiales.
- Percepción de la administración municipal y su compromiso por la protección del medio ambiente.
- Vulnerabilidad de la vivienda frente a los riesgos de incendios forestales, Contaminación de acueducto, temperaturas extremas como frío o calor, Inundaciones, vientos fuertes.
- Percepción de cómo afecta a la vereda el embalse de la muña, teniendo en cuenta los parámetros ambientales como (Zancudos, moscos, malos olores, contaminación de fuentes hídricas, enfermedades respiratorias a nivel general, enfermedades cutáneas a nivel general.
- Conocimiento de la persona encuestada acerca del cambio climático en el mundo.

De acuerdo al concepto de la vivienda sostenible indicado en el glosario y teniendo en cuenta que existen diferentes aspectos que permiten que una vivienda sea clasificada como sostenible, el diseño de estrategias de construcción sostenible de esta investigación se enfoca principalmente en los tres siguientes aspectos:

✓ **Reducción del consumo energético**

Para la reducción del consumo energético, esta investigación tendrá en cuenta el Objetivo 7 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que indica

- Objetivo 7: energía asequible y no contaminante.

“Entre 2000 y 2016, la cantidad de personas con acceso a energía eléctrica aumentó de 78 a 87 por ciento, y el número de personas sin energía bajó a poco menos de mil millones. Sin embargo, a la par con el crecimiento de la población mundial, también lo hará la demanda de energía accesible, y una economía global dependiente de los combustibles fósiles está generando cambios drásticos en nuestro clima. Para alcanzar el ODS7 para 2030, es necesario invertir en fuentes de energía limpia, como la solar, eólica y termal y mejorar la productividad energética”(Undp, 2019a).

De acuerdo con esto, la investigación de este proyecto está enfocada al sistema de generación de energía Eólica, por ser una energía limpia, sostenible, no contaminante, inagotable, y por la importancia y responsabilidad que se tiene para impulsar este tipo de energía en el país.

✓ **Reducción y aprovechamiento del recurso hídrico.**

En la reducción y aprovechamiento del recurso hídrico, la investigación se enfoca en los techos verdes por sus diferentes beneficios que aporta a las viviendas y al medio ambiente, debido a que funcionan como aislantes térmicos, mejoran la calidad del aire, mitiga el riesgo de inundaciones, y es posible recolectar el agua para su posterior aprovechamiento en la vivienda.

✓ **Aprovechamiento de los residuos generados.**

Para el aprovechamiento de los residuos generados, se tendrá en cuenta el Objetivo 12 de los ODS que indica:

➤ **Objetivo 12: Producción y consumo responsable:**

“Para lograr crecimiento económico y desarrollo sostenible, es urgente reducir la huella ecológica mediante un cambio en los métodos de producción y consumo de bienes y recursos. La agricultura es el principal consumidor de agua en el mundo y el riego representa hoy casi el 70% de toda el agua dulce disponible para el consumo humano”(Undp, 2019b).

“La gestión eficiente de los recursos naturales compartidos y la forma en que se eliminan los desechos tóxicos y los contaminantes son vitales para lograr este objetivo. También es importante instar a las industrias, los negocios y los consumidores a reciclar y reducir los desechos, como asimismo apoyar a los países en desarrollo a avanzar hacia patrones sostenibles de consumo para 2030”(Undp, 2019b).

De acuerdo con esto, este proyecto se enfoca en el aprovechamiento de residuos inorgánicos como es el plástico debido a la problemática ambiental que este representa actualmente debido a que su proceso de descomposición dura muchos años y esto afecta a los mares y al medio ambiente el general, por eso es importante diseñar una estrategia que permita la reutilización de este material.

Debido a que este trabajo involucra la participación de la comunidad, es importante establecer que esta investigación estará enfocada al **Diseño centrado en las personas** el cual establece que:

“El Diseño Centrado en el las Personas (DCP) es un proceso y un conjunto de técnicas que se usan para crear soluciones nuevas para el mundo. Estas soluciones

incluyen productos, servicios, espacios, organizaciones y modos de interacción, estas soluciones deben ser factibles, deseables y viables”(Ideo, 2019).

Para esta investigación se utilizará la metodología del DCP, y las soluciones a las que se enfocarán en el diseño y la entrega de productos que para este caso serán planos, un artículo de investigación y un folleto con la información de los resultados del proyecto, estos serán socializados con la comunidad a través de la Junta de acción comunal.

## **6. ANTECEDENTES DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE**

En este capítulo se presenta el estado del arte del proyecto de investigación, para su desarrollo se realizó búsqueda de información sobre el tema de construcciones sostenibles en comunidades vulnerables en las bases de datos de la Universidad Católica de Colombia y en la cual se encontraron artículos de investigación acerca de este tema, se utilizaron ampliar la información, visión y conocimientos que se tienen sobre este la construcción sostenible en comunidades vulnerables.

### **6.1. EL POTENCIAL DE LOS SISTEMAS DE APOYO A LAS DECISIONES PARA UNA MAYOR SOSTENIBILIDAD Y CONSTRUCCIONES INTELIGENTES**

Este artículo fue realizado por Nathalie Labonnote, Christofer Skaara, Petra Rùthera en Leria Portual en el año 2016, y tiene como objetivo exponer una metodología de diseño fundamentada en el rendimiento, la cual es una herramienta estratégica que mejora el desarrollo de los procesos constructivos desde su planeación a través de integrar múltiples conceptos que permiten una mejor planeación y desarrollo de los mismos.

En el desarrollo de procesos constructivos se ha establecido el enfoque prescriptivo, evidenciando que al aplicarlo se obtiene una descripción sencilla de lo que es el proyecto y logrando que este sea fácil de entender y de llevar a cabo. No obstante, este modelo presenta algunas fallas como es que no permite la innovación en procesos de construcción y no ayuda a generar una mejor optimización en cuanto a costos, por eso han estado analizando el diseño basado en el rendimiento como una estrategia que permitiría reemplazar al modelo de enfoque prescriptivo.

El diseño basado en el rendimiento se conoce como herramienta útil que permite desarrollar los proyectos, enfocándose específicamente su lugar de construcción y manteniendo un presupuesto económico que permite desarrollar un modelo constructivo acorde con las necesidades que tiene la población, generando soluciones eficientes y seguras.

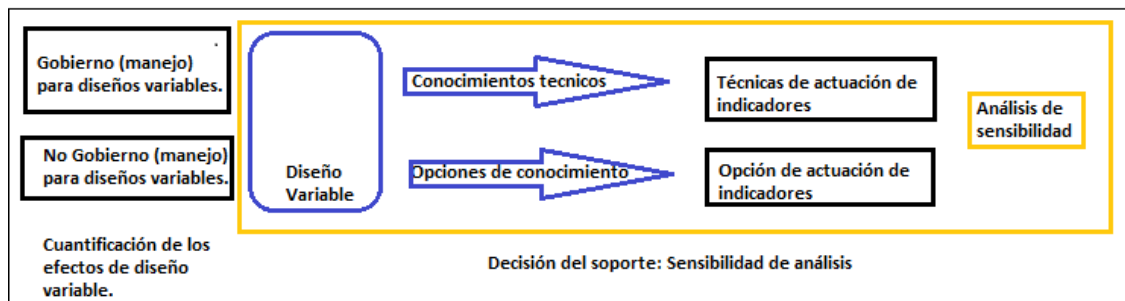
Este modelo está enfocado específicamente a algunos requisitos estructurales, entre ellos el análisis sísmico, análisis de la estructura debido a cargas de viento, adicionalmente “se enfocaron en la parte interna de la estructura y como se puede mejorar su percepción, para esto analizaron la acústica, la seguridad contra incendios, protección de la estructura contra la humedad, calidad del aire al interior del edificio, todos estos factores fueron analizados con el fin de mejorar el rendimiento” (Labonnote, Skaar and Rùther, 2017).

En cuanto a la metodología de diseño enfocada en el rendimiento, se conformó el marco de simulación multiproceso, en el cual se deben establecer las variables de diseño que se consideran más importantes, esto se puede realizar a través del planteamiento de indicadores de rendimiento técnico en el cual se describen todos

los aspectos de carácter estructural del proyecto, entre ellos memorias de cálculos y análisis de cargas. Así como el indicador de desempeño operacional que está más relacionado con el componente de negocio en el cual se establece cuáles serían los costos a nivel social, la huella de carbono y el costo del ciclo de vida. Todos estos procesos se deben incluir en la plataforma ya que es una herramienta que permite detallar aspectos específicos del proyecto y así generar una mejor socialización entre personas que están directamente relacionadas en el proyecto y sus beneficiarios (Labonnote, Skaar and Rütther, 2017).

Como se observa en el Esquema 1 trabajo hacia delante de la sensibilidad del análisis (salida= distinción entre el gobierno y no gobierno de las variables de diseño). Partimos de que los se utilizaron sistemas de diseño variables para gobierno y no gobierno de estos sistemas, este sistema de diseño variable se subdivido en dos ramificaciones, los conocimiento técnico y las opciones de conocimiento, las abren paso a las técnicas de actuación de indicadores y la opción de actuación de indicadores las cuales, estas ramificaciones se unen finalmente para ser sometidas al análisis de sensibilidad del proceso, con el cual se permitirá tomar mejores decisiones al evaluar un proyecto de construcción. Estas plataformas muestran el ciclo de vida de un proyecto en el cual se contempla, las etapas de construcción, producción, mantenimiento, estableciendo variables que permiten la comparación de costos de manera comprensible.

*Esquema 1. Trabajo hacia delante de la sensibilidad del análisis (salida= distinción entre el gobierno y no gobierno de las variables de diseño)*



*Fuente: (Labonnote, Skaar and Rütther, 2017).*

Utilizar estas herramientas en la industria de la construcción permite optimizar procesos constructivos, desde su etapa de diseño, esto será reflejado posteriormente en las etapas de; planificación, ejecución, seguimiento, control y uso de la estructura. La implementación de estos sistemas y herramientas permiten procesar grandes cantidades de datos, en los que se puede incluir el tiempo de vida útil de la estructura, durabilidad, calidad de los materiales con los que fue construida la obra. Así mismo evaluar la economía circular que abarca aspectos de suma importancia como es, disminuir la huella de carbono generada por la industria de la construcción, reutilización de materiales que se generan como residuos en obra,

estos modelos de optimización basados en la metodología de diseño enfocado en el rendimiento, ayuda a la industria de la construcción a optimizar sus procesos, permitiendo evaluar aspectos para incrementar el desarrollo sostenible, aumentar el crecimiento económico, y generar un impacto positivo entre la sociedad, las obras que se construyen y su interacción con el medio ambiente.

## **6.2. DE ASENTAMIENTOS INFORMALES A COMUNIDADES SOSTENIBLES.**

Esta investigación fue realizada por Dina Mamdouh Nasar y Hanan Gamil Ensayad de la Universidad de Alejandría en Egipto en el año 2017, y tiene como propósito realizar una investigación que aborda el crecimiento de su población y a la migración en la época de los años sesenta se empezó a notar un aumento en la cantidad de asentamientos informales generados por diferentes causas. Entre las más importantes se destacan la falta de recursos económicos de las personas que deciden vivir en estos lugares. “Este artículo está basado en el análisis de Houd 10 que es un asentamiento informal en Alejandría, donde fueron investigados tres aspectos elementales: económico, social y ambiental”. (Nassar and Elsayed, 2018).

En la metodología utilizada, se encuentran la creación de mapas estadísticos que permitan comprender el uso que actualmente tiene la tierra. Así mismo realizar estudios a nivel estructural de las viviendas, conocer los servicios básicos y de saneamiento con los que cuenta esta comunidad. Esto se logra a través de la participación de un equipo voluntario e interdisciplinario para abordar los tres aspectos elementales mencionados anteriormente. “Desde el punto de vista ambiental se pudo conocer que la población de Alejandría que vive en zonas informales se encuentra en vulnerabilidad física, ambiental y riesgo ante posibles colapsos de las viviendas en las que habitan debido principalmente a su ubicación. Estas generalmente no tienen accesos a una red de manejo de los residuos sólidos urbanos generados y esto desencadena en contaminación del aire y posteriores afectaciones a la salud de la comunidad” (Nassar and Elsayed, 2018).

El tema de desarrollo sostenible en comunidades vulnerables permite observar como es necesaria la ayuda por parte de profesionales expertos, ya que se debe garantizar calidad de vida a las personas que habitan en estos asentamientos informales. Esto debe permitir la creación de estructuras que brinden la posibilidad de un desarrollo y crecimiento a nivel personal para ellos y así mismo les permita integrarse a las comunidades que cuentan con todos estos servicios. Lo que a futuro representara un crecimiento en el país. Se debe apuntar a crear comunidad sostenible en cuanto a sus estructuras, vías, medios de transporte y garantizar el correcto funcionamiento y acceso a redes de agua potable a través de acueductos y el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos, para no comprometer la salud de las personas y disminuir así mismo la contaminación del aire y de aguas subterráneas.

### **6.3. MEJORA DEL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SOCIALMENTE SOSTENIBLE EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO.**

Esta investigación fue realizada por James Pocock, Carey Steckler y Barbora Hanzalova en Estados Unidos en el año 2016 y tiene como objetivo principal dar a conocer distintos factores por los cuales algunos proyectos sostenibles que se plantean no acaban siendo exitosos. “Se ha contado con la participación de entidades como los Ingenieros sin fronteras de Canadá los cuales diseñaron un proyecto en Ruanda y este no tuvo los mejores resultados debido a la falta de compromiso y de información de la comunidad. La ONG (Organización No Gubernamental) Word Visión realizo perforaciones con el objetivo de encontrar agua potable para la comunidad en una Región de Senegal, pero este proyecto fracaso debido a que el agua encontrada no estaba en óptimas condiciones para su consumo y la comunidad volvió a ingerir agua contaminada” (Pocock, Steckler and Hanzalova, 2016).

Se han realizado diferentes proyectos que buscan ayudar comunidades en vulnerabilidad física, social y ambiental y no han tenido éxito principalmente porque cuando se plantean no están acordes con las capacidades de la población; es decir el proyecto a futuro termina siendo insostenible debido a falta recursos económico para su mantenimiento y desconocimiento de la población de los beneficios.

De acuerdo con esto es importante conocer bien la zona del proyecto, identificar las necesidades de la comunidad para así poder plantear un proyecto que sea sustentable y económicamente viable, contar con la ayuda y participación de la comunidad, tener apoyo financiero para desarrollar el proyecto. Generalmente estos proyectos están enfocados al diseño de suministros de agua. Estos proyectos en su etapa de diseño y planificación deben tener en cuenta los materiales que se van a utilizar ya que deben ser sostenibles y en la medida de lo posible deben ser de la zona, verificar si cumplen con las propiedades adecuadas para ser utilizados.

Teniendo en cuenta estos aspectos que conllevan a que no se culmine de manera exitosa los proyectos de sostenibilidad ambiental, entidades como el Consejo de construcción verde de Estado Unidos avanzó en procesos de calificación y certificación de edificios sostenibles, creando la certificación LEED (Liderazgo en energía y diseño ambiental), “el cual tiene 5 sistemas de calificación y cada uno cuenta con categorías de créditos disponibles que permiten ganar puntos. Los créditos LEED se enfocan en tres aspectos fundamentales: económico, social y ambiental, es utilizado en más de 150 países del mundo y más de 69.000 proyectos han recibido esta certificación” (Pocock, Steckler and Hanzalova, 2016).

Los proyectos de desarrollo sostenible son de vital importancia para ayudar al progreso de una comunidad, es indispensable conocer todos los aspectos que abarca el proyecto, debe existir un interés real y compromiso por parte de la comunidad que se beneficiara, se deben diseñar los proyectos para que sean auto



sostenibles, utilizando materiales que garanticen la seguridad de la estructura y mitigue el impacto negativo al medio ambiente, esto se debe tener en cuenta desde la etapa de diseño para proyectar la estructura de manera que permita aprovechamiento de iluminación y ventilación natural. Todo esto con el fin de generar ahorro energético y construir obras que representen el compromiso de la Ingeniería Civil con la sociedad y el medio ambiente.

#### **6.4. CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE EN EL SULTANATO DE OMÁN: FACTORES QUE AFECTAN UTILIZACIÓN DE MATERIALES**

Esta investigación fue realizada por Sina Safinia, Zamarad Al-Hinai, Hussin A.M Yahia, Mohammed F.M. Abushammala en el año 2017 en el sultano de Omán, país localizado al occidente de Asia. Tuvo como propósito investigar la causa por la cual no se utilizan materiales sostenibles en los proyectos de construcción de este país.

Debido al crecimiento de su población han buscado promover la construcción de edificios sostenibles, pero se evidencia que no se ha logrado este objetivo de manera significativa. Este artículo tiene objetivo dar a conocer los factores que han influido en el hecho de que hasta el momento la construcción sostenible no sea exitosa en Omán. Desde el sector de la construcción, al ejecutar un proyecto de estructura sostenible buscan mejorar la calidad de vida y niveles de productividad a nivel laboral. En este tipo de construcciones generalmente se hace mejor aprovechamiento de energía por lo cual se reducen los consumos, ahorran agua, y se mejora la calidad del aire, debido a esto Omán ha estado dispuesto a implementar estas técnicas de construcción sostenible, ya que con esto se reduce significativamente los impactos negativos que los procesos de construcción tradicionales generan al medio ambiente.

Para el desarrollo de esta investigación fueron utilizados dos métodos, el primero fue indagar en la literatura y el segundo fue aplicar encuestas a “expertos en este sector de la construcción, en las cuales a través de un cuestionario se les pidió que clasificaran factores en el orden que afectaban a la industria. Se realizaron preguntas acerca de su experiencia en el sector de la construcción sostenible y por último debían seleccionar de 1 a 5 (muy bajo, bajo, medio, alto, muy alto) indicar entre las opciones disponibles el nivel por el cual a su criterio la construcción sostenible no ha tenido desarrollo positivo en Omán” (Safinia et al., 2017).

En la Tabla 1 factores que afectan la utilización ineficiente de materiales de construcción sostenibles se relacionan las variables que los investigadores plantearon en la encuesta aplicada para el desarrollo de esta investigación, los cuales indican las posibles causas por las que se ve afectado el uso de materiales en proyectos sostenibles en Omán y con la cual buscan determinar cuáles factores tienen mayor puntuación para así clasificar los factores que afectan el uso de materiales sostenibles en la industria de la construcción.

Tabla 1. Factores que afectan la utilización ineficiente de materiales de construcción sostenibles

CÓDIGOS	FACTORES
F1	<i>Impopularidad del concepto de sostenibilidad dentro de los miembros de la industria de la construcción.</i>
F2	<i>Dificultad y complejidad de trabajar con materiales de construcción sostenibles.</i>
F3	<i>Falta de conocimiento sobre materiales de construcción sostenibles.</i>
F4	<i>Indisponibilidad de materiales sostenibles.</i>
F5	<i>Insuficiencia de políticas alentadoras hacia materiales sostenibles.</i>
F6	<i>Falta de interés e iniciativa de los gobiernos con la utilización de materiales de construcción sostenibles.</i>
F7	<i>Altos costos de materiales de construcción sostenibles.</i>
F8	<i>Cumplimiento insatisfactorio de regulaciones verdes.</i>
F9	<i>Las empresas de construcción deben ser cautelosas para desprenderse de los métodos tradicionales y utilizar materiales sostenibles.</i>
F10	<i>Plantas de reciclaje limitadas.</i>
F11	<i>Experiencia inadecuada de diseñadores y constructores con nuevos materiales y tecnología.</i>
F12	<i>Escasez en la divulgación de materiales sostenibles.</i>
F13	<i>Falta de demanda y cultura de la construcción verde.</i>

Fuente: (Safinia et al., 2017)

En la Tabla 2 se observan los resultados estadísticos de los factores que se utilizaron en la encuesta aplicada y se expone que “el rango entre los 13 factores totales que posiblemente impiden el uso de materiales de construcción sostenibles en la industria de la construcción.

Estos hechos fueron extraídos de la revisión de la literatura y entrevistas con expertos. Los factores 13 y 7 incluyen la media de 3 y superior, mientras que los factores 3,2,11,6,4, 9 están entre 2,9 y 2,5. Factores 5,8,10 y 12. Están en el rango de 2.45 y 2.09. Tres factores siguientes se colocan en la parte superior de la clasificación” (Safinia et al., 2017).

Tabla 2. . Clasificación de los factores que afectan la utilización ineficiente de materiales de construcción sostenibles.

<b>FACTORES</b>	<b>RANGO</b>	<b>MEDIA</b>
F13	1	3.2903
F7	2	3.2742
F3	3	2.8710
F2	4	2.7903
F11	5	2.6935
F6	6	2.6935
F4	7	2.6290
F9	8	2.5645
F5	9	2.4516
F8	10	2.3710
F10	11	2.3387
F12	12	2.1774
F1	13	2.0968

Fuente: (Safinia et al., 2017)

En esta investigación, “el análisis de los datos se realizó a través del software SPSS , dando como resultado que el principal factor de impedimento de la construcción sostenible en Omán es experiencia inadecuada de constructores a la hora de ejecutar sus proyectos con estos materiales (50%),popularidad acerca del concepto de sostenibilidad (29%),escasez de publicidad (22.6%),altos costos de los materiales sostenibles (14.5),falta de demanda y cultura de métodos de construcción verde(12.9%),dificultad a la hora de trabajar con materiales sostenibles (1.6%)” (Safinia et al., 2017).

Como se puede observar, hay una gran intención de implementar métodos de construcción sostenible puesto que debido al desarrollo y crecimiento poblacional sería vital aplicar estas técnicas, pero debido a diversos factores que se destacan en el estudio como son la falta de publicidad y demanda de este tipo de proyectos sostenibles y altos costos no han permitido que se genere crecimiento en este sector de construcción sostenible.

El desarrollo de este tema en Omán representaría un gran beneficio para la comunidad en general y el medio ambiente puesto que siempre se busca mantener la calidad de vida de las personas, realizar obras que sean económicamente viables y reducir los impactos que estas generan al medio ambiente. Al usar materiales ecológicos se puede incrementar la vida útil de la estructura y permitir un mejor aprovechamiento de los recursos. Una propuesta de mejora es crear niveles de responsabilidad social, en los que las partes interesadas tomen más conciencia de

la importancia de construir con materiales sostenibles y exponer el beneficio que este tipo de proyectos aporta para mejorar su calidad de vida y su relación con el entorno.

## **6.5. AHORRO DE ENERGÍA Y CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE: EXAMINANDO VENTAJAS DE LA NANOTECNOLOGÍA**

La investigación fue realizada por Ayodeji E. Okea, Clinton O. Aigbavboa, Kgothatso Semanya en la provincia de Gauteng en Sudáfrica en el año 2017 y tiene como objetivo dar a conocer los beneficios de aplicar nanotecnología en los materiales de construcción que se utilizan diariamente en esta industria. Los materiales son, concreto, acero, vidrio entre otros. De acuerdo con el propósito fundamental de las tecnologías sostenibles que es reducir los impactos negativos que las actividades cotidianas de las personas le generan al medio ambiente. La Industria de la construcción se ha hecho más consciente con implementar el uso de materiales con nanotecnología que permite mejorar las propiedades y garantizan la calidad de los mismos, logrando construir de manera responsable con el medio ambiente y generando estructuras sostenibles.

La nanotecnología es una estrategia que al ser implementada permite reducir las emisiones de carbono. Los materiales que se utilizan tradicionalmente en la construcción pueden ser mejorados con propiedades de nanotecnología, que se ven representados en mejoramiento de su calidad y siempre cumpliendo con el objetivo de mitigar los impactos negativos al medio ambiente. Además, permite promover la construcción de estructuras modernas cumpliendo con estándares de calidad y seguridad.

De acuerdo con esto, se realizó un estudio en Gauteng Sudáfrica, en el cual se reunió a un grupo de 64 profesionales de distintas ramas, que tenían relación y experiencia en el sector de la construcción. A través de una encuesta que estaba dividida en dos partes, la primera indagaba más sobre el profesional y la segunda era un listado de ventajas que se obtenían al aplicar nanotecnología, se buscó identificar la opinión que tenían acerca de este tema e identificar cuál era para ellos según su criterio, el beneficio más importante que se obtenía al usar la nanotecnología en la construcción. “Con un promedio de alrededor de 9 años de experiencia, profesión actual de los encuestados. Reveló que el 13% son arquitectos, el 31% son ingenieros químicos, el 12% son gerentes de proyectos, el 10% son constructores gerentes, 12% de los cuales son ingenieros civiles y 23% de los encuestados son topógrafos de cantidad” (Oke, Aigbavboa and Semanya, 2017).

Como se muestra a continuación, en la Tabla 3 se observa que la segunda parte de la encuesta es una tabla de opción múltiple en la cual se relacionan los beneficios de utilizar la nanotecnología para lograr proyectos sostenibles en la industria de la construcción. En la que de acuerdo a “Una escala Likert de cinco puntos (1 = muy en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = neutro; 4 = de acuerdo; 5 = muy de acuerdo)

fueron adoptados para este aspecto del cuestionario. La escala de Likert fue más lejos empleada para calcular la puntuación media del ítem (MIS) y la desviación estándar (SD), que se utilizaron para determinar y clasificar la importancia de las ventajas de la nanotecnología” (Oke, Aigbavboa and Semenya, 2017).

*Tabla 3. Ventajas de aplicar nanotecnología.*

FACTORES	MIS	SD	R
Mejorar la funcionalidad de los materiales de construcción tradicionales.	4,04	0,79	1
reducir las emisiones de carbono material	3,92	0,74	2
Crear una nueva construcción de material economico.	3,9	0,87	3
Aumentar la necesidad de un desarrollo más sostenible.	3,88	0,83	4
Cambiar la construcción en una actividad económica basada en el conocimiento.	3,87	0,88	5
Mejorar los métodos de evaluación de la salud estructural.	3,85	0,91	6
Reducir el consumo de energía.	3,83	0,85	7
Ayudar a abordar los retos de sostenibilidad urbana.	3,79	0,94	8
Minimizar los impactos ambientales de los materiales.	3,79	0,7	9
Introducir materiales más viables económicamente.	3,77	1	10
Introducir materiales para una vida de construcción prolongada.	3,77	0,67	11
Producir una nueva generación de materiales de alto rendimiento	3,77	0,7	12
Introducir materiales con materiales de alto rendimiento.	3,77	0,78	13
Aumentar la durabilidad de la infraestructura.	3,75	0,9	14
Reducir el consumo de materia prima	3,73	0,95	15
Producir materiales emisores con bajo contenido de contaminantes.	3,48	0,77	16
Crear infraestructura sostenible.	3,48	0,7	17

*\*MIS (Puntuación media del elemento), SD (Desviación estándar), Rank (Rango)  
Fuente: (Oke, Aigbavboa and Semenya, 2017)*

Al analizar los datos obtenidos a través de la encuesta que busco conocer la opinión de los profesionales mencionados anteriormente, acerca de los beneficios de aplicar nanotecnología a materiales de construcción, se conoció que “Los resultados revelan que la mejora de la funcionalidad del material de construcción tradicional es la ventaja más importante de la nanotecnología con un elemento medio puntuación (MIS) de 4,44 y una desviación estándar (DE) de 0,79”(Oke, Aigbavboa and Semenya, 2017).

Implementar materiales con esta tecnología, significa para la industria de la construcción generar proyectos más novedosos. De tal manera que se puede disminuir el gasto indiscriminado de consumo de materia prima, reducir los gases emitidos de carbono, mejorar la calidad de los materiales que existen y mejorar la vida útil de la estructura. En general en la encuesta aplicada se ve el reconocimiento positivo que tienen las personas que se desempeñan en este sector, frente a la aplicación de esta tecnología, puesto que significara a nivel mundial un cambio positivo en el mejoramiento de procesos de construcción de manera responsable con la sociedad y el medio ambiente.

Esta industria de la nanotecnología aplicada a la construcción, debe trabajar más en mejorar los costos de sus productos ya que este podría verse como un factor limitante para su crecimiento, al tener mayor cantidad de productos a costos económicamente viables permitan que los proyectos de construcción utilicen materiales con nanotecnología que permitan incrementar la vida útil de la estructura, obtener materiales que aporten mayor resistencia y durabilidad, que emitan menor cantidad de gases efectos invernadero, en general esta industria actualmente debe incentivar más el uso de sus materiales para que así se forme una cultura en la industria de la construcción, consciente de los beneficios que se obtienen al utilizar estos materiales, y como representa un avance positivo en la manera en que se construye actualmente.

#### **6.6. DESDE LAS PRÁCTICAS LOCALES DE CONSTRUCCIÓN HASTA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD: CONSTRUCCIÓN DE RESILIENCIA A TRAVÉS DE LOS RECURSOS EXISTENTES, EL CONOCIMIENTO Y LA EXPERIENCIA.**

Esta investigación fue realizada por los Ingenieros Oliver Molesa y Ratan Kumar, la Dra Annalisa Caimia, los profesores Mohammad Shariful Islamb y Tahsin Reza Hossainb pertenecientes al programa de Ingeniería Civil de la Universidad de Ingeniería y tecnología de Blangladesh, en Dhaka, Bangladesh y fue expuesta en “la 4ta Conferencia Internacional sobre Construyendo Resiliencia, 8-10 de septiembre de 2014, Salford Quays, Reino Unido” (Moles *et al.*, 2014) y tiene como objetivo la construcción de un modelo de vivienda que permita reducir que estas estructuras sean más resistentes ante el escurrimiento de un desastre natural; así mismo trabaja en el mejoramiento de las viviendas ya construidas para aumentar su capacidad de respuesta y disipación de energía.

El proyecto se desarrolló en Blangadesh, debido a que es un país vulnerable a la ocurrencia de fenómenos naturales por su geografía, entre ellos se encuentran tornados, terremotos, remociones en masa, ciclones, sequias, e inundaciones. Debido a esta problemática, esta investigación indica que el proyecto se ha desarrollado desde 1970 y en el año 2014 se encontraba vigente.

La metodología utilizada para llevar a cabo el proyecto está basada en 3 enfoques diferentes, el participativo, iterativo y metodológico. El enfoque participativo consistió en realizar una reunión con la comunidad con el fin de explicar el proyecto y así tener la aceptación, apoyo y participación de la comunidad en el mismo. Con la ayuda de la comunidad se eligieron beneficiarios del proyecto que son personas en su mayoría de escasos recursos.

Posteriormente, se realizó una encuesta en las viviendas de los beneficiaros para evaluar condiciones de habitabilidad, recursos de la vivienda, entre otros factores que permitieron obtener información sobre tipologías de las viviendas encuestadas, los materiales, el sistema constructivo la cultura de las personas al momento de

construir sus viviendas. En la mayoría de la construcción de estas viviendas, no se contó con la participación de ningún ingeniero o arquitecto lo que indica que no se realizaron de acuerdo con las normatividades vigentes.

Luego de obtener esta información, se realiza el diseño del prototipo de vivienda, utilizando técnicas que le permitan una mayor estabilidad y resistencia para poder enfrentar fenómenos naturales. Este modelo se socializa con la comunidad obtener su opinión acerca del diseño, después se realiza la construcción de la vivienda capacitando la mano de obra local que llevaría a cabo la ejecución de la obra.

En el mejoramiento de las viviendas ya existentes las personas asisten a capacitaciones que les permiten aprender acerca de buenas prácticas de construcción y la importancia de los elementos estructurales de las viviendas.

El enfoque iterativo permite que estos proyectos se puedan desarrollar desde su planeación e implementación como proyecto piloto, seguida de la etapa de consolidación, posterior socialización y difusión, que se encuentran en constante control y evaluación.

El enfoque metodológico permitió realizar el análisis de la cultura de la población, para así diseñar y construir prototipos de vivienda que incluyeron la utilización de materia prima y recursos de la zona y la mano artesanal de la zona con previa capacitación. Con esto se logró impacto económico en el lugar de desarrollo del proyecto.

Este proyecto también involucró a estudiantes de Universidad para que conocieran la realidad de la comunidad y pudieran desde la universidad entender estas problemáticas y desarrollar proyectos que permitan mejorar la calidad de vida y seguridad de las personas ante la ocurrencia de un desastre natural mejorando la construcción y los modelos tradicionales de vivienda.

Se puede concluir que esta investigación tiene un enfoque social alto, ya que involucra la participación de personas de bajos recursos que se ven expuestas a peligros que ellos no pueden controlar como es la ocurrencia de un fenómeno natural.

El proyecto es importante ya que les ayuda a diseñar y construir viviendas con previas modelaciones en programas 3-D por parte de profesionales expertos, lo que garantiza confiabilidad en los diseños, la utilización de materiales y mano de obra local permite que las personas tengan más sentido de pertenencia con el proyecto, al mismo tiempo que se promueve una cultura de buenas prácticas y hábitos de construcción.

## **6.7. UN MODELO DE OPTIMIZACIÓN PARA EL DISEÑO Y ANÁLISIS DE UN SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA RENOVABLE PARA LA COMUNIDAD RURAL SOSTENIBLE.**

Esta investigación fue realizada por Minsoo Kim , Dohyun Lee , Jiyong Kim, en la República de Corea y expuesto en la “Cuarta Conferencia Internacional sobre Investigación de Energía y Medio Ambiente, ICEER 2017, 17-20 de julio de 2017, Oporto, Portugal” (Kim, Lee and Kim, 2017) y tiene como objetivo analizar el diseño del sistema de suministro de energía basado en el RES (Renewable Energy Standards) por la traducción de sus siglas en inglés indica Estándares de Energía Renovable, buscando la optimización de este sistema aplicado a comunidades rurales que utilizan fuentes de energía renovable.

Debido al compromiso actual que se tiene con el desarrollo y la utilización de fuentes de energía que mitiguen el impacto ambiental, y contribuyan a disminuir los niveles de emisiones de GEI (Gases efecto invernadero), Corea presenta vulnerabilidad frente a la producción de energía “La dependencia de Corea de la energía importada es casi el 95.8% de su suministro total de energía; en particular los combustibles fósiles representan aproximadamente el 85% del consumo total de energía” (Kim, Lee and Kim, 2017).

Esto lleva a que el país busque innovar en cuanto a la producción de energía. Este proyecto está enfocado a su desarrollo en zonas rurales, debido factores que se pueden encontrar allí como es la producción de desechos orgánicos, y recursos como viento, luz solar y biomasa lignocelulosa. basándose en datos meteorológicos es posible determinar la cantidad de radiación, la velocidad del viento, conocer la cantidad de producción de desechos orgánicos en la zona de desarrollo del proyecto, esto con el fin de que el proyecto pueda diseñar el suministro de tres fuentes de energía renovable que beneficien a la comunidad, que son obtener agua caliente para la ducha sin la utilización de sistemas de calefacción, utilizar energía eléctrica para el proceso de cocinar alimentos y que los electrodomésticos puedan funcionar a base de energía renovable.

La metodología utilizada para este proyecto, fue la generación de “una superestructura para el sistema energético desarrollando un nuevo modelo de optimización utilizando una técnica de programación lineal de enteros mixtos para identificar la configuración del sistema y el rendimiento económico”(Kim, Lee and Kim, 2017), es decir se utilizaron fórmulas que permiten encontrar a través de la función objetivo los beneficios que representa está en particular, como es el caso de encontrar el sistema de suministro de energía con el cual se utilice un mínimo consumo y se puedan satisfacer todas las necesidades. En este caso se utiliza la variable de consumo de energía, la variable de disminución de consumo de energía, y se incluyen los parámetros y condiciones relacionadas con la emisión de CO<sub>2</sub>.



Los resultados del proyecto son que el programa tiene la capacidad de formular modelos que permiten en el sistema de utilización de energías renovables la configuración de las variables y la consideración de las ventajas o restricciones particulares del proyecto. Este sistema permite identificar y conocer la cantidad de energía renovable que se puede llegar a producir y sus beneficios económicos, la investigación a futuro debe estar orientada a aplicarse a casos reales y así analizar los cambios que debe tener este modelo y sus mejoramientos en el diseño, y procesos de producción de energía.

Se concluye que este modelo es positivo en cuanto a alternativas para la producción de energías limpias, aprovechando recursos naturales y creando conciencia en la población en temas como el aprovechamiento de los recursos orgánicos. Dichos recursos generalmente son desperdiciados sin conocer sus beneficios y la contribución ambiental positiva que se podría lograr si se utilizan adecuadamente. Además, es importante considerarla implementación de estrategias, modelos y sistemas de producción de energía que ayuden a la disminución de GEI y a la disminución en explotación de canteras, para la obtención de recursos naturales que son la base de la energía que utilización en mayor proporción actualmente.

## **6.8. MARCO LEGAL**

El ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo sostenible promueve los parámetros y reglamentación de construcción sostenible que se deben aplicar en las etapas de diseño, ejecución y puesta en marcha del proyecto, estableciendo criterios que permiten hacer uso racional de los recursos naturales y así mismo cuidar la salud de las personas y su calidad de vida.

- ✓ “Resolución 1555 de 2005 creó el Sello Ambiental Colombiano y reglamentó su uso conjuntamente con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo” (Minambiente, 2019).

Esta resolución establece que le Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo sostenible es la entidad encargada de dar la autorización para que otras entidades puedan otorgar el derecho a usar el sello ambiental colombiano, cuando se apruebe o niegue la autorización, la información se debe dar a conocer mediante un acto administrativo, cuando sea concedida la autorización, el Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo sostenible tiene la autoridad para verificar y realizar seguimiento a la entidades para garantizar el adecuado uso del Sello Ambiental Colombiano.

- ✓ “Decreto – Ley 2811 de 1974. Código de recursos naturales renovables” (Minambiente, 2019).

Este decreto establece “Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente” (Minambiente, 1974), en el que se establecen la importancia de cuidar los recursos renovables, y la responsabilidad de la sociedad

con el cuidado de los mismos, especifica cuáles son los factores que se consideran contaminación, los derechos de las personas a disfrutar de un ambiente saludable y libre de contaminación, y da a conocer que el gobierno brindara incentivos económicos para fomentar una cultura de preservación de los recursos naturales renovables,

- ✓ “Ley 99 de 1993 Ley Ambiental” (Minambiente, 2019).

Establece la creación de la entidad Ministerio del Medio Ambiente, el cual será el encargo de impartir las leyes y regulaciones para promover el cuidado del medio ambiente y el correcto y respetuoso aprovechamiento de los recursos naturales renovables, esta entidad debe ser la encargada de la coordinación del SINA- Sistema Nacional Ambiental el cual es el encargado de realizar programas, actividades, implementar recursos y normas para aplicar las leyes de los principios ambientales.

- ✓ “Ley 1259 de 2008”

“Que establece las infracciones y comparendo ambientales en el manejo de residuos sólidos para la implementación del reciclaje” (Minambiente, 2019).

Dicta las sanciones que se deben imponer a las personas naturales o jurídicas que infrinjan las normas de correcta disposición de los desechos orgánicos, inorgánicos, o de escombros, por afectar la sana convivencia y representar riesgo para los recursos naturales entre ellos la contaminación de acuíferos, e indica cuales son las acciones consideradas como infracciones y que serán impuestas por medio del comparendo ambiental e indica cuales son las sanciones con las que las personas deben cumplir ya sean horas de servicio social, hasta pagos de salarios mínimos legales vigentes de acuerdo al tipo de infracción cometida.

- ✓ “Decreto 1285 de 2015 "Por el cual se modifica el Decreto 1077 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, en lo relacionado con los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones" (Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, 2015).

Este decreto tiene como objetivo indicar los parámetros que se deben considerar para realizar construcciones sostenibles en pro del aprovechamiento adecuado de los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, estas consideración de procesos constructivos sostenibles se deben considerar desde la fase de diseño del proyecto hasta la ejecución y uso de la edificación, el Gobierno Nacional a través del ministerio de vivienda, Ciudad y Territorio establece la propagación de incentivos para que en los municipios adopten medidas de construcción sostenible en sus proyectos.

## 6.9. METODOLOGÍA

### 6.9.1 Metodología a desarrollar para el Objetivo 1

#### ***Realizar un análisis de los barrios del Municipio de Sibaté –Cundinamarca que se encuentren en condición de vulnerabilidad física, social y ambiental***

se realizó visita al Municipio de Sibaté con el fin de encontrar los 5 barrios que se encontraran en mayor condición de vulnerabilidad física, social y ambiental características fundamentales para el desarrollo de este proyecto. Se realizó consulta en la oficina de planeación del Municipio y se recibió información en la que indicaron que actualmente todos los barrios del municipio cuentan con servicios públicos y las condiciones de habitabilidad de estos lugares se consideran adecuadas; de acuerdo con esta información se realizó visita por los barrios Santa teresa y Pablo Neruda donde se evidenció que estos barrios cuentan con vías en estado óptimos, y se realizó la evaluación visual de las viviendas determinando que se encontraban en buen estado y no presentaban deficiencias a nivel estructural como falta de vigas y columnas, o grietas, que representaran vulnerabilidad sus habitantes.

De acuerdo con lo anterior, se determinó que el proyecto no podría realizarse en un barrio del municipio por no presentar condiciones de vulnerabilidad mencionadas anteriormente y se buscó información en la oficina de planeación del municipio acerca de las veredas. Es por este motivo, que se realizó un recorrido por: Chacua, Delicias, Perico Sector La Honda, Perico Sector La Macarena y San Eugenio y se evidencio que, si presentaban condiciones de vulnerabilidad física, social y ambiental.

De acuerdo con el recorrido por las veredas, se definió la vereda en la cual se realizó este proyecto y se buscó la colaboración de la comunidad contando con la ayuda inicialmente de la Presidenta de la Junta de Acción Comunal, quien colaboró para que se tuviera acceso al sitio y se contara con la participación de 20 familias.

La encuesta realizada a las 20 familias de la vereda Elegida, se diseñó bajo una metodología cualitativa, en la cual se extrajeron preguntas de documentos validados, metodológicamente esto es se puede realizar ya que son documentos de diferentes estudios como el Estudio de lineamientos Técnicos para el desarrollo de estudios de riesgo por inundación lenta –Unidad Nacional para la Gestión del riesgo de Desastres (UNGRD, Lineamientos para el análisis de la vulnerabilidad social en los estudios de la Gestión Municipal del riesgo de desastres UNGRD-IEM y Estudio de la vulnerabilidad social-cruz roja.

Para la aplicación de la encuesta, esta previamente se validó con el semillero de Investigación Eco-Civil, y se construyó de manera tal que respondiera a las variables que se indicaron en el marco teórico.

En el trabajo de campo a cada una de las 20 se les dio a conocer los objetivos de este proyecto y luego de contar con su colaboración se les aplicó la encuesta previamente diseñada para evaluar los parámetros de vulnerabilidad física, social y ambiental. Posteriormente se hizo una visita en cada una de las viviendas, para conocer su estado y se logró conocer cuáles son las principales deficiencias que se tienen en cuanto a calidad y seguridad de la infraestructura de sus viviendas, manejo de residuos orgánicos e inorgánicos y aprovechamiento del recurso hídrico y energético en sus hogares. Con el propósito de analizar la vulnerabilidad.

### **6.9.2 Metodología a desarrollar para el objetivo 2**

***Hacer un diagnóstico de tecnologías, técnicas y materiales de construcción sostenible que se han implementado a Nivel Nacional e Internacional para proyectos de construcción en barrios vulnerables.***

Se desarrolló una investigación acerca de las técnicas, tecnologías y materiales de construcción sostenible que se han desarrollado e implementado a nivel Nacional e Internacional para el sector de la construcción y se pudo conocer cuáles de ellos han sido más utilizados en proyectos de construcción sostenible en comunidades vulnerables, y el compromiso actual que se tiene por mejorar procesos constructivos que se realizan de manera tradicional y cómo se pueden transformar para seguir construyendo proyectos que ayudan al desarrollo de la vida de las personas pero teniendo en cuenta que deben ser ambientalmente sostenibles.

### **6.9.3 Metodología a desarrollar para el objetivo 3.**

***Generar un esquema en el cual se propongan las estrategias de construcción sostenible para el barrio elegido a través del análisis en el Municipio de Sibaté-Cundinamarca, las cuales serán socializadas con las familias de las viviendas elegidas para realizar el diagnóstico, dando a conocer los resultados del proyecto y los beneficios de la construcción sostenible.***

Las estrategias de construcción sostenible diseñadas para este proyecto se realizaron de acuerdo a lo establecido en el Marco teórico en cuanto al Diseño centrado en la persona y la construcción sostenible teniendo en cuenta que este trabajo de investigación está enfocado a tres aspectos, Reducción del consumo energético enfocado a la energía eólica, reducción y aprovechamiento del recurso hídrico enfocado a los sistemas de techos verdes, aprovechamiento de los residuos generados enfocado a la reutilización del plástico.

El resultado del diseño, fue un modelo tipo de vivienda sostenible el cual se representó a través de los planos que se encuentran en los Anexos D(Vista isométrica), anexo E ( Planta arquitectónica) , Anexo F ( Alzados), se realizó un

análisis de costos generales para el proyecto teniendo en cuenta que dentro del alcance del proyecto no se encontraba un análisis estructural por lo tanto no es posible determinar dimensiones y cantidades exactas, se recomienda que para futuras investigaciones este análisis sea realizado.

De acuerdo al marco teórico y al cumplimiento del tercer objetivo en el cual se indica que los resultados de la investigación serán socializados con las familias de las viviendas elegidas, se utilizara la metodología del diseño centrado en la persona de acuerdo a lo establecido en el marco teórico, en la cual se definió que los productos a entregar a la comunidad son los planos realizados del diseño, el artículo de investigación y un folleto con la información del proyecto y sus resultados se dan a conocer a través de la Junta de Acción Comunal de la vereda.

## **7. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO Y SELECCIÓN DEL CASO A ANALIZAR**

En este capítulo se describen características principales del Municipio de Sibaté, lugar en el cual se desarrolló este proyecto, para conocer acerca las afectaciones generadas por su cercanía al Embalse del Muña construido para generación de energía eléctrica como se detalla a continuación. El Municipio de Sibaté se ha caracterizado por los malos olores que el Embalse del Muña genera afectando el turismo en este Municipio, cercano a Bogotá y donde se genera la descarga de aguas contaminadas del río Bogotá.

### **7.1. EMBALSE DEL MUÑA.**

Debido a la necesidad de generación de energía para el funcionamiento de la planta de generación energética que funcionaba en el charquito cerca al reconocido Salto del Tequendama, la Empresa Energía Eléctrica de Bogotá vió la necesidad de tener un almacenamiento para el correcto funcionamiento de la mencionada planta y es ahí cuando deciden construir el embalse del Muña.

Este proyecto se realizó entre los años 1940 y 1944 e inicialmente estaba proyectado para almacenar y regular el agua proveniente de los ríos Muña y aguas claras, este embalse es “un cuerpo de agua de 711 hectáreas y 11 metros de profundidad” (Semana, 2019).

Hacia el año 1944 cuando aún no se había terminado la construcción del embalse, ni cumplía aun el objeto para el cual fue creado, fue arrendado para prestar servicios como navegabilidad, deportes acuáticos, turismo entre otras actividades de las cuales disfrutaba la población del embalse y los turistas.

En el año 1967 empezó el bombeo de aguas del río Bogotá hacia el embalse con el fin de abastecer la demanda para la generación de energía de la planta mencionada anteriormente, y en la década de los setenta la contaminación del río Bogotá aumento y al entrar en contacto con las aguas del embalse del Muña se dio paso a la problemática ambiental con la cual hasta el día de hoy el municipio se ve directamente afectado.

El agua del río Bogotá que llegaba al embalse del Muña, se encontraba altamente contaminada y llevaba una mezcla de metales pesados, aceites, materia orgánica, grasas y desechos en general, que dieron paso a la proliferación del buchón que es una planta acuática y junto con esto se empezó a dar la problemática por aumento en la cantidad de zancudos, plagas y olores fuertes.

Esto afectó la calidad de vida, salud dando paso a enfermedades respiratorias y dérmicas, y el bienestar de la población del municipio de Sibaté. Según registros “el almacenamiento de aguas putrefactas repercutió en el desarrollo de impactos

ambientales y salud perjudiciales para los más de 38.000 habitantes de Sibaté, el aumento del zancudo (culex), roedores, emisión de olores y generación de buchón de aguas. Esta planta cubrió casi la totalidad del embalse” (Semana, 2019).

La población en búsqueda de soluciones a estas afectaciones ambientales para el Municipio de Sibaté presentó quejas ante las entidades encargadas de resolver estas problemáticas y es así como en el año 1987 se llevó a cabo un foro ambiental con el fin de rehabilitar el embalse.

La Corporación Autónoma Regional Car obliga al Grupo de Energía de Bogotá en 1990 a adelantar estudios básicos que permitan desarrollar obras, para mitigar el impacto negativo que el embalse le ha causado al medio ambiente y en el año 2005 la CAR a través de dos resoluciones “estableció acciones para las empresas Egeas (hoy grupo Enel-Emgesa), Grupo Energía de Bogotá y la Empresa de acueducto. Entre las obras se encuentran la construcción de diques, secados, limpieza, y nivelación, control de zancudos, retiro total del buchón del espejo de agua, malos olores y dragado del embalse” (Semana, 2019).

Como se observa en la , es el estado inicial del embalse cuando empezaron con la implementación de técnicas ambientales para descontaminar el embalse del Muña en el año 2005 y se puede observar que todo el espejo de agua está recubierto por el buchón.

*Imagen 3. Estado inicial del embalse año 2005.*



*Fuente:(Car, 2014)*

En la Imagen 4 se tiene una panorámica del embalse después de estas obras realizadas para lograr mitigar su contaminación. En estos procesos se incluyó “el retiro total del buchón, aireación forzada, fumigación aérea y estudios de calidad del aire” (Car, 2014).

*Imagen 4. Estado final del embalse después de obras de mejoramiento y mitigación año 2006.*



*Fuente: (Car, 2014)*

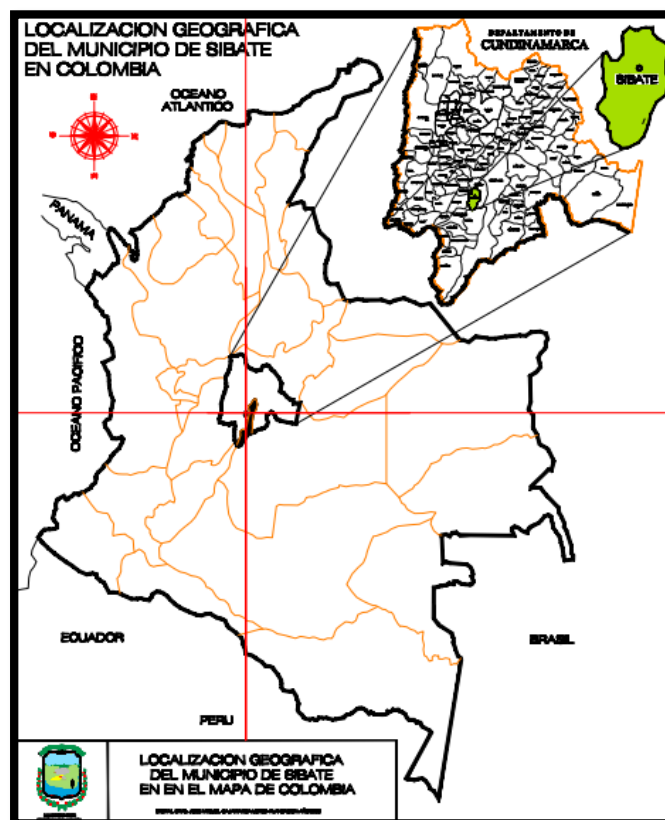
## **7.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE SIBATÉ**

El municipio de Sibaté está ubicado a 27 kilómetros del sur de Bogotá, y hace parte de lo que se conoce como la Sabana Sur Occidental y su nombre en lengua Muisca significa “Derrame de laguna” y aparece en el año de 1986. Este municipio limita al norte con el Municipio de Soacha, al sur con el Municipio de Pasca y Fusagasugá, hacia el oriente nuevamente con el Municipio de Soacha y por el Occidente con los municipios de Silvana y Granada (Sibaté, 2017).

“La extensión total del Municipio de Sibaté es de 125.6 Km<sup>2</sup> con un total de área urbana de 16.9 km<sup>2</sup>, área rural total de 108.7 km<sup>2</sup>, se ubica a 2.700 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m), cuenta con una temperatura media de 14°C” (Montoya, 2009), como se puede observar a continuación en la Imagen 5 la ubicación de este municipio en Colombia.



Imagen 5. Mapa de ubicación del Municipio de Sibaté en Colombia.



Fuente:(Sibaté, 2017)

### 7.2.1 Economía del Municipio de Sibaté

La economía del Municipio de Sibaté, está basada en los cultivos de papa, fresa, uchuva, alverja, cultivos de flores para exportación, ganadería para comercialización de carne y leche; de igual manera con el apoyo de la administración del municipio de incentiva a las familias para que conformen diferentes asociaciones que les permitan mejorar su calidad de vida a través de estas industrias generando así más ingresos económicos, algunas de estas empresas son “Asopapa, Asofresa, Suauchuva, Apeprolexi, Asiprolec, Agrovergel” (Sibaté, 2017).

### 7.2.2 Sectorización del Municipio de Sibaté

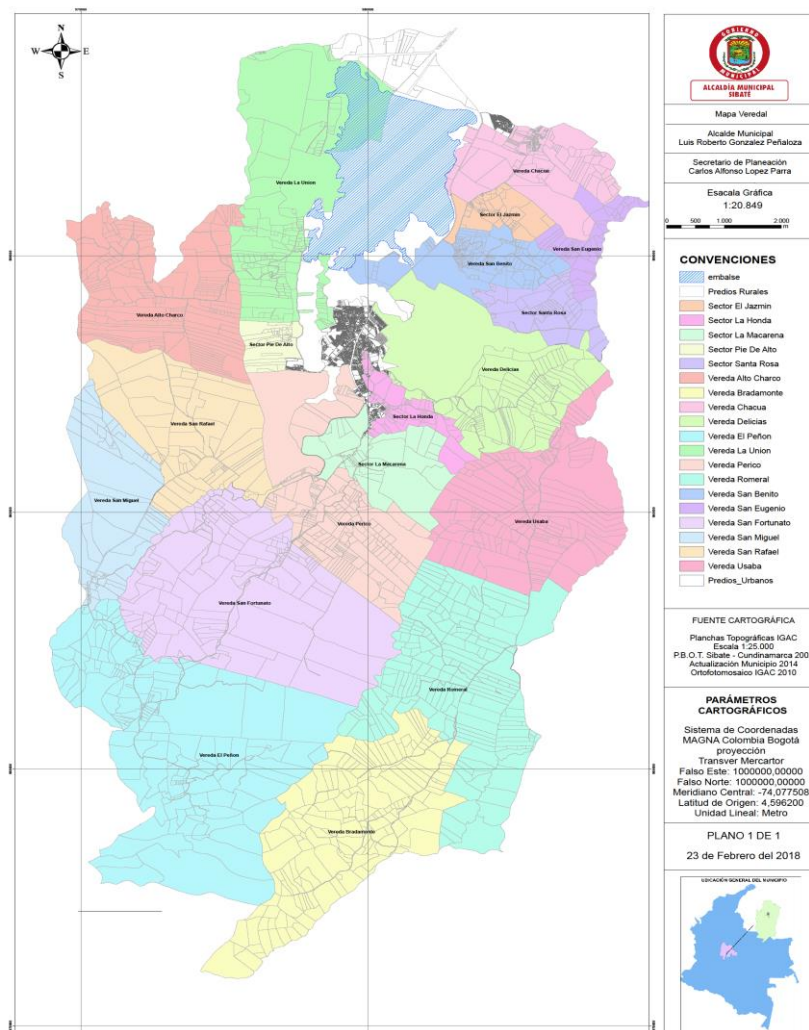
“De acuerdo con el acuerdo 11 de 2002 por medio del cual se modifica, ajusta y adecua el acuerdo no. 10 de 2002 mediante el cual se adoptó el plan básico de ordenamiento territorial, el artículo 25 que define la División territorial indica de la siguiente manera los barrios y veredas para los sectores urbanos y rurales del Municipio de Sibaté:

- ✓ Sector Urbano: comprende la Cabecera Municipal y los sectores de los barrios San José, Pablo Neruda, García y Santa Teresa
- ✓ Sector rural: comprende las veredas: Alto Charco, Bradamonte, Chacua, Delicias, El Peñón, La Unión, Perico, Romeral, San Benito, San Eugenio, San Fortunato, San Miguel, San Rafael y Usaba” (Acuerdo11de2002, 2010).

## 8. ANÁLISIS DE LOS VEREDAS ELEGIDAS COMO AQUELLAS QUE SE ENCUENTRAN EN MAYOR CONDICIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA, SOCIAL Y AMBIENTAL EN EL MUNICIPIO DE SIBATE-CUNDINAMARCA.

Al realizar un recorrido por el Municipio de Sibate y su casco urbano, no se observó que los barrios mencionados anteriormente se encuentren clasificados dentro del sector urbano del municipio y que tuvieran vulnerabilidad física social y ambiental, las cuales son las bases para el desarrollo de este proyecto; de acuerdo con esto, se realizó visita a las veredas clasificadas dentro al Sector Rural del Municipio, como se muestra en la Imagen 6.

Imagen 6. Mapa veredas de Sibate.



Fuente:(Sibaté., 2019).

Para el desarrollo de este trabajo, se realizó visita de campo a las veredas San Eugenio, Chacua, Perico Sector La Honda, Perico sector La Macarena y Delicias, en las que, de acuerdo con la inspección realizada, son las veredas que se encuentran en mayor condición de vulnerabilidad física, social y ambiental. Después de realizar el recorrido por las veredas mencionadas anteriormente se eligió a la **vereda de San Eugenio teniendo** en cuenta que de las veredas que se visitaron esta es la única que no cuenta con una ruta del sistema de transporte que llegue hasta allí, las vías no están compuestas por material si no que se encuentran en afirmado y las personas que no cuentan con vehículo particular o moto deben desplazarse caminando durante 30-45 minutos para llegar a la vereda.

Adicionalmente, el camino no cuenta con alumbrado público así que en las horas de la noche representa riesgo para las personas que transitan por allí. También en esta vereda se evidenció deficiencia en las construcciones de las viviendas, ¿y la falta de servicio de aseo por lo cual las personas deben realizar quema de basuras generando contaminación en la zona.

Los datos que se mencionan de cantidad de habitantes por vereda se solicitaron inicialmente a la secretaria de planeación del Municipio de Sibaté, quienes a su vez remitieron la solicitud al Banco de proyectos de Sibaté y ellos indicaron “los datos de población de acuerdo con la base de datos del Sisbén, teniendo en cuenta que los resultados del Censo DANE 2018 son parciales y aun no hay datos de la población del municipio por cada vereda. Estas bases de datos se manejan directamente en la oficina del Sisbén Municipal, en internet se puede consultar el puntaje de cada persona en la pagina <https://www.sisben.gov.co/atencion-al-ciudadano/Paginas/consulta-del-puntaje.aspx> con el número de identificación.

Los datos de la población en general no están disponibles para la consulta abierta del público debido a que en ella se refleja información personal de cada hogar” (B. de P. Sibaté, 2019). A continuación, se realiza comparación de datos de las veredas para determinar sus condiciones de vulnerabilidad física social y ambiental.

### **8.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD FÍSICA EN CINCO VEREDAS DEL MUNICIPIO DE SIBATÉ.**

El análisis de vulnerabilidad física para las veredas Chacua, Delicias, Perico-Sector la Honda, Perico- sector la Macarena y San Eugenio, se realizó comparando para cada una diferentes criterios que se relacionan en las siguientes tablas.

Se puede observar en la

Tabla 4 los límites de las veredas, este parámetro da una orientación acerca de la ubicación de las mismas y permite establecer entre ellas su cercanía con el Embalse del Muña, encontrando que la vereda más cercana a este es Chacua.

Tabla 4. Límites de las veredas.

VEREDA	LÍMITES			
	Norte	Sur	Este	Oeste
Chacua	La Chacua-Soacha	Vda.San Benito-Sector El Jazmín	Vda.San Eugenio	Embalse del Muña
Delicias	Vda.San Benito	Vda.Perico-Sector La Honda	Hungría-Soacha	Vda.Pie de alto San José
Perico-Sector La Honda	Vda.Delicias	Vda.Perico-Sector La Macarena	Vda.Usaba-Sector Julio Cesar Beltrán	Vda.Pie de alto San José
Perico-Sector La Macarena	Vda.Perico-Sector La Honda	Vda.San Fortunato	Vda.Usaba	Vda.Pie de alto San José
San Eugenio	Vda.Chacua	Vda.San Benito-sector Santa Rosa	Vda.Tinzuque-Soacha.	Vda.San Benito-Sector El Jazmín

Fuente: propia

En la *Tabla 5* se puede observar la superficie total medida en hectáreas para cada una de las veredas y su elevación, determinando que la vereda San Eugenio es la que cuenta con una menor superficie total y es la segunda que se encuentra ubicada a mayor elevación.

Tabla 5. Superficie total y elevación (msnm) de las veredas.

VEREDA	SUPERFICIE TOTAL EN HECTAREAS	ELEVACIÓN APROXIMADA (M.S.N.M)
Chacua	602.3	2.592
Delicias	783.1	2.833
Perico-Sector La Honda	1117.1	2.677
Perico-Sector La Macarena	1117.1	2.687
San Eugenio	129.9	2.823

Fuente: (Municipal et al., 2018) y propia.

De acuerdo a la inspección visual realizada en las veredas, se logró determinar el estado estructural de las viviendas de manera general, y como se observa en la *Tabla 6*, la vereda San Eugenio es aquella en la cual sus viviendas presentan deficiencias en el proceso constructivo representando un riesgo para estas familias.

Adicionalmente se puede observar los servicios públicos con los que cuentan las veredas, y se encontró que la vereda San Eugenio solo cuenta con acueducto y energía eléctrica, lo que la hace más vulnerable frente a las otras veredas.

*Tabla 6. Evaluación visual de viviendas en las veredas y servicios públicos con los que cuentan.*

<b>VEREDA</b>	<b>CALIDAD DE LA ESTRUCTURAS DE LA VIVIENDA-INSPECCIÓN VISUAL</b>	<b>SERVICIOS PÚBLICOS</b>
Chacua	Buen estado	Acueducto y alcantarillado, Energía eléctrica, gas
Delicias	Buen estado	Acueducto y alcantarillado, Energía eléctrica.
Perico-Sector La Honda	Buen estado	
Perico-Sector La Macarena	Buen estado	
San Eugenio	Se observan viviendas con deficiencias a nivel estructural y en la calidad de materiales.	Acueducto y Energía eléctrica.

*Fuente: propia*

Las vías tiene alta importancia en el desarrollo económico de un sector, y como se puede observar en la Tabla 7 la vereda San Eugenio no cuenta con una ruta del sistema de transporte que llegue hasta esta zona a diferencia de las otras veredas.

Esto afecta la calidad de vida de las personas y el desarrollo económico de este lugar por la poca atracción turística debido también al estado de las vías y su accesibilidad.

*Tabla 7.Estado de las vías y sistema de transporte en las veredas.*

VEREDA	ACCESIBILIDAD Y ESTADO DE LAS VIAS	SISTEMAS DE TRANSPORTE
Chacua	Pavimento Rígido y adoquín.	Si hay ruta del sistema de transporte que llega hasta la vereda.
Delicias	Pavimento Rígido	
Perico-Sector La Honda	Pavimento Rígido	
Perico-Sector La Macarena	Pavimento Rígido	
San Eugenio	Carretera sin pavimentar	No hay ruta de transporte que llegue hasta la vereda, la ruta llega hasta la "Y" de San Benito y los habitantes deben desplazarse a pie, o si tienen la posibilidad en moto o carro particular.

*Fuente: propia*

## 8.2. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SOCIAL EN CINCO VEREDAS DEL MUNICIPIO DE SIBATÉ.

El dato de cantidad de habitantes fue suministrado por la Oficina de proyectos y estadísticas del Municipio de Sibaté, de acuerdo con las bases de datos del Sisbén y resultados parciales del censo Dane 2018. Se puede detallar en la Tabla 8 que la vereda que cuenta con menor población es la vereda San Eugenio, el porcentaje de hombres y mujeres es un dato general para el Municipio de Sibaté, ya que no hay resultados de porcentaje de genero por veredas.

*Tabla 8.Datos de población.*

VEREDA	CANTIDAD DE HABITANTES	PORCENTAJE POR GÉNERO MUNICIPIO DE SIBATE DATOS DANE 2018	
		% HOMBRES	% MUJERES
Chacua	1559	50.3	49.7
Delicias	353		
Perico-Sector La Honda	438		
Perico-Sector La Macarena	195		
San Eugenio	119		

*Fuente:(Categor et al., 2018),y propia.*

No se encontró información acerca de censos en cada vereda del Municipio para conocer La tasa de escolaridad, esta información está disponible a nivel general del Municipio como se indica en la Tabla 9, aunque no se encontró el de las veredas de interés, es importante indicar el porcentaje de escolaridad, y la distancia a la que se encuentran las escuelas rurales tomando como referencia el parque principal del Municipio, la más lejana es la escuela rural de Chacua, seguida de la vereda San Eugenio.

Tabla 9. Escolaridad en el Municipio de Sibaté y distancia de las escuelas rurales.

VEREDA	ESCOLARIDAD			DISTANCIA ENTRE EL PARQUE PRINCIPAL DEL MUNICIPIO Y LAS ESCUELAS RURALES (km)
	Tasa de matriculación	Tasa de cobertura neta	Tasa de deserción	
Chacua	79.63%	79.47%	23.14%	6.1
Delicias				3.1
Perico-Sector La Honda				1.8
Perico-Sector La Macarena				2.4
San Eugenio				5.3

Fuente: (MinTic, 2019) y (A. de Sibaté, 2019)

Nose encontraron cifras oficiales desempleo para cada una de las veredas de interés, el dato que se proporciona en la corresponde información del Departamento Administrativo Nacional de Estadística calculado para el primer trimestre de este año. Se consideró importante suministrar esta información de manera general por que indica la situación actual de los centros poblados y rurales de los cuales hace parte de manera general las veredas del Municipio de Sibaté adicionalmente se relacionan las principales actividades económicas que se llevan a cabo en las veredas de interés.

En la cual se determina que la vereda San Eugenio es la que más condición de vulnerabilidad tiene frente a las demás, ya que su suelo no es altamente fértil y esta vereda tiene secuelas de explotación minera que afecta actualmente la economía de esta zona. La Tabla 10. Indica las Principales actividades económicas en las veredas y niveles de empleo en el Municipio de Sibaté



Tabla 11. Principales actividades económicas en las veredas y niveles de empleo en el Municipio de Sibaté.

VEREDA	NIVEL DE DESEMPLEO	PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONOMICAS
Chacua	De acuerdo con la información del DANE, la tasa de desempleo para el trimestre Enero-Marzo de 2019 corresponde al 7,0% para centros poblados y rural disperso	Cultivo de fresa, arveja, no predomina la ganadería, centro poblado por lo cual las personas salen a trabajar al centro del municipio o hacia otros lugares.
Delicias		Siembra de papa, fresa, arveja, actividad ganadera y sus derivados como la leche.
Perico-Sector La Honda		Zona en la cual la tierra no es altamente productiva, por lo cual es de carácter residencial, con actividades de crianza de animales de graja como gallinas, cerdos y mínima actividad ganadera.
Perico-Sector La Macarena		Zona Residencial en la cual las personas salen a trabajar al centro del municipio u otros lugares, se presenta actividad de cría de animales mínima.
San Eugenio		Zona en la que hace 8 años aproximadamente realizaban actividades de explotación minera y de canteras para extracción de arena, actualmente las personas de esta vereda intentan realizar cultivos de papa y arveja, pero predomina un suelo árido que dificulta el crecimiento de estos cultivos, afectando la economía y convirtiendo esta vereda en una zona productivamente pobre.

Fuente: (DANE, 2019) y propia.

### 8.3. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL EN CINCO VEREDAS DEL MUNICIPIO DE SIBATÉ.

La vulnerabilidad ambiental permite conocer las principales afectaciones que tienen las veredas a causa de diferentes factores, y permite realizar un diagnóstico de cada una de ellas.

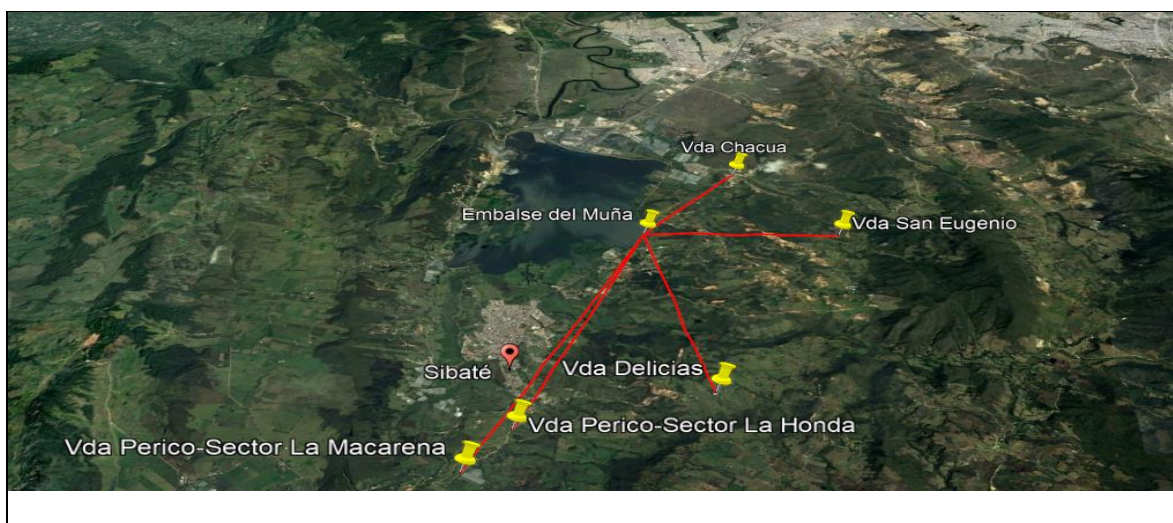
Tabla 12. Distancia de las veredas respecto al Embalse del Muña y calidad del aire en las veredas.

VEREDA	DISTANCIA CON EL EMBALSE DEL MUÑA (km)	CALIDAD DE AIRE
Chacua	2.13	El municipio, se ve afectado por la descarga de aguas contaminadas del río Bogotá, se siente el olor que produce el Embalse al ingresar al municipio, esto afecta la salud de las personas y la atracción turística de esta zona del país.
Delicias	3.78	
Perico-Sector La Honda	4.5	
Perico-Sector La Macarena	5.35	
San Eugenio	2.65	

Fuente: Propia.

Como se observa en la Tabla 12 y la Imagen 7, la vereda más cercana al Embalse del Muña es Chacua, seguida de la vereda San Eugenio. No se encontró información acerca de la calidad de aire detallada para cada una de las veredas de interés, sin embargo, es importante dar a conocer este parámetro de manera general para el Municipio de Sibaté.

Imagen 7. Ubicación de las veredas respecto al Embalse del Muña.



Fuente: Google Earth

Como se mencionó anteriormente, no hay algunos datos específicos para cada vereda, por lo cual en la Tabla 13 se relacionan de manera general los las características de temperatura para el Municipio de Sibaté divididas por periodos secos y de lluvia.

*Tabla 13. Temperatura en las veredas en periodos secos y de lluvia.*

VEREDA	TEMPERATURA	
	Periodos secos	Periodos de lluvia
Chacua	12.5°C	9°C
Delicias		
Perico-Sector La Honda		
Perico-Sector La Macarena		
San Eugenio		

*Fuente:(Municipal et al., 2018) y propia*

A continuación se puede observar en la Tabla 14 características generales de las geología del municipio y la velocidad de los vientos, estos también son datos que no se encuentra detallado por vereda.

*Tabla 14. Geología y vientos en el Municipio de Sibaté y sus veredas.*

VEREDA	GEOLOGIA	VIENTOS
Chacua	Los suelos del Municipio de Sibaté se caracterizan por estar compuestos de material sedimentario-limo arcilloso con areniscas y cenizas volcánicas, también cuenta con presencia de lutitas negras.	2 - 3.6 m/s
Delicias		
Perico-Sector La Honda		
Perico-Sector La Macarena		
San Eugenio		

*Fuente:(Roncancio, 2004)(Company, 2019) y propia*

La precipitación se encontró de manera general para el Municipio como se puede detallar en la Tabla 15 ,encontrando que esta varía de acuerdo a los periodos secos y lluviosos en los cuales a su vez cada uno se subdivide en dos arrojando diferentes niveles de precipitación para el Municipio de acuerdo a los meses del año.

Los recursos hídricos para captación de la red de acueducto y características de fertilidad de los suelos de la vereda se relacionan en la Tabla 16, encontrando que en la vereda San Eugenio el Suelo no es altamente fértil, y en la vereda perico sector La Honda y Perico. Sector la Macarena el suelo tampoco es altamente fértil, en cuento a la captación de agua potable para el suministro en la red de acueducto se estableció que la más vulnerable en comparación con las demás es la Vereda San Eugenio, debido a problemas que se han tenido con las presiones en la red

afectando la calidad de vida de los habitantes, que actualmente se deben abastecer del acueducto que también suministra a la vereda San Benito

*Tabla 15. Precipitación en el Municipio de Sibaté y sus veredas.*

VEREDA	PRECIPITACIÓN			
	Dos periodos secos		Dos periodos lluviosos	
	Primer periodo	Segundo Periodo	Primer periodo	Segundo periodo
Chacua	Comprende finales de diciembre, y los meses de enero, febrero e inicios de marzo. La precipitación mensual promedio corresponde a 18 mm.	Comprende finales del mes de junio, julio, agosto e inicios del mes de septiembre. La precipitación mensual promedio es de 27.2 mm.	Abarca finales de marzo y durante los meses abril, mayo y comienzos de junio. La precipitación mensual promedio es de 76.2 mm	Se presenta a finales de septiembre y durante los meses octubre y noviembre hasta comienzos de diciembre. La precipitación promedio mensual es de 85.5 mm.
Delicias				
Perico-Sector La Honda				
Perico-Sector La Macarena				
San Eugenio				

*Fuente: (Municipal et al., 2018).*

La descripción de la fauna se realiza de forma general para las veredas, teniendo en cuenta que es un dato para el Municipio de Sibaté ya que no se encuentra detallado para cada una de las veredas.

*Tabla 16. Recursos Naturales en el Municipio y en las veredas.*

VEREDA	RECURSOS NATURALES		FAUNA
	Recursos hídricos - Captación para la red de acueducto	Recurso del suelo	
Chacua	Dosquebradas	Suelo fértil	<p>AVES: Mirla, copetones, palomas, colibrí, azulejos, carpinteros, chulos, gavián pollero y chisgas.</p> <p>MAMIFEROS: conejos, armadillos, comadreja, ratones de campo, chucha y tinajo.</p> <p>ANFIBIOS: sapos, ranas, lagartos.</p>
Delicias	Rio Dos Quebradas.	Suelo fértil	
Perico-Sector La Honda	Rio Dos Quebradas.	Suelo no fértil	
Perico-Sector La Macarena	Nacimiento de manantial en la Finca Normandía Vda El Perico	Suelo no fértil	
San Eugenio	Rio Aguas claras, se presentaban problemas en la presión del agua, y ahora se abastecen del acueducto de San Benito.	El suelo no es altamente fértil	

*Fuente: (Municipio de Sibaté, 2008).*

De acuerdo al análisis anterior de los componentes de vulnerabilidad física, social y ambiental asociados a las veredas de interés, se eligió a la vereda San Eugenio para el desarrollo del proyecto debido al estado actual de las viviendas este factor se consideró como una de las razones principales, ya que estas presentan deficiencias en el proceso constructivo y representan riesgo para la seguridad de estas personas, y en general se eligió ya que no cuenta con sistema de transporte en comparación con otras veredas, ni cuentan en este momento con servicio de recolección de basuras fomentando entre ellos el hábito de hacer quema de las mismas fomentando la producción de gases contaminantes que afectan la salud de ellos y causan daño al medio ambiente.

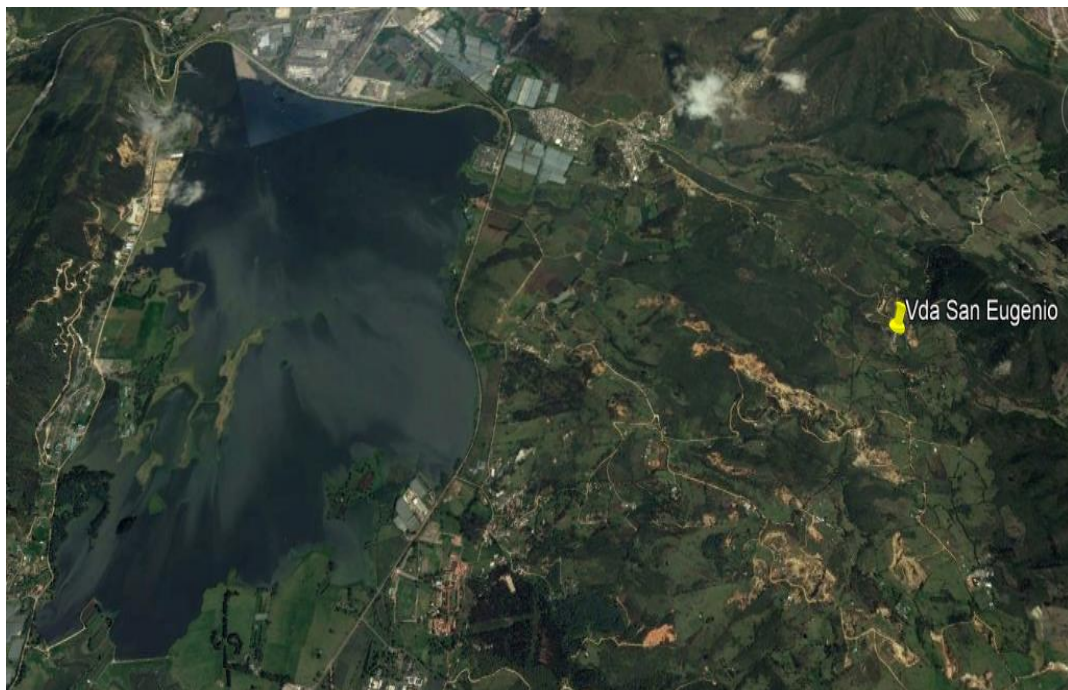
## **9. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS A TRAVÉS DE LA ENCUESTA APLICADA EN LA VEREDA SAN EUGENIO.**

En este capítulo se realiza un análisis de la descripción general de la vereda en la que se llevó a cabo el proyecto y se lleva a cabo el análisis de cada una de las preguntas realizadas por medio de la encuesta diseñada especialmente para evaluar las condiciones de vulnerabilidad física, social y ambiental de las viviendas de esta vereda. Este análisis permitió observar procesos constructivos similares en las viviendas encuestadas los cuales presentan deficiencias afectando la estabilidad y resistencia de la estructura y a su vez ponen en riesgo la seguridad de sus habitantes.

### **9.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA VEREDA SAN EUGENIO.**

La vereda San Eugenio, se eligió porque al realizar el recorrido por las veredas y hacer el análisis de vulnerabilidad física, social y ambiental, está en especial no cuenta con ruta del sistema de transporte, el estado de la vía es una carretera sin pavimentar y las viviendas presentan deficiencia en el proceso constructivo que se realizó. Adicionalmente esta vereda solo cuenta con servicios públicos de Acueducto y Energía eléctrica la cual es deficiente. En la Imagen 8 se puede observar la ubicación de la vereda San Eugenio.

*Imagen 8. Mapa ubicación vereda San Eugenio.*



*Fuente: Fuente: Google Earth.*

En esta vereda hace aproximadamente 8 años se realizaban actividades de extracción de arena como actividad principal, y debido a las regulaciones de la CAR se regularon estas actividades de explotación de recursos naturales. En la Imagen 9 se observan los rastros que dejó esta actividad y su daño al medio ambiente como es la deforestación.

*Imagen 9. Deforestación en vereda San Eugenio.*



*Fuente: Propia*

Esta vereda, presenta actividades de cría de animales como gallinas y ovejas, no invierten en tecnología para realizar cultivos como papa, arveja o fresas, debido a que el tipo de suelo en esta zona del municipio es árido y no es fértil para producción de estos productos, lo que afecta la economía. Respecto a esta última no ha logrado adaptarse al cambio después de la regulación de explotación de canteras en este lugar, se observa la Imagen 10 representando los signos de deforestación de esta zona, generando cambios en la forma en que estas familias se empleaban y obtenían recursos económicos para su sustento.

*Imagen 10. Deforestación.*



*Fuente: Propia*

## 9.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENCUESTA APLICADA PARA EVALUAR LAS CONDICIONES DE VULNERABILIDAD EN LAS VIVIENDAS DE LA VEREDA SAN EUGENIO.

La vereda San Eugenio de acuerdo a información suministrada por la presidente de la Junta de Acción comunal, cuenta con aproximadamente 25 casas, para la realización del proyecto y su planteamiento inicial se realizó encuesta a 20 casas utilizando el método de **muestreo por conveniencia** el cual consiste debido a las distancias considerables que hay entre las viviendas, la accesibilidad al sitio y el tiempo disponible de las familias para colaborar con la respuesta de la encuesta, en total se hizo un cubrimiento del 80% aproximadamente de la población de la vereda.

“El muestreo por conveniencia es una técnica de muestreo no probabilístico y no aleatorio utilizada para crear muestras de acuerdo a la facilidad de acceso, la disponibilidad de las personas de formar parte de la muestra, en un intervalo de tiempo dado, esta técnica de muestreo que se utiliza de manera más común, ya que es extremadamente rápida, sencilla, económica y, además, los miembros suelen estar accesibles para ser parte de la muestra”.(Questionpro, 2019)

A continuación, se muestra el análisis de los resultados obtenidos al aplicar la encuesta en la vereda San Eugenio para evaluar vulnerabilidad física, social y ambiental.

### ➤ Género de los encuestados

El porcentaje como se observa en la Figura 1 el género que predomina en cuanto a participación es el femenino con 55% seguido del porcentaje masculino con 45%, se puede observar en la Tabla 17, de acuerdo al número de vivienda, el género de la persona que participo, esto con el fin de tener información detallada de los encuestados.

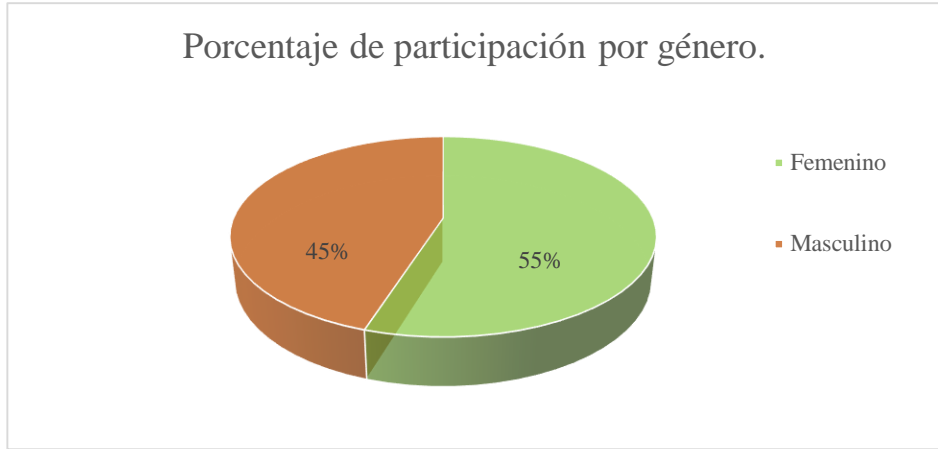
Tabla 17. Género de la población encuestada.

GÉNERO	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTR A TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Femenino	1	1	1	1				1			1		1	1	1		1			1	11	20	55%
Masculino					1	1	1		1	1		1				1			1	1	9	20	45%

Fuente: propia



Figura 1. Participación por género

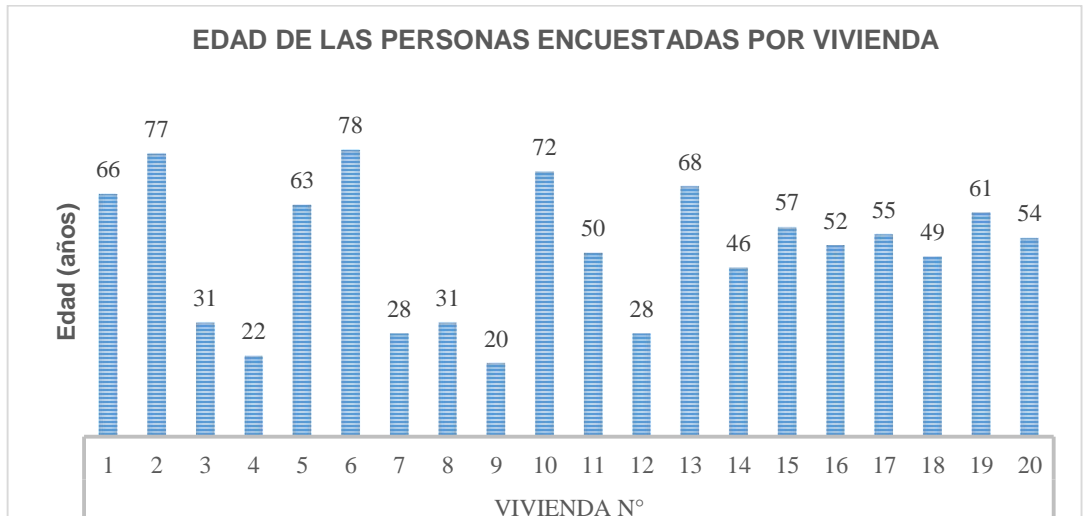


Fuente: Propia

➤ **Edad de los encuestados**

El rango de edad que predominó en la encuesta se encuentra entre los rangos 46-57 y 61-78 con un total de 7 personas para cada uno, seguido de 6 habitantes en un rango de edad 20-31 años. En la Figura 2 se muestra la edad correspondiente de la persona encuestada por vivienda.

Figura 2. Edad población encuestada



Fuente: propia

➤ **Parámetros de evaluación de vulnerabilidad física**

➤ **Tipo de vivienda**

Esta es una vereda en la cual sus predios son adquiridos legalmente, En la Tabla 18 se observa el tipo de vivienda con el que cuentan cada una de las personas encuestadas.

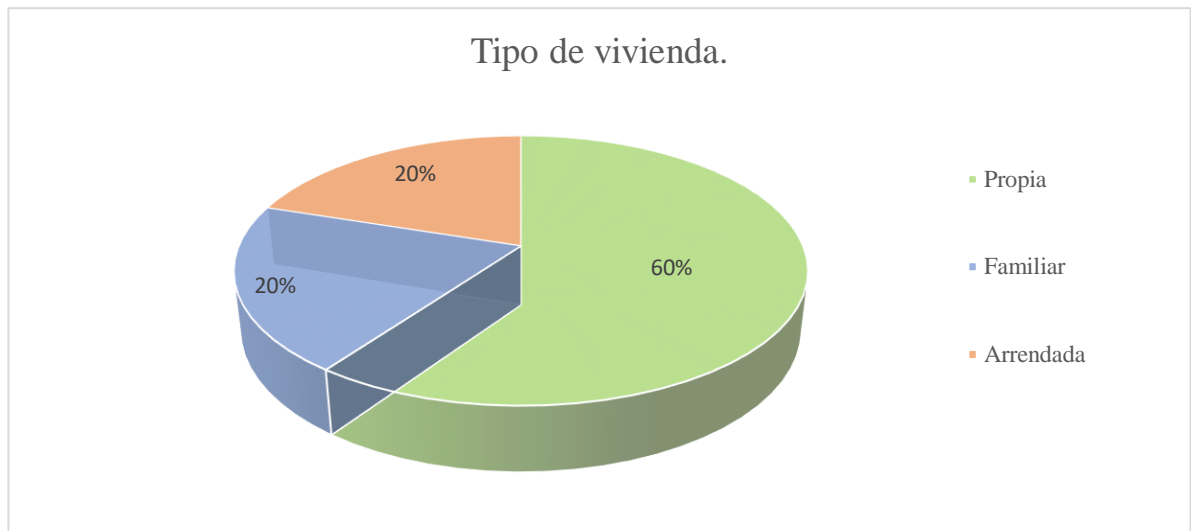
*Tabla 18. Tipo de vivienda*

TIPO DE VIVIENDA	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Propia	1	1		1	1	1	1	1		1	1	1			1		1				12	20	60%
Familiar									1							1			1	1	4	20	20%
Arrendada			1										1	1				1			4	20	20%

*Fuente: propia*

En el parámetro de propiedad de la vivienda en la que habitan las personas encuestadas, predominó como vivienda propia el 60% y tipo de vivienda familiar y arrendada con un porcentaje de 20% para cada uno esto se puede observar en Figura 3, las implicaciones que tienen para el proyecto el tipo de propiedad sobre las viviendas encuestadas, es el interés y las posibilidades económicas que tengan las personas para implementar las estrategias de construcción sostenible, puesto que al vivir en viviendas arrendadas no habría el mismo interés respecto a la aplicación de las estrategias propuestas en vivienda propia.

*Figura 3. Porcentajes de tipo de vivienda.*



*Fuente: propia.*

➤ **Año de construcción de la vivienda.**

El periodo de construcción de la vivienda que prima es entre 1940 y 1980 con un total de 7 viviendas, 8 viviendas entre 2004 y 2019, 3 construidas entre el periodo de 1980 y 1994.

Del total de personas encuestas dos de ellas desconocen el año de construcción de la vivienda como se puede observar en la Tabla 19 la respuesta específica respecto a esta pregunta en cada una de las viviendas.

*Tabla 19. Periodo de construcción de la vivienda.*

PERÍODO DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Antes de 1940																					0	20	0%
Entre 1940 y 1980	1	1				1									1	1		1		1	7	20	35%
Entre 1980 y 1994					1		1		1												3	20	15%
Entre 1994 y 2004																					0	20	0%
Entre 2004 y 2014				1							1		1	1							4	20	20%
Entre 2014 y 2019								1		1		1						1			4	20	20%
Desconocido			1																1		2	20	10%

*Fuente: propia*

Se determina de acuerdo a las cifras de la *Figura 4* **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** que la mayoría de las viviendas de esta vereda no se construyeron de acuerdo a la normatividad vigente – Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, la implicación que tiene el periodo de construcción de las viviendas sobre el proyecto tiene que ver con el diseño de las estrategias de construcción sostenible.

Puesto que tienen que diseñarse teniendo en cuenta las condiciones actuales de habitabilidad y las características estructurales de la vivienda, y al ser viviendas construidas sin la normatividad vigente requieren refuerzos en sus elementos estructurales para soportar las cargas emitidas por las estrategias de construcción sostenible que se proponen.

Figura 4. Cantidad de viviendas por periodo de construcción.



Fuente: propia.

#### ➤ Niveles de la vivienda

Como se observa en la Tabla 20 los resultados de las encuestas para esta pregunta indican que de 20 viviendas en las que se aplicó, 18 de ellas cuenta con 1 nivel lo que corresponde al 90% del estudio y solo dos de ellas cuentan con dos niveles correspondiente al 10%.

Tabla 20. Niveles de la vivienda detallado por vivienda encuestada.

CANTIDAD DE NIVELES DE LA VIVIENDA	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		1	1	1	18	20	90%
2															1			1			2	20	10%
3																					0	20	0%
>3																					0	20	0%

Fuente: propia.

El nivel predominante de los niveles de las viviendas es 1 como se puede observar en la Figura 5, esto incide en el proyecto al proponer la aplicación de las estrategias de construcción sostenible sobre una vivienda tipo en este caso vivienda de 1 piso.

Figura 5. Porcentaje de niveles de las viviendas encuestadas.



Fuente: propia

➤ **Características del sistema estructural de la vivienda.**

Se determina de acuerdo con los resultados de la Tabla 21 se detallan las características estructurales de cada una de las vivienda encuestadas, se puede determinar que el tipo de vivienda que predomina en la vereda se caracteriza por tener sistema estructural de muros en mampostería simple, con vigas de madera

que en general son palos de eucalipto. Se estableció que el 70% de las viviendas encuestadas no tienen columnas, el 15% cuenta con vigas en concreto y se encontraron 3 viviendas correspondientes al 15% con muros de adobe.

Tabla 21. Características del sistema estructural de las viviendas.

SISTEMA RESISTENTE-CARACTERÍSTICA ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
El sistema no tiene columnas	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1			1		1	1	1	14	20	70%
Pórticos resistentes a momento								1									1				2	20	10%
Columnas en concreto reforzado									1	1			1			1					4	20	20%
Columnas metálicas										1											1	20	5%
Columnas en madera														1							1	20	5%
Muros de mampostería simple	1	1		1	1		1					1	1	1	1	1			1	1	12	20	60%
Muros de mampostería reforzada																					0	20	0%
Muros de concreto reforzado																					0	20	0%
Muros en adobe						1													1	1	3	20	15%
El sistema no tiene vigas																					0	20	0%
Vigas de madera	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	16	20	80%
Vigas de concreto								1					1				1				3	20	15%
Vigas metálicas									1	1											2	20	10%
Muros de otros materiales																					0	20	0%
Sistema Combinado																					0	20	0%
Desconocido																					0	20	0%

Fuente: propia

Conocer las características estructurales de la vivienda tiene implicaciones directas en el diseño de las estrategias de construcción sostenible, pues se debe tener en cuenta que la proposición de la vivienda tipo requiere un refuerzo estructural dado que el 70% de las viviendas encuestadas no tienen columnas. Esto representa peligro de posible colapso ante un movimiento de tierra, pues la vivienda no tendría capacidad de disipación de energía por la falta de elementos estructurales vitales.

Figura 6. Porcentaje de características estructurales de la vivienda.



Fuente: propia

➤ **Características del soporte de la placa de entrepiso de la vivienda.**

La pregunta sobre el soporte de la placa de entre piso, solo aplicó para 2 de las 20 viviendas encuestadas, al ser solo dos las viviendas que cuentan con dos niveles. El soporte de placa de entre piso para estas dos viviendas correspondientes al 10% de la muestra total es de placa fácil.

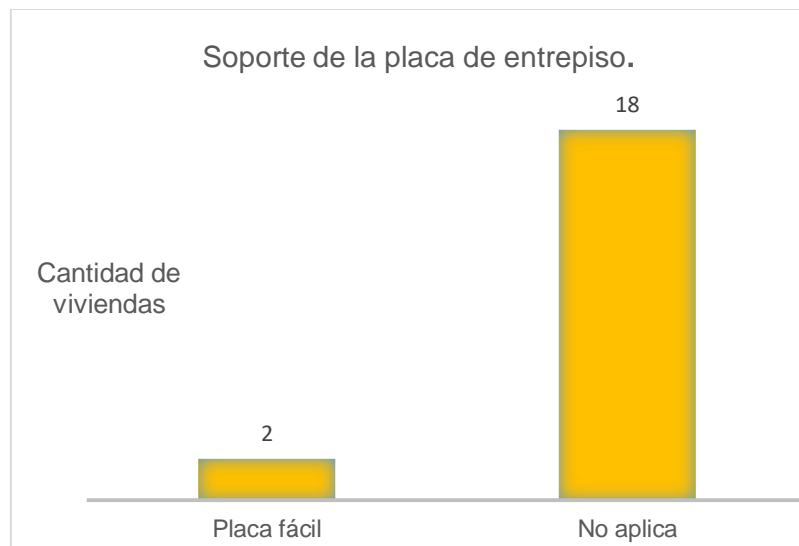
Tabla 22. Características del soporte de placa de entrepiso en cada vivienda.

SOPORTE DE LA PLACA DE ENTREPISO	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Mampostería																					0	20	0%
Tierra																					0	20	0%
Concreto																					0	20	0%
Placas macizas																					0	20	0%
Placa fácil													1				1				2	20	10%
Metaldeck																					0	20	0%
Láminas de madera																					0	20	0%
Losa con vigas																					0	20	0%
Vigas o cerchas metálicas con placas de concreto																					0	20	0%
Vigas o cerchas metálicas que soportan sistemas livianos																					0	20	0%
Vigas o cerchas de madera que soportan láminas de concreto																					0	20	0%
Vigas o cerchas de madera que soportan láminas de madera																					0	20	0%
No aplica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	20	90%

Fuente: propia

La implicación que tiene las características de la placa de entrepiso para el proyecto incide en el diseño de estrategias de construcción sostenible para el tipo de vivienda que predomina es decir solo de 1 piso.

Figura 7. Características del soporte de entrepiso.



Fuente: propia.



➤ **Características del material de la cubierta de la vivienda.**

El material de la cubierta que más se utiliza en la vereda, de acuerdo a los resultados de la encuesta aplicada es de tejas Eternit ya que el 85 % de las viviendas encuestadas cuenta con cubierta de este material, el 20% tiene tejas de plástico y 16% utiliza tejas de zinc en casos como las viviendas 6,10,13,19 se utilizan dos tipos de teja diferentes, la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra los materiales que se propusieron en la encuesta y se detallan de acuerdo al número de vivienda, el tipo de material de la cubierta con el que cuenta.

Este factor tiene implicaciones en este proyecto de investigación, en el diseño de estrategias de construcción sostenible, en las cuales se proponga una cubierta que resista un sistema en el cual se aproveche el recurso hídrico y genere beneficios ambientales y económicos para estas familias, cambiando así progresivamente los hábitos de construcción convencionales.

*Tabla 23. Material de la cubierta de las viviendas encuestadas.*

MATERIAL DE LA CUBIERTA	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Concreto sin recubrimiento																					0	20	0%
Tejas de concreto																					0	20	0%
Tejas de arcilla																					0	20	0%
Tejas de eternit	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1		1	1		1	1	1	17	20	85%
Tejas zinc													1	1					1		3	20	15%
Tejas de plástico						1			1	1							1				4	20	20%
Madera																					0	20	0%
Desconocido																					0	20	0%

*Fuente: propia.*

➤ **Características del material de la Fachada de la vivienda.**

El material de las fachadas predomina la mampostería- Bloque de arcilla sin recubrimiento. El 70% de las viviendas encuestadas tiene este tipo de mampostería en sus fachadas, seguido del 20% que tiene bloque de arcilla con recubrimiento en concreto simple, 20% cuenta con ladrillo de arcilla sin recubrimiento, 15% correspondiente a 3 viviendas que tienen como fachada muros en adobe. Solo 2 de

las 20 correspondiente a 10% viviendas encuestadas tienen en la fachada bloque de arcilla con acabado en pintura, solo 1 de las 20 viviendas que corresponde al 5% cuenta con mampostería en piedra.

En la Tabla 24 se detalla el material de la fachada con el que cuentan las viviendas, hay viviendas como es el caso de la vivienda 2 que cuenta con diferentes tipos de materiales para la fachada.

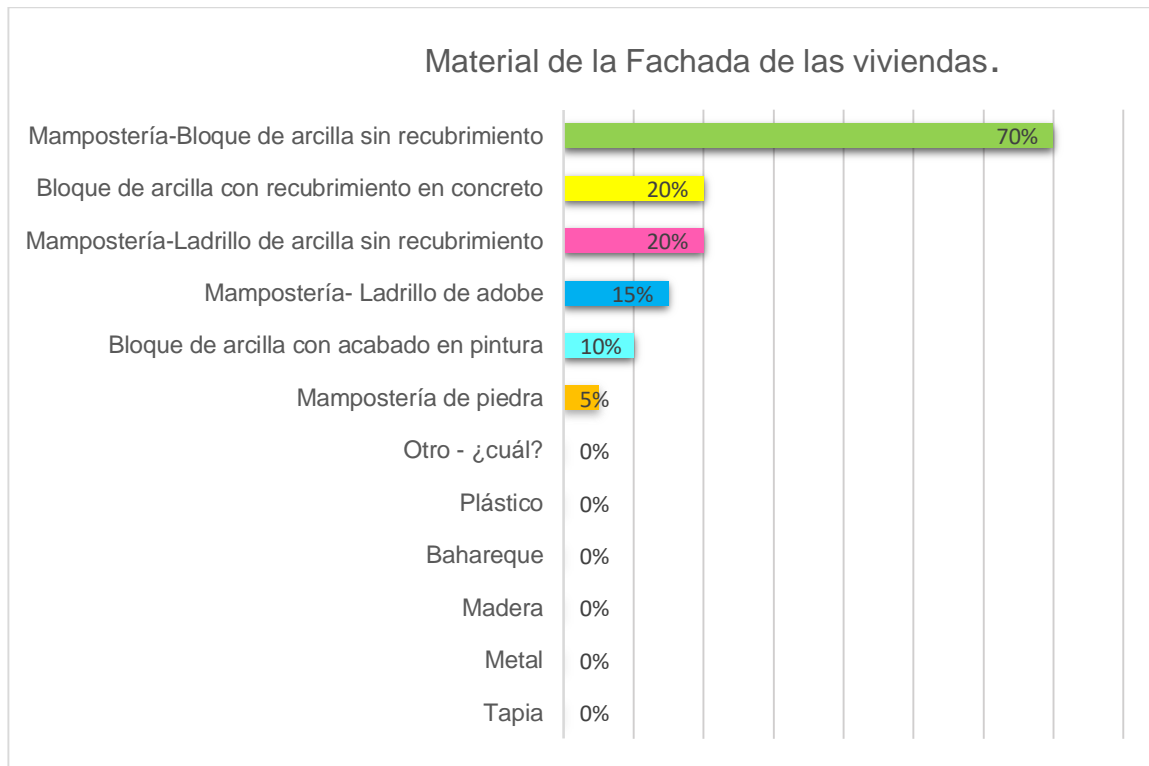
Tabla 24. Características del material de la fachada de las viviendas.

MATERIAL DE LAS PAREDES EXTERIORES- FACHADA	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Mampostería -Ladrillo de arcilla sin recubrimiento		1		1										1	1						4	20	20%
Mampostería -Bloque de arcilla sin recubrimiento		1			1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	14	20	70%
Mampostería - Ladrillo de adobe						1												1	1		3	20	15%
Mampostería de piedra							1														1	20	5%
Bloque de arcilla con recubrimiento en concreto	1															1				1	4	20	20%
Bloque de arcilla con acabado en pintura		1	1																		2	20	10%
Tapia																					0	20	0%
Metal																					0	20	0%
Madera																					0	20	0%
Bahareque																					0	20	0%
Plástico																					0	20	0%
Otro - ¿cuál?																					0	20	0%

Fuente: propia.

Como se observa en el 70% de las viviendas cuenta con fachada en mampostería – bloque de arcilla sin recubrimiento, esto tiene implicaciones en el proyecto al buscar una alternativa de material sostenible que se pueda utilizar para el recubrimiento de la fachada de las viviendas.

Figura 8. Porcentaje de viviendas para los materiales de fachada.



Fuente: propia.

### ➤ Características de las paredes interiores de la vivienda.

Como se observa la Tabla 25 el material que predomina para las paredes interiores de las viviendas encuestadas es bloque de arcilla sin recubrimiento con un 70%, 5 de las 20 viviendas que corresponde al 25% cuenta con bloque de arcilla con recubrimiento en concreto y acabado en pintura, 15% muros de adobe, 10% para bloques de arcilla con recubrimiento en concreto y 10% ladrillo de arcilla sin recubrimiento, esta tabla permite conocer detalladamente el material utilizado ya que hay viviendas como es el caso de 14 y 15 que cuentan con diferentes materiales para las paredes interiores de la vivienda.

Esto incide en el proyecto, al buscar un proponer un recubrimiento sostenible que se pueda aplicar en el mejoramiento de las paredes interiores de la vivienda, representando un cambio en las condiciones de habitabilidad y confort de las mismas.

Tabla 25. Material de las paredes interiores detallado por viviendas.

MATERIAL DE LAS PAREDES INTERIORES	VIVIENDA N°																				TOT AL	MUES TRA TOTA L	% TOT AL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Mampostería-Ladrillo de arcilla sin recubrimiento				1										1							2	20	10 %
Mampostería-Bloque de arcilla sin recubrimiento					1		1	1	1	1	1	1				1	1			1	11	20	55 %
Mampostería- Ladrillo de adobe						1												1	1		3	20	15 %
Mampostería de piedra																					0	20	0%
Bloque de arcilla con recubrimiento en concreto														1	1						2	20	10 %
Bloque de arcilla con recubrimiento en concreto y acabado en pintura	1	1	1											1	1						5	20	25 %
Tapia																					0	20	0%
Metal																					0	20	0%
Madera																					0	20	0%
Bahareque																					0	20	0%
Plástico																					0	20	0%
Otro - ¿cuál?																					0	20	0%

Fuente: propia.

➤ **Características de los acabados del piso de la vivienda.**

Como se observa en la Tabla 26 el 75% de las viviendas encuestadas tiene piso de concreto, el 20% correspondiente a 4 casas indicaron que el material de los pisos es en cerámica, el 15% de los encuestados cuentan con material de tierra en los pisos, el 5% en piedra, 5% también en tabla, en la tabla se detallan de acuerdo al número de vivienda, el material del pisos que la componen, como es el caso de la vivienda 1 que cuenta con concreto y cerámica en el material de sus pisos.

Esto incide en el proyecto, ya que, al conocer el tipo de acabado del piso, se conoce el proceso constructivo general que se llevó a cabo en la construcción de la vivienda, generalmente es la falta de recursos económicos lo que lleva a no poder realizar un mejoramiento al acabado de los pisos.

Como se pudo determinar en la encuesta, la mayoría de las viviendas encuestadas cuenta con pisos en concreto, esto está relacionado con la calidad de vida de las familias ya que, debido a la falta de recursos, no es posible realizar obras adicionales de acabados en la vivienda afectando su habitabilidad y confort.

Tabla 26. Material de los acabados del piso de la vivienda.

MATERIAL DE LOS ACABADOS DEL PISO DE LA VIVIENDA	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Concreto	1	1		1	1	1	1	1		1		1	1		1	1	1	1		1	15	20	75%
Tierra													1		1				1		3	20	15%
Piedra															1						1	20	5%
Madera																					0	20	0%
Tabla											1										1	20	5%
Cerámica	1		1					1						1							4	20	20%
Alfombra																					0	20	0%
Otro																					0	20	0%

Fuente: propia.

➤ **Viviendas construidas con personal capacitado y experto.**

Como se observa en la Tabla 27 solo la vivienda 17 conto con orientación profesional en este caso de una Ingeniera Civil formando el 5% de la encuesta total, una de las personas encuestadas correspondiente a la vivienda 3 desconoce acerca de la participación de personal profesional en el proceso de diseño y construcción de la vivienda, y las 18 viviendas restantes afirmaron que no contaron con la participación de personal profesional para la construcción.

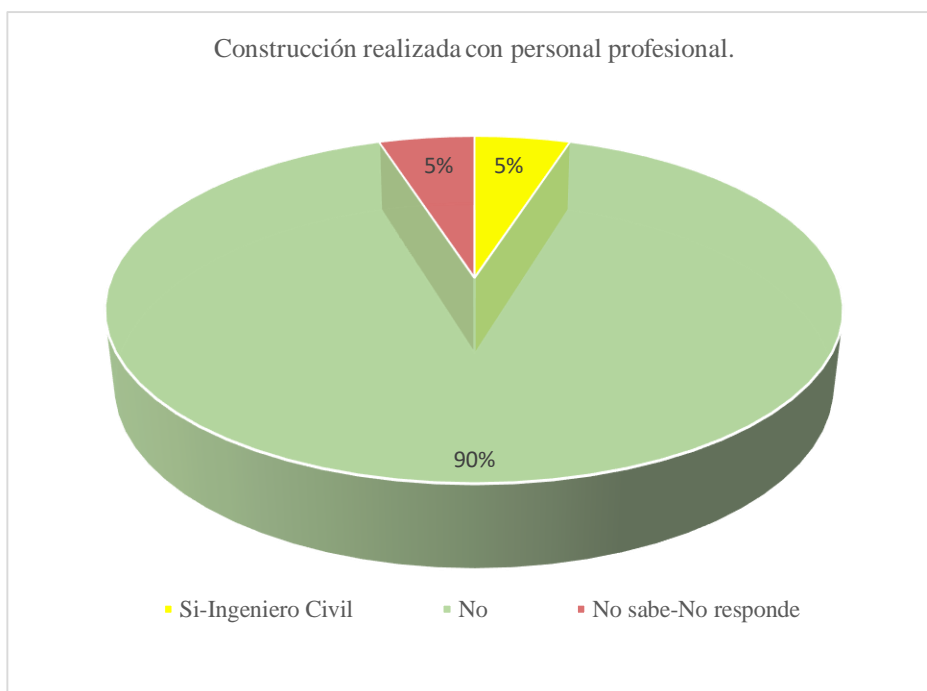
Se observa en Figura 9 que el 90% de las viviendas no fue construida con personal capacitado, en esta vereda se encontró que la mayoría se construye con ayuda de personal no capacitado. Una de las consecuencias de realizar construcciones sin personal capacitado es deficiencias en el proceso constructivo afectando la calidad y seguridad de vida de los habitantes.

Tabla 27. Construcción de la vivienda con personal profesional.

¿LA CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA SE REALIZÓ CON PERSONAL PROFESIONAL, CAPACITADO Y EXPERTO EN EL CAMPO?	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
Si-Ingeniero Civil																	1				1	20	5%	
No	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				1	1	1	18	20	90%
No sabe-No responde			1																			1	20	5%

Fuente: propia.

Figura 9. Porcentaje de viviendas construidas con orientación profesional.



Fuente: propia.

La Imagen 11 e Imagen 12 corresponden a deficiencias en el proceso constructivo derivado de la falta de participación de personal profesional experto, estas imágenes son una muestra de las irregularidades en procesos constructivos que ponen en riesgo la seguridad y vida de las personas que habitan allí, ya que hasta el momento según información de la persona encuestada no han pensado en derribar el muro y construirlo sin la roca.

*Imagen 11. Malas prácticas de construcción en la vereda San Eugenio.*



*Fuente: propia*

*Imagen 12. Error en proceso constructivo-Vereda San Eugenio.*



*Fuente: propia.*

➤ **Posibles riesgos en la vivienda debido a su ubicación.**

El mayor riesgo que perciben los habitantes encuestados es el agrietamiento en las viviendas debido al tipo de suelo en un 55%, seguido de la percepción del colapso estructural en un 30% debido a que las viviendas no cuentan con vigas y columnas que permitan que las estructuras tengan capacidad de disipación de energía ante la ocurrencia de un terremoto.

El 15% corresponde al riesgo de derrumbe, 10% percepción del riesgo de hundimiento en las viviendas el cual se produce por asentamientos diferenciales del suelo y la falta de cimentación en la construcción de la vivienda.

El 5% correspondiente a una vivienda percibe riesgo de caída de árboles ya que la vivienda tiene cercanía a estos, el 25% de las personas encuestadas no percibe ningún tipo de riesgo en sus viviendas, hay casos de personas encuestadas que perciben hasta 3 riesgos diferentes en sus viviendas como se detalla en la Tabla 28.

*Tabla 28. Riesgos en las viviendas.*

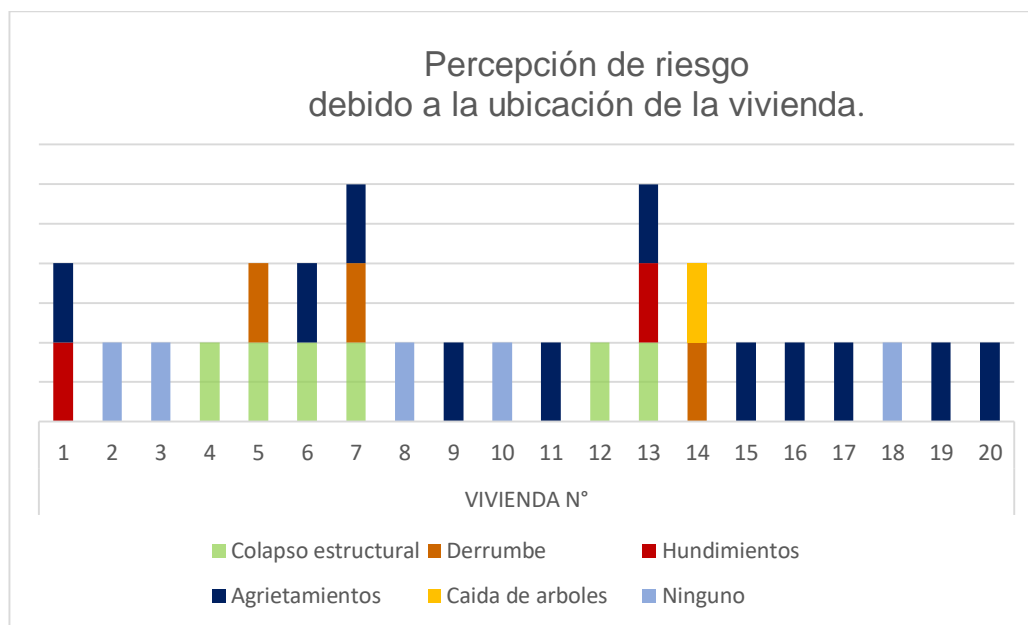
RIESGO	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Colapso estructural				1	1	1	1						1	1							6	20	30%
Derrumbe					1		1								1						3	20	15%
Hundimientos	1													1							2	20	10%
Agrietamientos	1					1	1		1		1		1		1	1	1		1	1	11	20	55%
Caída de árboles															1						1	20	5%
Ninguno		1	1					1		1									1		5	20	25%

*Fuente: propia.*

En la Figura 10 se presentan viviendas como N1 en la cual se perciben dos tipo de riesgo, hundimientos y agrietamientos, la figura detalla para cada una de las viviendas los riesgos que se perciben debido a la ubicación.



Figura 10. Percepción de riesgos en la vivienda asociados a su ubicación.



Fuente: propia.

➤ **Percepción del estado actual de la vivienda.**

Como se observa en la Tabla 29, el 70% de las personas encuestadas consideran que su vivienda se encuentra en buen estado, el 25% correspondiente a 5 viviendas percibe el estado de su vivienda como deteriorada, y 1 vivienda correspondiente al 5% considera que su vivienda tiene deficiencia por agrietamientos.

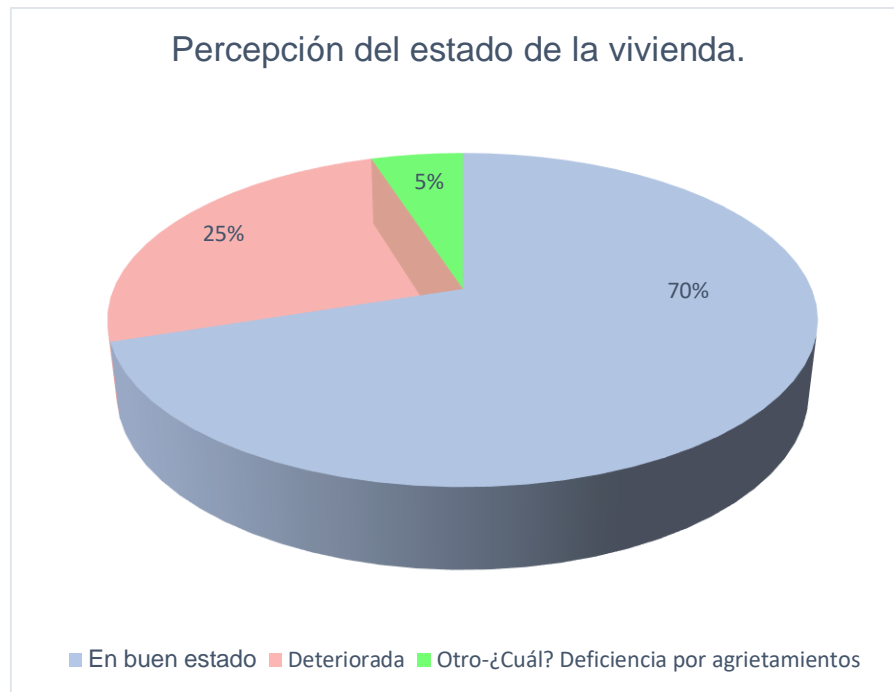
Tabla 29. Percepción del estado de la vivienda.

ESTADO	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Deteriorada					1	1	1					1	1								5	20	25%
En buen estado		1	1	1				1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	14	20	70%
Hacinamiento																					0	20	0%
Inhabitable																					0	20	0%
Ninguno																					0	20	0%
Otro-¿Cuál? Deficiencia por agrietamientos	1																				1	20	5%

Fuente: propia.

De acuerdo a la información del Figura 11 la percepción de deficiencia por agrietamientos se puede relacionar con diferentes aspectos en general la falta de elementos estructurales como vigas y columnas, y el porcentaje de percepción de deterioro tiene implicaciones en el proyecto ya que se proponen estrategias que mejoren la percepción del estado de la vivienda.

Figura 11. Percepción del estado de la vivienda.



Fuente: propia.

## ➤ PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SOCIAL

### ➤ Tipo de población.

Como se puede detallar en la Tabla 30 del total de 20 personas encuestadas, solo dos de ellas equivalentes al 10% de la muestra total pertenece a población desplazada y el 90% restante no pertenece al ninguno de los tipos de población relacionados en la encuesta.

Este parámetro incide en el proyecto al momento de plantear estrategias de construcción sostenible que sean económicamente viables y puedan ser exequibles para todo tipo de población.

Tabla 30. Tipo de población.

POBLACIÓN	VIVIENDA N°																TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				17	18	19	20	
Desplazada												1	1									2	20	10%
Refugiados																						0	20	0%
Comunidad Indígena																						0	20	0%
Persona con discapacidad																						0	20	0%
Ninguno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	18	20	90%

Fuente: propia.

➤ Nivel de estudios

El 60% de las personas encuestadas cuenta con estudios primarios, el 25% estudios secundarios, y los niveles técnico, tecnológico y profesional un con un 5% para cada uno. En la Tabla 31 se puede detallar el nivel de estudios de las personas de acuerdo con el número de vivienda.

Tabla 31. Nivel de estudios de la población encuestada.

¿CUAL ES SU NIVEL DE ESTUDIOS?	VIVIENDA N°																TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16				17	18	19	20
Estudios primarios		1	1		1	1	1					1	1		1	1		1	1	1	12	20	60%
Estudios secundarios	1								1	1	1			1							5	20	25%
Técnico								1													1	20	5%
Tecnológico				1																	1	20	5%
Profesional																		1			1	20	5%
Especialista																					0	20	0%
Ninguno																					0	20	0%
Otro-¿Cuál?																					0	20	0%

Fuente: propia.

➤ **Situación laboral actual.**

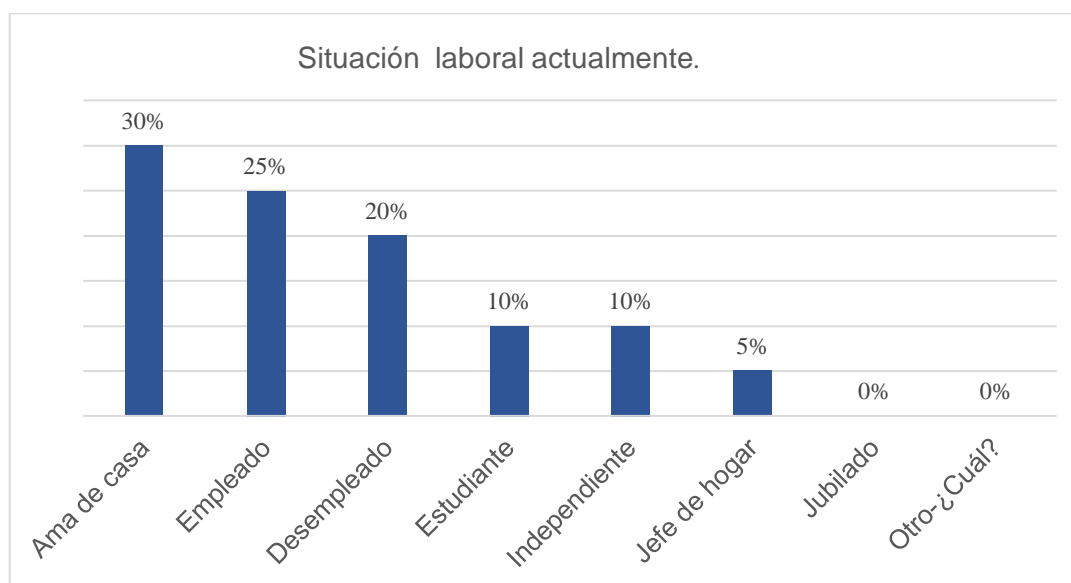
De las personas encuestadas el 30% corresponde a mujeres amas de casa, 25% conformado por 5 personas en estado actual de empleados, 20 % desempleados, 2 personas conformando el 20% que se encuentran estudiando, 10% son personas independientes que se sostienen de comercializar productos que realizan en sus hogares como almojóbanas o cría de gallinas para venta de huevos, el 5% corresponde a un hombre jefe de hogar. De las personas encuestadas ninguna es jubilada por lo cual no cuentan con beneficios de pensión.

*Tabla 32. Situación laboral actualmente.*

¿CUAL ES SU SITUACION LABORAL ACTUALMENTE ?	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Desempleado					1					1							1		1		4	20	20%
Jubilado																					0	20	0%
Empleado							1	1				1	1								5	20	25%
Ama de casa	1	1	1								1			1	1						6	20	30%
Jefe de hogar						1															1	20	5%
Estudiante				1					1												2	20	10%
Independiente																1		1			2	20	10%
Otro-¿Cuál?																					0	20	0%

*Fuente: propia.*

*Figura 12. Porcentajes de situación laboral actual.*



*Fuente: propia.*

➤ **Servicios públicos en la vivienda.**

Como se muestra en la Tabla 33 la encuesta aplicada relacionó los tipos de servicios básicos con los que debería contar una vivienda, encontrando que en la vereda San Eugenio el 95% de las viviendas tienen servicio de acueducto a excepción de una vivienda que no cuenta con este servicio por demora en la instalación de la tubería

El 100% de las viviendas cuentan con servicio de energía eléctrica, aunque de acuerdo a información obtenida al realizar la encuesta, el servicio de energía eléctrica es deficiente y ocasionalmente presentan apagones.

Este parámetro tiene implicaciones en el proyecto al diseñar estrategias de construcción sostenible para el aprovechamiento de los recursos naturales en la ya que se evidencio esta vereda no hay servicio de alcantarillado ni servicio de aseo, por lo cual las familias encuestadas indicaron que realizan quema de basuras.

Adicionalmente no hay servicio de red de gas natural, ni internet; se encontró que la señal de redes de telecomunicación en este lugar es baja, la deficiencia en la calidad de los servicios públicos de la vereda San Eugenio afecta la calidad de vida de sus habitantes.

*Tabla 33. Servicios públicos en la vivienda.*

SERVICIOS	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Acueducto	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	20	95%
Alcantarillado																					0	20	0%
Aseo																					0	20	0%
Gas																					0	20	0%
Energía	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	20	100%
Internet																					0	20	0%
Ninguno																					0	20	0%

*Fuente: propia.*

➤ **¿Cómo se cocinan los alimentos en la vivienda?**

El 95% de las personas encuestadas utilizan en su vivienda gas en pipeta debido a que no hay red de gas natural, se encontró una persona correspondiente al 5% restante que utiliza leña al utilizar este recurso para cocinar, se genera daños a la salud ocasionando distintas enfermedades como es el caso de pulmonares, respiratorias y musculares.

Tabla 34. Detalle del material que utilizan las viviendas para cocinar.

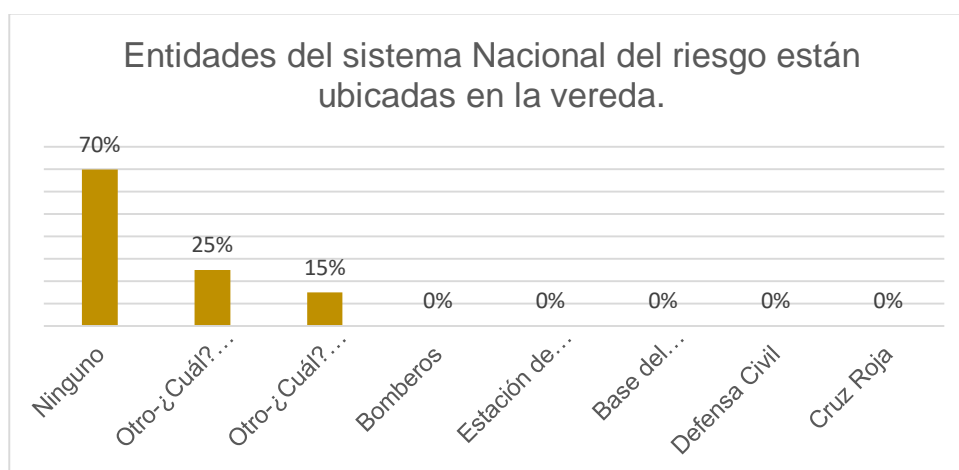
¿CÓMO COCINAN LOS ALIMENTOS?	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Gas natural-Red																					0	20	0%
Gas en pipeta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	19	20	95%
Gasolina																					0	20	0%
Electricidad																					0	20	0%
Leña													1								1	20	5%
Otro-¿Cuál?																					0	20	0%

Fuente: propia.

➤ **Entidades del sistema Nacional del riesgo están ubicadas en la vereda.**

La vereda San Eugenio no cuenta con entidades del Sistema Nacional de riesgo ubicadas allí, de acuerdo a la información de la Figura 13 el 70% de la población encostada concuerda con que no hay ninguna entidad con presencia permanente en la vereda. El 25% indica que la Policía Nacional hace recorridos en moto y el 15% ha presenciado recorridos del ejército Nacional durante el día en esta zona, las demás entidades que se relacionan con 0% son las que se relacionaron en la encuesta y no tienen presencia en la vereda de acuerdo a la información de la comunidad.

Figura 13. Entidades del Sistema Nacional del riesgo ubicada en la vereda.



Fuente: Propia.

➤ **Ubicación de la vivienda en zona de alto riesgo.**

La Tabla 35 permite conocer detalladamente la respuesta de cada una de las viviendas ante la pregunta ¿Tiene conocimiento acerca de si su vivienda se encuentra ubicada en zona de alto riesgo?. El 85% correspondiente a 17 personas no tiene conocimiento acerca de si su vivienda se encuentra en ubicación de zona alto riesgo, el 10% indica que si es consciente de este riesgo por ubicación y solo una persona correspondiente al 5% restante no sabe acerca de si su vivienda se encuentra en zona de alto riesgo.

*Tabla 35. Ubicación de la vereda en zona de alto riesgo.*

CONOCIMIENTO ACERCA DE SI LA VIVIENDA SE ENCUENTRA EN UBICACIÓN DE ALTO RIESGO	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Si					1							1									2	20	10%
No	1	1		1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	17	20	85%
No sabe /No responde			1																		1	20	5%

*Fuente: propia.*

➤ **Instituciones ubicadas en zona de alto riesgo.**

La Tabla 36 indica que el 95% de los encuestados señala que no hay instituciones ubicadas en zona de alto riesgo en la vereda, el 5% restante no tiene conocimiento acerca del posible riesgo por ubicación de alguna entidad en la zona.

➤ **Información sobre cómo actuar ante un desastre natural**

Los resultados para esta pregunta se detallan en la Tabla 37, se muestra la respuesta de cada una de las viviendas indicando que el 50% de las personas no sabe cómo actuar cuando se presente un desastre natural, el 50% restante respondió asertivamente.

Se puede concluir que hace falta más información en la vereda por parte de las entidades encargadas de orientar a las personas, para que ante una emergencia tengan claro los procesos de evacuación en pro de preservar la seguridad y vida de las personas.

Tabla 36. Instituciones en zonas de alto riesgo.

CONOCIMIENTO ACERCA DE SI HAY INSTITUCIONES EN SU VEREDA COMO COLEGIOS, CENTROS DE SALUD, COMEDORES COMUNITARIOS, QUE SE ENCUENTREN EN ZONA DE ALTO RIESGO	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Si-¿Cuáles?																					0	20	0%
No	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	20	95%
No sabe /No responde			1																		1	20	5%

Fuente: propia.

Tabla 37. Conocimiento acerca de cómo actuar ante un desastre natural.

HA RECIBIDO INFORMACIÓN SOBRE CÓMO ACTUAR ANTE UN DESASTRE NATURAL	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Si	1		1	1			1		1		1	1		1	1		1				10	20	50%
No		1			1	1		1		1			1			1		1	1	1	10	20	50%
No sabe /No responde																					0	20	0%

Fuente: propia.

➤ **Ruta del sistema de transporte en la vereda**

Como se puede observar en la Figura 14 El 100% de las personas encuestadas indicó que no hay una ruta del sistema de transporte que llegue hasta la vereda, esto también se pudo evidenciar al realizar el recorrido en la vereda para el desarrollo de este proyecto, esto afecta la calidad de vida de las personas de la vereda pues tienen que caminar durante aproximadamente 30-45 minutos para llegar a sus viviendas, la vía no cuenta con alumbrado público dificulta el recorrido de las personas en las horas de la noche.



Figura 14. Ruta de transporte en la vereda.



Fuente: propia

➤ **Material de las vías de la vereda**

Como se observa en Tabla 38 el total de las personas encuestadas respondió que en este momento la vía se caracteriza por estar compuesta por material de afirmado, esto deja ver que la vereda no recibe la atención que debería por parte de la administración municipal y su responsabilidad mejorar la calidad de vida de las personas que habitan en este lugar, a diferencia de otras veredas que como se realizó en el análisis de la Tabla 7 veredas si cuentan con vías en placa huella entre otros materiales que facilitan la movilidad de sus habitantes.

Tabla 38. Material de las vías.

MATERIAL DE LAS VÍAS	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Placa huella																					0	20	0%
Afirmado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	20	100%
Pavimento rígido																					0	20	0%
Pavimento articulado																					0	20	0%
Pavimento flexible																					0	20	0%
Adoquín																					0	20	0%
Ninguno																					0	20	0%

Fuente: propia

De acuerdo a Figura 15, la Administración podría destinar presupuesto para la construcción de las vías en esta vereda e incluir a la comunidad en el proceso, se podría realizar estudios para el diseño del pavimento en el que podrían tener en cuenta el plástico.

Ya que este es un material que generalmente se quema en la vereda y se podría utilizar para mejorar las propiedades de resistencia de este material para las vías, con esto se podría fomentar la cultura de aprovechamiento de los residuos de los que generalmente se desechan sin dar otros usos

Y así incluir a la comunidad en un proceso en el cual ellos aporten con el reciclaje del plástico, un material que será útil para la construcción de su vía, y al mismo tiempo se incrementa la responsabilidad ambiental y se crea conciencia de la importancia del reciclaje y aprovechamiento de los residuos.

*Figura 15. Material de las vías.*



*Fuente: propia.*

➤ **PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL**

➤ **Aprovechamiento de residuos orgánicos**

Como se observa en la Tabla 39 el 55% de los encuestados realiza proceso de abonos orgánicos, el 40% correspondiente a 8 personas no realiza ningún proceso de aprovechamiento de residuos orgánicos, y 1 de las 20 personas encuestadas formando el 5% realiza proceso de aprovechamiento de residuos orgánicos por medio de lombricultura.

*Tabla 39. Procesos realizados en la vivienda para aprovechamiento de residuos orgánicos.*

PROCESO	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Compostaje	1	1		1	1	1		1	1			1			1			1		1	11	20	55%
Biogás																					0	20	0%
Lombricultura																	1				1	20	5%
Otro-¿Cuál?																					0	20	0%
Ninguno			1				1		1	1		1	1		1				1		8	20	40%

*Fuente: propia*

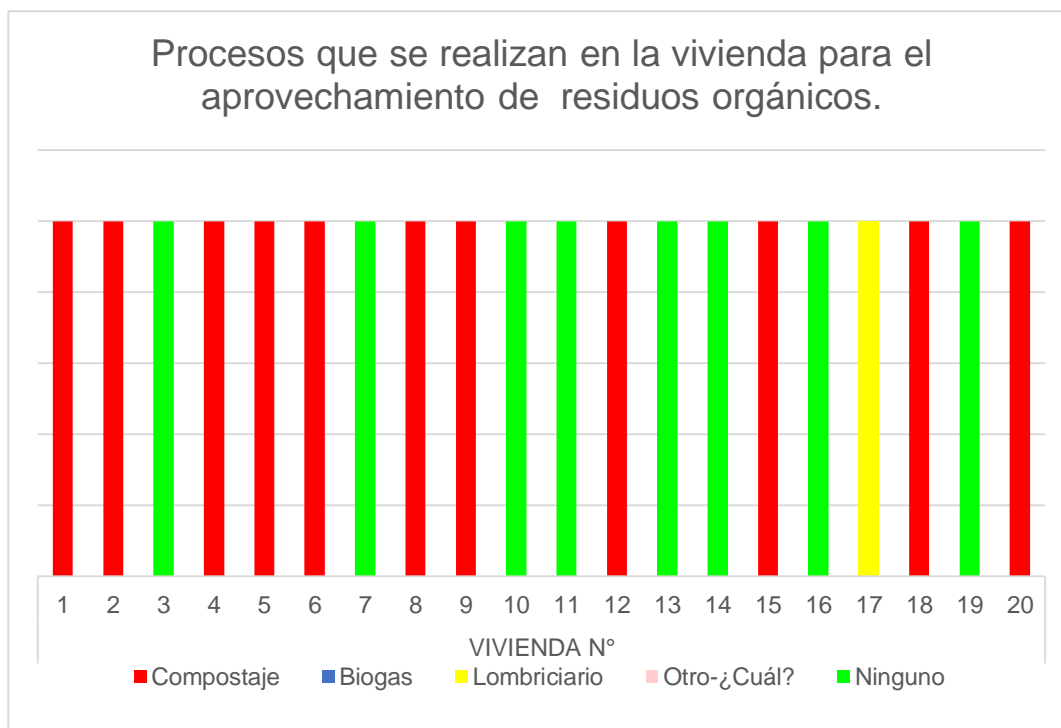
En la Figura 16 se puede realizar de acuerdo al número de vivienda, el tipo de proceso de proceso que realizan para el aprovechamiento de los residuos orgánicos.

En la figura las viviendas señaladas en rojo realizan proceso de abonos compostaje que, de acuerdo a la información suministrada por los habitantes al realizar la encuesta, consiste en la utilización de residuos orgánicos como restos de comida y aplicarlos sobre el suelo para mejorar su fertilización.

La vivienda N° 17 representada por color amarillo, realiza proceso de lombricultura-conocido por la persona encuestada como lombricultor, que consiste en aprovechamiento de humus de las lombrices derivado del consumo de materia orgánica el cual aporta abono a la tierra evitando así el uso de fertilizantes químicos.

Conocer acerca del proceso de aprovechamiento de residuos orgánicos tiene implicación en este proyecto al diseñar estrategias que permitan fomentar la cultura de manejo adecuado y aprovechamiento de residuos orgánicos, ya que estos siempre atraviesan por un proceso de descomposición en el cual se generan gases contaminantes al medio ambiente como es el metano y el dióxido de carbono que contribuyen al aumento del cambio climático.

Figura 16. Procesos de aprovechamiento en las viviendas.



Fuente: propia.

➤ **Realiza separación y reciclaje de materiales**

La Tabla 40 se observan de acuerdo al número de vivienda ,los materiales que se reciclan allí, y de acuerdo a la información obtenida se obtuvo que el reciclaje de material de vidrio y plástico tienen un porcentaje de 50% para cada uno

Seguido del material de cartón con un 40%, metal y papel con 30% y 25% respectivamente, y madera un 15%, el 35% realiza separación de restos comidas para alimentar animales y realizar procesos de compostaje.

Tabla 40. Reciclaje de materiales.

MATERIAL	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Cartón	1			1				1	1		1			1	1		1				8	20	40%
Vidrio	1	1	1					1	1		1	1		1	1		1				10	20	50%
Plástico	1	1	1			1		1	1		1			1	1				1		10	20	50%
Papel									1		1					1		1			4	20	20%
Madera		1											1					1			3	20	15%
Metal		1	1	1						1	1								1		6	20	30%
Separación de los restos de comida	1	1							1	1					1	1		1			7	20	35%
Ninguno					1								1			1			1	1	5	20	25%
Otro-¿Cuál?																					0	20	0%

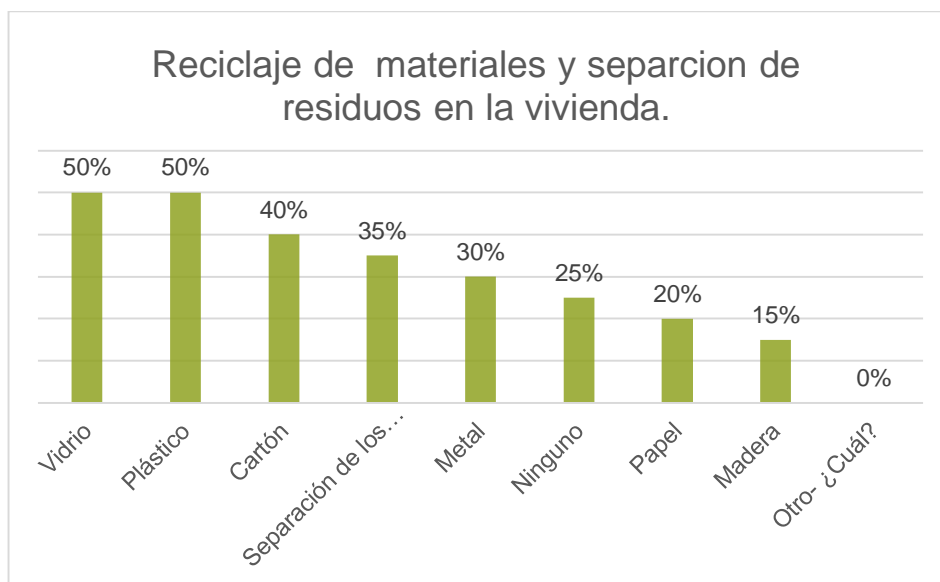
Fuente: propia

De la Figura 16 se puede observar que los materiales de vidrio y plástico son los más reciclados, esto influye en el desarrollo de este proyecto para la implementación de estrategias de construcción sostenible que fomenten en las personas la cultura de reciclaje y separación correcta de estos materiales.

Debido a que como se mencionó anteriormente esta vereda no cuenta con servicio de recolección de basuras, por lo cual sus habitantes realizan quema de basuras que como se explica a continuación es un proceso que genera gases altamente contaminantes para el medio ambiente y que afectan la salud de las personas.

“La quema de la basura que genera un humo (carbón) con gran cantidad de sustancias químicas dañinas para el hombre y contaminantes para el ambiente: monóxido de carbono, dióxido de azufre, material particulado, metales pesados, dioxinas, furanos y CO2 (Dióxido de Carbono), gas de efecto invernadero que causa el cambio climático”(Carrasquel, 2018).

.Porcentaje de reciclaje de materiales y separación de residuos.



Fuente: propia

➤ **Protección del medio ambiente incentivado por la Administración Municipal.**

Este parámetro permite evidenciar la percepción que tiene la comunidad con la responsabilidad de las entidades municipales en el cuidado del medio ambiente, el 40% de las personas encuestadas indicaron que la administración municipal les ha dado semillas de árboles nativos para sembrar, el 10% indicaron que la administración promueve el reciclaje, el 5% cuidado del agua, y una persona formando el 5% también indicaron el cuidado del bosque.

El 40% respondió negativamente a la pregunta dejando ver que no perciben compromiso por parte del Municipio con la incentivación del cuidado del medio ambiente.

La *Figura 17* indica la percepción de cada una de las viviendas sobre la promoción de la Administración Municipal y el cuidado del medio ambiente, se puede observar que la siembra de árboles ha sido la más señalada por las viviendas.

Pero se puede determinar que si hace falta la intervención de las entidades del Municipio en la prestación del servicio de aseo para la vereda buscando que la recolección de basuras se pueda realizar a través de camiones destinados para este fin y así evitar que se siga realizando la quema de estas y evitar a futuros daños como incendios forestales por la realización descontrolada de esta actividad

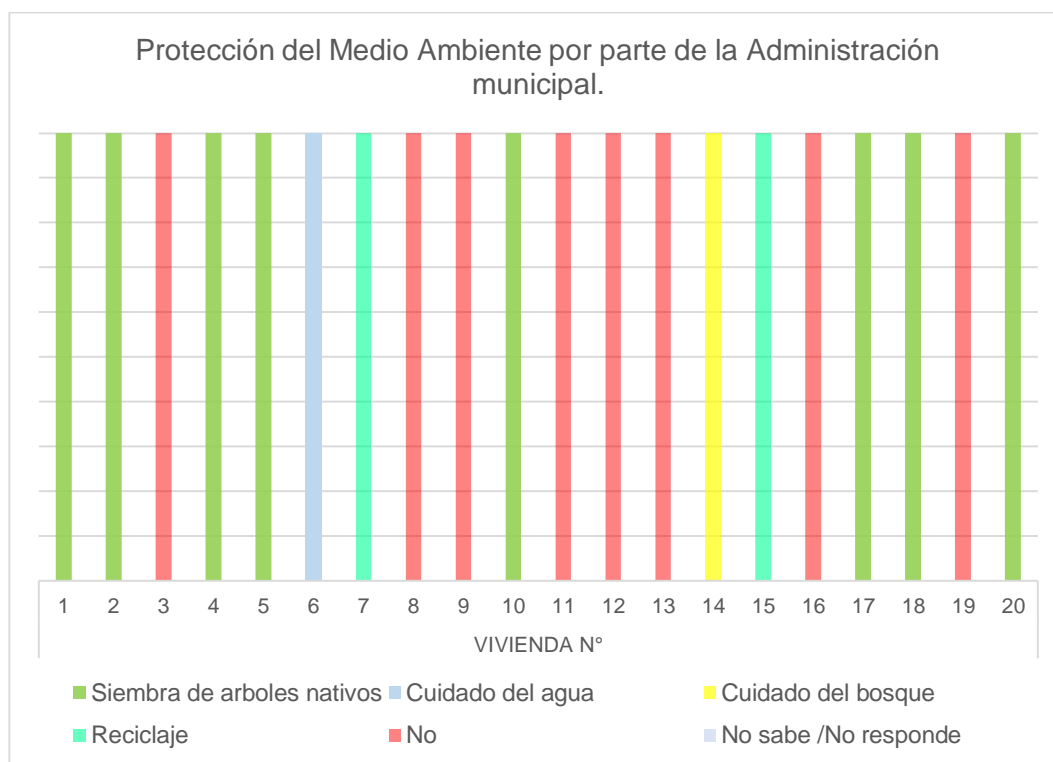
Tabla 41. Protección del medio ambiente.

LA ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL INCENTIVA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Si- ¿Qué actividades se han realizado?																					0	20	0%
Siembra de árboles nativos	1	1		1	1					1							1	1		1	8	20	40%
Cuidado del agua						1															1	20	5%
Cuidado del bosque													1								1	20	5%
Reciclaje							1							1							2	20	10%
No			1					1	1		1	1	1		1				1		8	20	40%
No sabe /No responde																					0	20	0%

Fuente: propia.

Se evidencio al realizar la encuesta que la quema de basuras es una acción que los habitantes perciben como normal y no se puede seguir fomentando esta cultura entre las futuras generaciones.

Figura 17. Percepción del cuidado del Medio Ambiente.



Fuente: propia

➤ **Vulnerabilidad de la vivienda frente a diferentes riesgos.**

Como se puede detallar en la *Tabla 42* la mayor vulnerabilidad percibida en las viviendas corresponde en un 100% a vientos fuertes lo que ha ocasionado el levantamiento de las cubiertas de las viviendas.

Se puede observar que 12 personas indicaron el riesgo por temperaturas extremas conformando un 60%, seguido de la vulnerabilidad de la vivienda frente a incendios forestales con un 35%, 3 de las 20 personas indicaron el riesgo por contaminación de la red de acueducto con un formando un 15%, y solo una persona indico la vulnerabilidad por inundaciones ya que, al responder la encuesta, indico que debido a la ubicación de su vivienda había sufrido por inundación.

*Tabla 42. Percepción de riesgos en la vivienda.*

RIESGO	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Incendios forestales	1			1	1		1						1			1		1			7	20	35%
Contaminación del acueducto	1						1											1			3	20	15%
Temperaturas extremas Frio-Calor	1	1	1		1	1	1			1		1	1	1					1	1	12	20	60%
Inundaciones													1								1	20	5%
Vientos fuertes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	20	100%
Ninguna																					0	20	0%

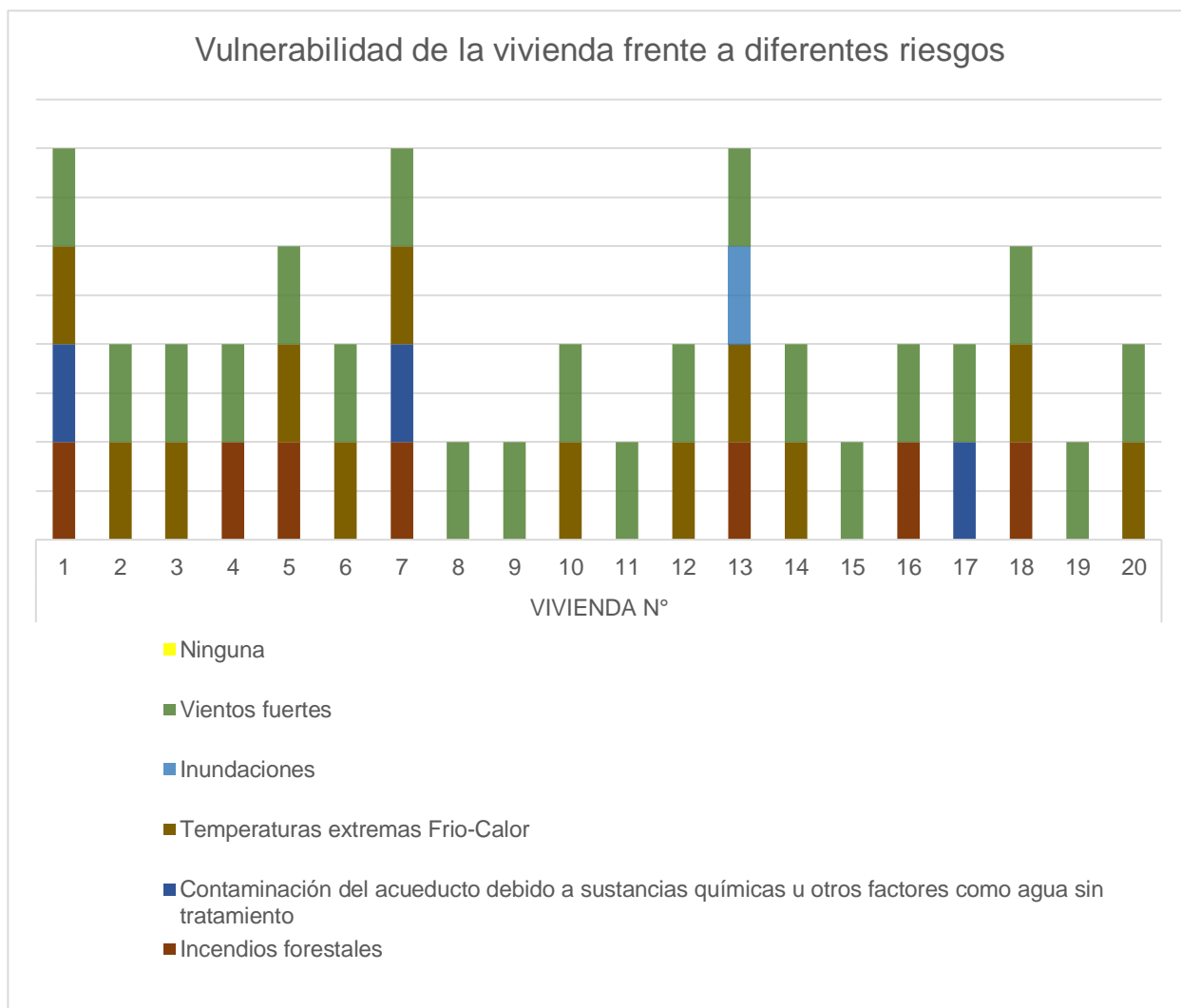
*Fuente: propia*

Como se puede ver en la *Figura 18* en las viviendas se perciben diferentes riesgos a excepción de las viviendas 8,9,15 y 19 que solo señalaron la vulnerabilidad de la vivienda por vientos fuertes.

El análisis de esta información influye en el proyecto al diseñar estrategias que mitiguen la vulnerabilidad que se perciben en la vivienda por los factores señalados anteriormente buscando así contribuir al mejoramiento de calidad de vida de las personas y al aprovechamiento de los recursos naturales como se observara más adelante en la propuesta de diseño de las estrategias de construcción sostenible.



Figura 18. Riesgos percibidos en cada vivienda.



Fuente: propia.

➤ **Afectaciones ambientales en la vereda debido al Embalse del Muña.**

Se observa en la Tabla 43 los factores señalados por los encuestados en cada una de las viviendas como aquellos que afectan la vereda debido a la ubicación del embalse del Muña.

El 70% indicaron que el factor que más los afecta está relacionado con los malos olores, seguido de los zancudos con un 55%, moscos con 35%, 20% indicaron enfermedades de gripa, 10% enfermedades cutáneas, 1 persona correspondiente al 5% indico el riesgo de contaminación de fuentes hídricas por la descarga del río Bogotá recordando que en sus indicios el embalse no se encontraba contaminado

y era un cuerpo de agua en el cual se podían realizar diferentes actividades como navegación y pesca., el 25% correspondiente a 5 encuestados no percibe ningún riesgo.

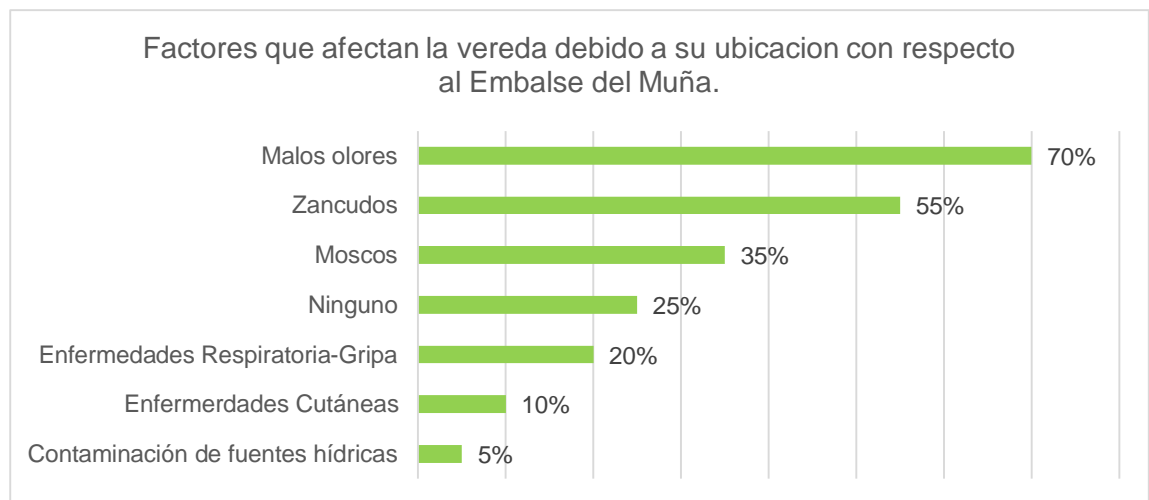
*Tabla 43. Factores que afectan la vivienda.*

FACTORES	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Zancudos	1	1	1	1		1	1					1	1		1	1				1	11	20	55%
Moscas		1		1	1		1						1	1		1					7	20	35%
Malos olores		1	1	1	1	1	1		1				1	1	1	1	1	1		1	14	20	70%
Contaminación de fuentes hídricas		1																			1	20	5%
Enfermedades Respiratoria-Gripa	1	1		1	1																4	20	20%
Enfermedades Cutáneas	1						1														2	20	10%
Ninguno								1		1	1	1								1	5	20	25%

*Fuente: propia*

En la Figura 19 se puede observar detalladamente el porcentaje de los riesgos que se perciben en la vereda debido a la ubicación del Embalse del Muña en el Municipio, el análisis de esta problemática influye en el proyecto al diseñar estrategias de construcción sostenible que permitan fortalecer la calidad del medio ambiente en la vereda.

*Figura 19. Porcentaje de factores que afectan a la vereda.*



*Fuente: propia*

➤ **Conocimiento acerca del climático en el mundo.**

De acuerdo a la Tabla 44 ,el 60% de las personas encuestadas no tiene conocimiento acerca del cambio climático en el mundo, el 50% restante respondió afirmativamente, en la tabla se relacionan las respuestas de las viviendas, como es el caso de la vivienda 1 en la cual el encuestado tiene conocimiento que el calentamiento global y la contaminación ambiental son factores que están relacionados con el cambio climático.

Dos personas indicaron la extinción de especies formando el 10%, 4 personas indicación el calentamiento global formando el 20% y la contaminación ambiental marco un 10%, el último factor es el de incendios forestales con un 5% correspondiente a una persona encuestada.

*Tabla 44. Conocimiento acerca del cambio climático.*

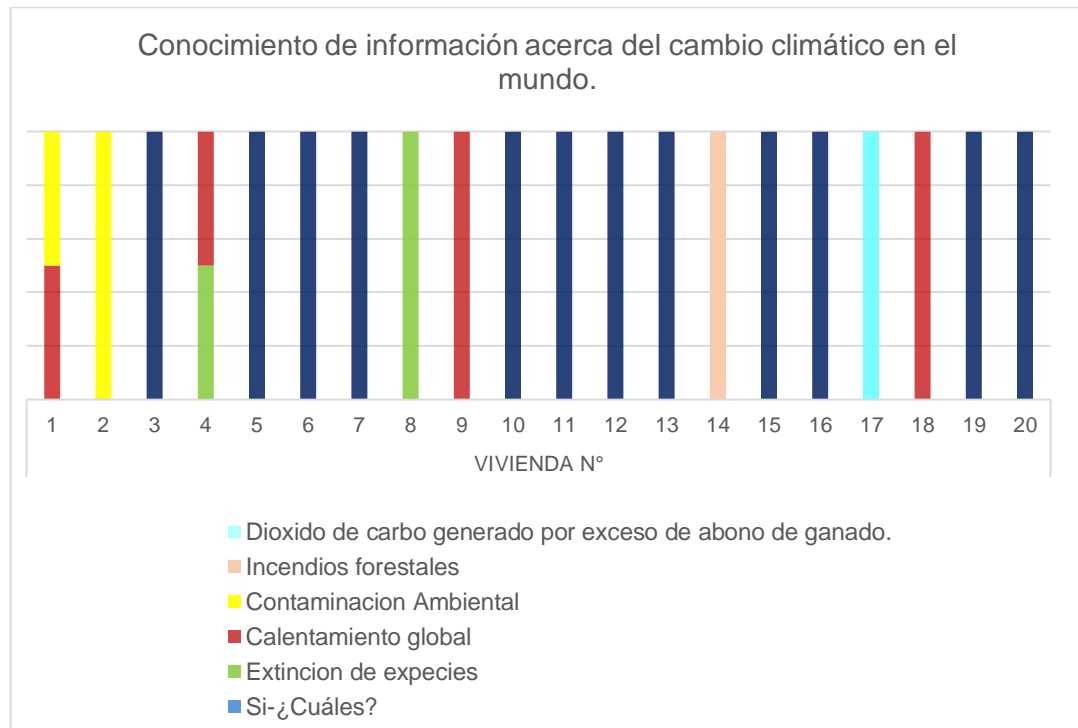
CONOCIMIENTO DE INFORMACIÓN ACERCA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MUNDO ASOCIADO A LAS REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES COTIDIANAS	VIVIENDA N°																				TOTAL	MUESTRA TOTAL	% TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
Si- ¿Cuáles?																					0	20	0%
Extinción de especies				1				1													2	20	10%
Calentamiento global	1			1					1										1		4	20	20%
Contaminación Ambiental	1	1																			2	20	10%
Incendios forestales														1							1	20	5%
Dióxido de carbono generado por exceso de abono de ganado.																		1			1	20	5%
No			1		1	1	1			1	1	1	1		1	1			1	1	12	20	60%

*Fuente: propia*

En la Figura 20, se presentan la respuesta de las viviendas, hay casos de viviendas que respondieron que tienen diferentes conocimientos como es el caso de la vivienda 1 en el cual la persona encuestada indica que la contaminación ambiental y el calentamiento global son factores que influyen en el cambio climático.

Esta información influye en este proyecto al diseñar estrategias que contribuyan a fomentar el conocimiento acerca del impacto ambiental que incide en el cambio climático, derivado de las acciones diarias que se realizan.

Figura 20. Conocimiento en la vivienda acerca del cambio climático.



Fuente: propia

Se puede concluir de este análisis, que sí se presenta vulnerabilidad física en las viviendas de esta vereda debido a la construcción realizada en su mayoría por personal no capacitado. Esto teniendo en cuenta que durante el proceso no se tuvieron en cuenta elementos estructurales vitales para la estabilidad de la estructura y capacidad de disipación de energía ante la ocurrencia de un evento sísmico.

En la vulnerabilidad social se puede concluir que en la Vereda San Eugenio hace falta aplicación de proyectos por parte de la Administración Municipal, para mejorar la calidad de vida de las personas actualmente no se cuenta con un sistema de recolección de basuras y que no existe sistema de alcantarillado. Además, el hecho de que no exista una ruta del sistema de transporte que llegue hasta la vereda, deja ver la falta de compromiso con este lugar y el impacto social que representa está asociado a que la vereda se llegue a sentir excluida y al margen de los proyectos formulados por la Administración Municipal y que se implementan en otras veredas del Municipio.

En el eje de vulnerabilidad ambiental se puede observar que va relacionada con la vulnerabilidad social, el aspecto más fuerte de vulnerabilidad ambiental percibido es la quema de basuras puesto que no se tiene conciencia total acerca de los impactos negativos que esta acción genera al medio ambiente y se percibe como normal. La falta de aprovechamientos de residuos orgánicos y correcta separación de los materiales aumentan vulnerabilidad ambiental en esta vereda.

De acuerdo con el análisis de la información obtenida al realizar la encuesta en la vereda San Eugenio, se puede concluir que se deben diseñar estrategias de construcción que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de las personas., Además que sirvan como modelo replicable a cualquier lugar en el que se deseen implementar, teniendo en cuenta que estas estrategias están relacionadas con la responsabilidad que tiene la Ingeniería Civil con la construcción de proyectos innovadores y ambientalmente sostenibles.

## 10. DIAGNÓSTICO DE TÉCNICAS, TECNOLOGÍAS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE IMPLEMENTADOS EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN COMUNIDADES VULNERABLES.

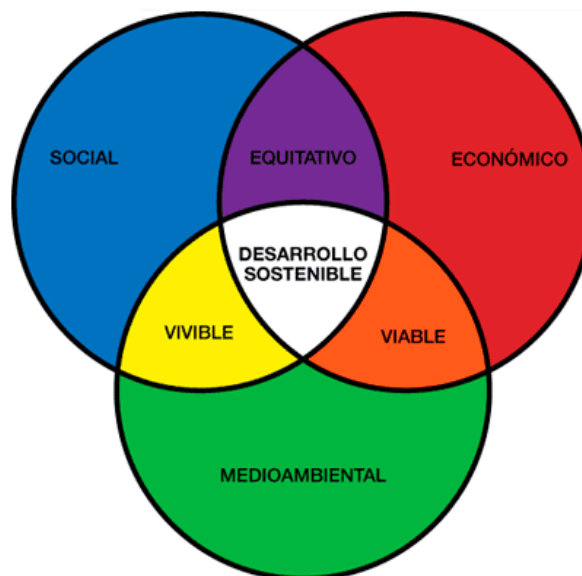
Este capítulo permite conocer técnicas, tecnologías y materiales que se utilizan en Colombia y en otros países para construcción de proyectos en comunidades vulnerables, tiene como objetivo conocer acerca de los elementos que permiten realizar proyectos que favorezcan la calidad de vida de las personas menos favorecidas y que contribuyan al cuidado de los recursos naturales.

### 10.1. DESARROLLO SOSTENIBLE

Se reconoce el desarrollo sostenible como “la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (United Nations, 1987). Esta definición se estableció en el informe Brundtland de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo en 1987, llamado Nuestro futuro común.

Para lograrlo “busca concientizar a la sociedad de realizar uso y manejo responsable de los recursos naturaleza, adicionalmente como se observa en la hay un equilibrio entre tres aspectos fundamentales que permiten alcanzar el desarrollo sostenible, la economía debe ser viable y equitativa, la sociedad equitativa y vivible y el medio ambiente vivible y viable” (Cuidemoselplaneta, 2019).

*Imagen 13. Equilibrio entre economía, sociedad y medio ambiente*



*Fuente:(Cuidemoselplaneta, 2019)*

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) se fundó en 1945 después de la segunda guerra mundial, 51 países se comprometieron a incrementar el respeto, la amistad y velar por el crecimiento y progreso de la sociedad, mejorar su calidad de vida y respetar los derechos humanos, actualmente 193 países conforman de esta organización, Colombia hace parte desde su fundación (Cancillería., 2019).

En septiembre de 2015 se aprobó por medio de la Asamblea General de la Naciones Unidas la agenda 2030 para el Desarrollo sostenible, la cual ha sido una de las más grandes en la historia de la ONU desde su fundación, en la cual se tuvo la participación de diferentes actores, como son entidades del gobierno, sociedad civil, sector de la educación entre otros.

Esta agenda representa una oportunidad para América Latina y El Caribe, debido a los temas que se encuentran directamente relacionados y que son prioritarios como son la pobreza, la desigualdad, cambio climático, crecimiento económico entre otros.

En esta agenda se establecieron 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) que son descendientes de los objetivos de desarrollo del milenio (ODM) que se determinaron en septiembre del año 2000 en la Cumbre del Milenio de las Naciones Unidas, estos ODS se establecieron para que los 193 países que actualmente hacen parte de la ONU tengan una guía de trabajo hasta el año 2030, con la que se pueda mejorar la calidad de vida de la población y simultáneamente proteger el medio ambiente.

Los objetivos de desarrollo sostenible son los siguientes 17 “Fin de la pobreza, Hambre cero, Salud y bienestar, Educación de calidad Igualdad de género, Agua limpia y saneamiento, Energía asequible y no contaminante, Trabajo decente y crecimiento económico, Industria innovación e infraestructuras. Reducir la desigualdad en y entre los países Ciudades y comunidades sostenibles, Producción y consumo responsables, Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático, Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos los mares y los recursos marinos. Vida de ecosistemas terrestres, Promover sociedades justas pacíficas e inclusivas, Alianzas para lograr los objetivos”(O.N.U, 2019).

Esta organización ha realizado un trabajo que todo el mundo sin excepción debería conocer, ya que estos objetivos incentivan a invertir en el desarrollo sostenible y son una estrategia que se debe aplicar para que a 2030 se hayan logrado cumplir en su totalidad.

Para esto los gobiernos y la población debe ser consciente del daño que producen las acciones diarias, el consumo y la manera en la que se están produciendo los artículos que satisfacen las necesidades básicas de la humanidad, la industria y la utilización de energías contaminantes, deben ser transformadas progresivamente hasta llegar al punto de que no se afecte al medio ambiente como está sucediendo

en la actualidad.

## **10.2. SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN Y SU EVOLUCION PROGESIVA HACIA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE.**

El sector de la construcción históricamente representa el avance de las civilizaciones debido a la necesidad de refugio inicialmente, las primeras construcciones que se realizaban no tenían el objetivo de ser permanentes debido a que las personas tenían un modo de vivir de manera nómada. De esta manera utilizaban para sus construcciones ramas de árboles, hojas o pieles de animales ya que estos les permitían poder trasladar sus viviendas debido a que no tenían gran peso.

Con el paso del tiempo, la población se vio en la necesidad de establecerse en un lugar y es allí donde empieza el crecimiento del sector de la construcción debido a que se empezaron a construir viviendas con materiales que aportaran más resistencia y durabilidad, estas construcciones se realizaban con piedra, arcilla, madera, metal, plástico entre otros.

Actualmente el sector de la construcción representa uno de los mayores promotores de la economía, ya que permite realizar inversiones en todo tipo de edificaciones, así mismo es un generador de empleo garantizando que las personas puedan contar con un ingreso estable y tengan una mejor calidad de vida en sus hogares. La construcción interviene en la satisfacción de las necesidades básicas y de desarrollo económico que tienen las personas y el país.

En general las construcciones de vivienda, edificios, aeropuertos, redes de acueducto y alcantarillado, vías, puentes, tunes, plantas de generación de energía como son las hidroeléctricas, plantas de tratamiento de agua potable, plantas de tratamiento de aguas residuales, permiten contribuir al desarrollo y crecimiento del país.

“A nivel mundial las actividades de construcción requieren 17% de consumo de agua dulce, 25% consumo de madera cultivada, genera el 33% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, consume el 40% de la energía y demanda el 40% de materias primas (aproximadamente 3000 millones de toneladas)” (Rozo, 2018).

Sin embargo, debido a la necesidad de contar con material para realizar estas construcciones, se realiza explotación de fuentes naturales para la obtención de arenas, arcillas, gravas, piedras que se encuentran en las orillas ríos, utilizados para la realización de pavimentos, estabilización y mejoramiento de la capacidad portante del suelo, fabricación de concretos, bloques, ladrillos, y la explotación minera para la obtención de carbón y metal entre otros.

“Los principales impactos ambientales en la etapa de extracción de materias primas



para la elaboración de un producto están relacionados con el consumo energético asociado a este proceso de extracción, la degradación y erosión de las tierras, las emisiones de gases contaminantes, las emisiones de gases de efecto invernadero y los contaminantes hídricos o del suelo. Otros factores a tener en cuenta en la etapa de extracción de materias primas son la peligrosidad y toxicidad de éstas”(Uncuma, 2019).

De acuerdo con esto, se evidencia que el campo de la Ingeniería civil representa un papel esencial en la sociedad y los materiales que se utilizan para la realización de obras y los procesos que requieren la ejecución de las mismas, deben manejarse de forma más responsable con el medio ambiente debido a las dificultades por contaminación que se viven actualmente, pérdidas de flora, fauna y ecosistemas.

Es así como en el año 2008 empieza en Colombia la práctica de la construcción sostenible que permite utilizar materiales e implementar estrategias para realizar construcciones que cumplan con los requerimientos de resistencia y calidad de acuerdo a la normatividad legal vigente.

Estos proyectos buscan que el impacto negativo al medio ambiente ocasionado por la construcción tradicional disminuya, permitiendo así que las futuras generaciones cuenten con obras de ingeniería de gran magnitud y puedan seguir disfrutando de la espacios y recursos naturales, para esto desde ya se debe crear conciencia sobre la utilización responsable y eficiente de los estos recursos naturales y promover el respeto por el medio ambiente.

### **10.3. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN COMUNIDADES VULNERABLES EN COLOMBIANAS.**

De acuerdo con el Ministerio de vivienda (Minvivienda) “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 ecología del entorno donde se construye la edificación”(Minvivienda, 2019b).

El Ministerio de vivienda da las características que debe tener una edificación para que se pueda denominar **edificio sostenible** las cuales se mencionan a continuación:

“Eficiencia energética.

Eficiencia en agua.

Materiales de construcción de baja energía embebida.

Calidad del ambiente interior.

Sostenibilidad del emplazamiento.

Edificaciones y entorno exterior.

Sostenibilidad urbana”(Minvivienda, 2019b).

Según “el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), con la construcción de este tipo de edificaciones se reduce el consumo de energía en un 50 por ciento y de agua en un 40 por ciento; hay menor generación de emisiones de gases con efecto invernadero y es mínima la generación de escombros en su construcción y además la proyección de reutilización de materiales es de un 70 por ciento”(Portafolio, 2015).

Actualmente en Colombia la realización de proyectos de construcción sostenible se incrementa debido a los diferentes beneficios ambientales como son manejo ahorro de agua debido a que se reduce su desperdicio, mejoramiento de calidad del aire ya que se crean edificios estratégicamente para que tengan ventilación natural y así se logra disminuir la utilización de elementos como el aire acondicionado y esto a su vez se traduce en ahorro energético y económico.

Este tipo de proyectos cuenta con un valor agregado al competir en el mercado, exención del impuesto al valor agregado (IVA), posibilidad de acceder a créditos con tasas de interés más bajas entre muchos más y beneficios sociales que permiten aumentar la calidad de vida ya que con estas construcciones las personas pueden percibir un entorno más saludable con calidad de aire, más zonas verdes que permitan tener lugares para el esparcimiento y recreación.

Colombia actualmente cuenta con un “19,6% de pobreza multidimensional que mide aspectos de educación, trabajo, salud, servicios públicos domiciliarios y las condiciones de vivienda digna, según cifras del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), esta cifra aumento 1,8% respecto al año 2016”(OROZCO, 2019).

El Plan Nacional de desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad” expedido de acuerdo a la ley 1955 del 25 de mayo de 2019, da la hoja de ruta que va a seguir el gobierno nacional durante los próximos años y en el busca fomentar el emprendimiento en el país, lograr que sea más equitativo y asentar las bases de legalidad, con el fin mejorar la calidad de vida de los colombianos y obtener igualdad de oportunidades, teniendo en cuenta que Colombia espera poder cumplir a 2030 los ODS.

De acuerdo a la Imagen 14,” las cifras promedio del DANE para el año 2017, indican que habían 24,7 millones de colombianos que se encuentran laborando, y de esta cifra, 22,4 millones contaban con un empleo sin embargo 14,1 millones de colombianos desarrollaban actividades laborales informales lo que les implicaba que no podían realizar cotizaciones al sistema de pensiones”(DNP, 2019a).

“Esto representaba para 2017 una tasa de informalidad de 63%, de los 24,7 millones de colombianos, 2,3 millones no contaban con un empleo generando así una tasa de desempleo del 9,4%,.Adicionalmente el DANE indica cifras de desempleo por

género en las cuales el 12,3% corresponden a mujeres y 15,5% a jóvenes”(DNP, 2019a).

Imagen 14. Datos promedio 2017. DANE-GEIH, 20.



Fuente:(DNP, 2019a)

El gobierno, con el fin de disminuir estas tasas, planteo objetivo que permitirán que los colombianos puedan acceder a mayores oportunidades de empleo digno, para esto estarán disponible el Servicio Público de empleo que permitirá que 2.000.000 millones de personas puedan contar con guía para mejorar su perfil laboral y así seguir una ruta de empleo apoyado por personal experto.

También el Gobierno Implementará programas de emprendimiento que les permitirá a las familias de sectores vulnerables aportar al crecimiento del mercado, y se ampliará la cobertura para que personas que menores ingresos puedan acceder a servicios de seguridad social y protección.

Como se observa en la Imagen 15 el gobierno busca “reducir las cifras de desempleo de “9,4% a 7,9% aumentar los niveles de formalidad laboral y generar 2 millones de empleos con la ayuda y asesoría del Servicio público de empleo”(DNP, 2019a).

Esto se traduce en que, al cumplir estas metas, la calidad de vida de los colombianos mejorar y se abrirán paso a que las nuevas generaciones puedan crecer con mayores oportunidades y puedan desarrollar sus proyectos de vida.

Para cumplir estos objetivos el gobierno nacional buscara implementar los ODS que se relacionan con este aspecto como se evidencia en la Imagen 16 , estos se seleccionaron por que se relacionan con la contribución al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

Imagen 15. Metas del Plan Nacional de desarrollo- Trabajo decente, acceso a mercados e ingresos dignos.



Fuente:(DNP, 2019a)

Imagen 16. ODS relacionados con el Trabajo decente, acceso a mercados e ingresos dignos.



Fuente:(DNP, 2019a)

En el Plan Nacional de desarrollo 2018-2022 “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad” también se abarca un aspecto esencial para el desarrollo de esta investigación que es vivienda y entornos dignos e incluyentes, de acuerdo a la Imagen 17 e Imagen 18 “las cifras estadísticas del DANE para el año 17 se observa que en Colombia para el 2017 habían 1,7 millones de hogares en zonas urbanas 1,6 millones de hogares en zona rural en las cuales sus viviendas al momento de realizar la estadística, se encontraban en malas condiciones o las familias no contaban con una vivienda”(DNP, 2019b).

Asimismo de acuerdo a las estimaciones del Departamento Nacional de Planeación (DNP) y como se puede observar en la Imagen 18, “1,2 millones de hogares estaban ubicados en barrios que no contaban con la totalidad de servicios públicos, estas familias tenían viviendas de mala calidad y sus condiciones de habitabilidad eran de hacinamiento”(DNP, 2019b).

Imagen 17. Cifras de vivienda urbana y rural. DANE 2017



Fuente: (DNP, 2019b)

Imagen 18. Cantidad de hogares con condiciones de vivienda precaria en el año 2017.



Fuente: (DNP, 2019b)(DNP, 2019a)

De acuerdo con estas cifras, es evidente que en Colombia hay serios problemas de pobreza lo que con lleva a que las familias de escasos recursos estén expuestas a situaciones de precariedad, como son falta de acceso a un trabajo digno que les permita obtener ingresos para mejorar su calidad de vida; acceso a la educación de calidad y falta de atención en servicios de salud.

Estas familias se ven en la necesidad de construir sus viviendas muchas veces por sus propios medios, debido a estos problemas de falta de ingresos, no contratan a personal experto que garantice que la construcción se lleve a cabo de acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10) y debido a esto se observan deficiencias en el proceso constructivo de la vivienda. Las personas al no contar con más ingresos ni tener otra alternativa de vivienda, deciden habitar estas viviendas, aunque represente riesgo para su integridad física.

Así mismo, muchos de estos sectores que se encuentran formados por viviendas en condición de vulnerabilidad física, también se ven afectados en diferentes aspectos; como es falta de vías de acceso y sistemas de transporte, deficiencia en la calidad de los servicios públicos como son falta de alcantarillado, deficiencia en el servicio de energía eléctrica, falta de sistema de recolección de basuras, y falta de redes de telecomunicación. Lo que no permite un acceso a redes de internet y la calidad de la red de llamadas es baja.

Siendo así el gobierno aprobó el 7 de noviembre de 2018 el programa “**Casa digna vida digna**” como estrategia para mejorar las condiciones de vida de familias en barrios vulnerables y con condiciones de habitabilidad precaria, este programa busca mejorar las condiciones de la vivienda siendo cada una un caso particular,

Este programa busca que las viviendas cumplan con la legalidad de predios, garantizar que las estas familias cuenten con servicios básicos como son redes de acueducto y alcantarillado, servicio de energía. Así mismo se hará “intervención por etapas a través de la transformación de viviendas (muros, cocina, pisos y baños) y mejoramiento del entorno a través de la transformación de barrios (espacio público, bibliotecas, colegios y Centros de Desarrollo Infantil)” (Minvivienda, 2019a).

En los objetivos establecidos en el “**Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad**” se llevara a cabo la construcción de “520 mil viviendas de interese social (VIS) y se implementara el programa semillero de propietarios(arriendo y ahorro), que busca ofrecer subsidios de arrendamiento con los cuales las familias puedan obtener ahorrar para adquirir vivienda nueva, para poder ejecutar estos objetivos entorno a mejorar la calidad de vivienda de familias colombianas”(DNP, 2019b).

El gobierno se guiará por los ODS que se pueden observar en la Imagen 19 direccionados a cumplimiento del objetivo de “**vivienda y entornos dignos e incluyentes**”, que serán la base para la contribuir al mejoramiento de la vida de las personas y que garantizaran sus derechos a disfrutar de entornos saludables y contar con los servicios básicos entre otros.

*Imagen 19. ODS relacionados con la vivienda y entornos dignos e incluyentes.*



*Fuente:(DNP, 2019b)*

### 10.3.1 Obras de construcción sostenible representativas en Colombia.

- ✓ En la Imagen 20 se puede observar la fase de construcción y en la Imagen 21 se observa el proyecto finalizado, se trata de la obra **Torres del cielo 2 y 3** realizado por la empresa Latam Capital. Este proyecto es de vivienda de interés social para estrato 2 en la ciudad de Pasto, y cuenta con certificación EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies) que traduce excelencia en diseño para mayores eficiencias.

De acuerdo con esta certificación el proyecto cuenta con un ahorro del “25% de energía, 23% ahorro de agua y 39% por menos energía incorporada en los materiales” (IFC, 2019b).

*Imagen 20. Torres en proceso de construcción.*



*Fuente:(LATAM, 2019)*

*Imagen 21. Torres finalizadas.*



*Fuente:(LATAM, 2019)*

- ✓ **Tacurumbí Parque Residencial:** actualmente está en venta, es llevado a cabo por la Constructora y Comercializadora Poporo S.A:S, el cual es un proyecto de vivienda social ubicado en el municipio de Quimbaya del departamento del Quindío, y hace parte del programa del gobierno nacional “Mi casa ya”.

Esta obra se puede observar en la Imagen 22 obtuvo una certificación EDGE por parte de la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) de manera preliminar, de acuerdo a esta certificación se prevé que el proyecto contará con “29% ahorro de energía, 25% ahorro de agua y tiene un 65% de menos energía incorporada en los materiales” (IFC, 2019a).

*Imagen 22. Tacurumbi Parque Residencial.*



*Fuente:(IFC, 2019a)*

- ✓ El proyecto que se observa en la Imagen 23 es Casa Tenjo es una vivienda unifamiliar donada a una familia de escasos recursos, diseñado por la empresa de innovación constructiva Azembla S.A.S, construido por Hábitat para la humanidad, una organización internacional que desde 1994 realiza trabajos en pro de la vivienda digna de las comunidades menos favorecidas en Colombia y la Multinacional DOW



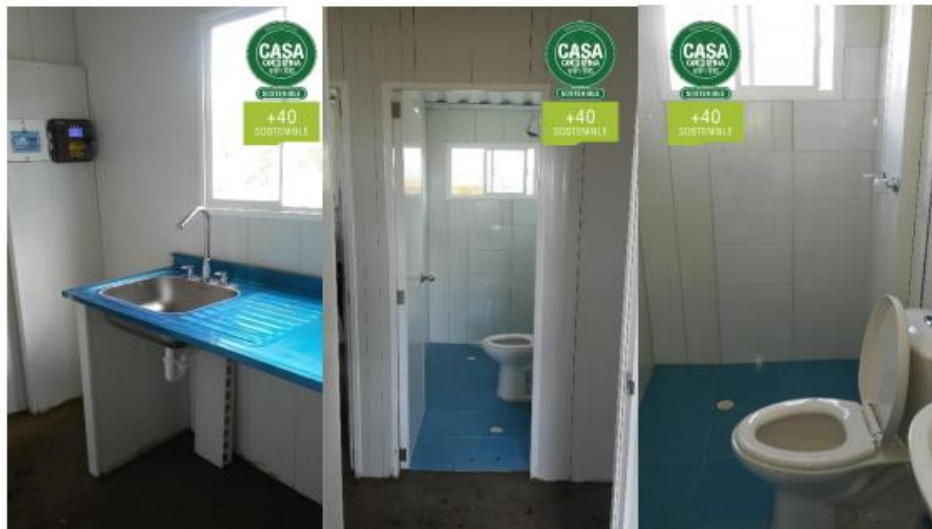
*Imagen 23.Casa Tenjo- exterior.*



Fuente:(DOW, 2018)

Este proyecto “logro la primera certificación CASA Colombia con un total de 49 Puntos, para un nivel de sostenibilidad Muy Bueno. La certificación de este proyecto impulsa la transformación de la construcción de viviendas en el país hacia la sostenibilidad, en la Imagen 24 presenta el interior de la vivienda, en alineación con las políticas nacionales de Crecimiento Verde que el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible avala y promueve” (CCCS, 2018).

*Imagen 24.Casa Tenjo-interior.*



Fuente:(DOW, 2018)

- ✓ La Imagen 25 representa la fachada de la vivienda que hace parte del **Programa Aldeas**, el cual fue un proyecto financiado por las Empresas Públicas de Medellín (EPM), la empresa de vivienda de Antioquia (VIVA) y entidades municipales, este proyecto de “1950 viviendas de 62 m<sup>2</sup>, construidas entre 2011 y 2016” se construyó de manera innovadora con madera que ya había cumplido su etapa de maduración”(EPM, 2018).

Estas viviendas “Se entregaron totalmente terminadas en madera de pino, inmunizada y sobre pilotes, con conexiones a energía eléctrica, a través del Programa de Electrificación Rural de EPM, pozo séptico y acceso al agua, este proyecto obtuvo un reconocimiento por parte de la Sociedad Colombiana de Arquitectos (SCA) en 2018 en la categoría denominada Hábitat y vivienda colectiva”(EPM, 2018).

*Imagen 25. Fachada vivienda-Proyecto Aldeas.*



*Fuente:(EPM, 2018)*

- ✓ La Imagen 26 permite conocer el interior de la vivienda en la que se puede observar que se tiene una adecuada distribución de los espacios y representa comodidad y confort para sus habitantes, estas viviendas se construyeron con el fin de brindar a familias de Antioquia de escasos recursos económicos una vivienda digna.

*Imagen 26. Interior de la vivienda-Proyecto Aldeas.*



*Fuente:(EPM, 2018)*

#### **10.4. CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN COMUNIDADES VULNERABLES NIVEL INTERNACIONAL.**

La construcción sostenible a nivel mundial evidencia los esfuerzos que está haciendo el sector de la construcción por crear proyectos en los cuales su impacto ambiental negativo sea mínimo, actualmente se realizan construcciones sostenibles incentivadas por los diferentes beneficios económicos y ambientales que se obtienen al cambiar las técnicas de construcción tradicional y plantear proyectos que sean auto sostenibles.

Los proyectos construidos bajos estándares sostenibles, representan un cambio positivo para la comunidad y una oportunidad de aprovechamiento de materiales para construcción de vivienda en comunidades menos favorecidas, a continuación se presentan proyectos de construcción a nivel mundial que han reunido esfuerzos para mejorar la calidad de vida de personas brindándoles la oportunidad de obtener vivienda digna y demostrando que la construcción sostenible se puede implementar en todos los sectores económicos y sociales.

La Imagen 27permite observar una vivienda sostenible construidas con botellas plásticas recicladas, “es reconocido por la Organización Multidisciplinaria para la Integración Social (ONG OMIS) como uno de los mejores 10 proyectos ambientales” (Structuralia, 2018).

Este proyecto se ha desarrollado principalmente en Uruguay y Bolivia, y es una alternativa de construcción en comunidades de escasos recursos, en el cual se

utilizan botellas de plástico recicladas las cuales tardan miles de años en descomponerse. Estas se rellenan con papel, arena, tierra, entre otros y se ubican horizontalmente en la estructura lo que permite que el resultado sea una vivienda con estructura resistente, que al interior de la misma se conserven una temperatura adecuada que permita su habitabilidad.

Imagen 28 permite observar el resultado final de la vivienda que se traduce en una estructura de bajo peso que reúne características ecológicas y económicas que permiten el mejoramiento de calidad de vida de las personas, la participación de la comunidad en el proceso constructivo fomenta la conciencia sobre el aprovechamiento de los recursos naturales.

*Imagen 27. Proceso constructivo vivienda.*



*Fuente: (ArchDaily, 2011)*

*Imagen 28. Proceso constructivo vivienda ecológica.*



*Fuente: (ArchDaily, 2011)*

#### 10.4.1 Obras de construcción sostenible representativas a nivel internacional.

- Ingrid Vaca Díaz, abogada boliviana creó el proyecto Casas de Botellas, ha ayudado a la construcción de 300 casas utilizando botellas plásticas, como se observa en la Imagen 29 su proyecto utiliza diferentes materiales como son residuos orgánicos, botellas de vidrio y plásticas, arena, cemento, cal, y para la construcción de viviendas de personas que se encuentran en situación de pobreza extrema, este proyecto ha sido llevado a México, Panamá, Uruguay, Argentina, y desarrollado en su país Bolivia.

*Imagen 29. Fachada de vivienda ecológica.*

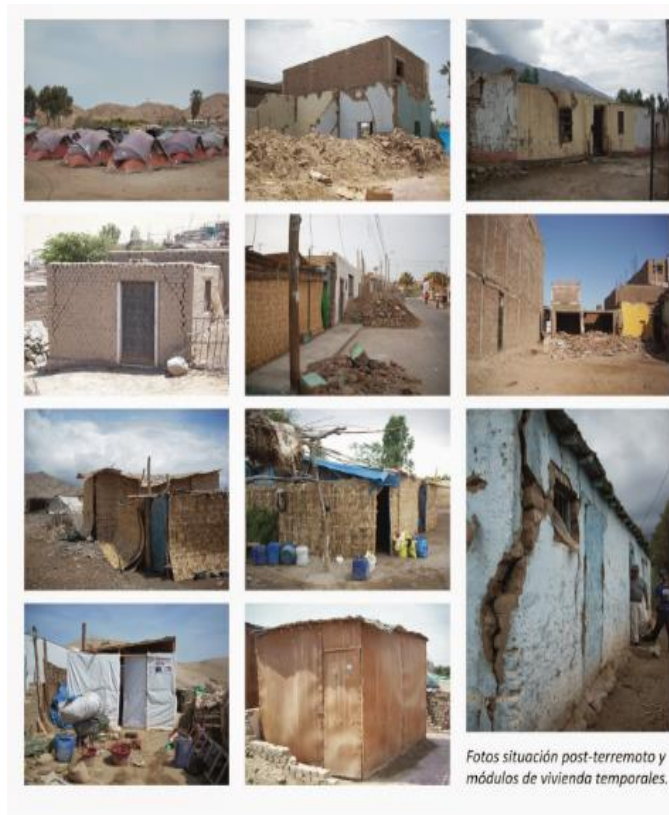


*Fuente:(Ecoinventos, 2018)*

- La Arquitecta María Eugenia Lacarra Córdova, ganó el Primer premio de la XVI Bienal Panamericana de Arquitectos 2008 por su proyecto **Construcción de 16 viviendas de quincha mejorada modular para damnificados del terremoto 15 de agosto de 2007 en Ica, Perú.**

Debido al sismo de gran magnitud que se presentó el “15 de agosto de 2007”, y que afectó en mayor proporción a comunidades que vivían en asentamientos informales en condición de pobreza, en la Imagen 30 se observa el estado de las viviendas después del terremoto, razón por la cual la arquitecta planteó el proyecto mencionado anteriormente en búsqueda del mejoramiento de la calidad de vida de las personas damnificadas.

*Imagen 30. Estado de las vivienda en Ica Perú-post terremoto.*



*Fuente:(Lacarra, 2019)*

En este sector de Perú las viviendas en gran mayoría estaban construidas en adobe y no resistieron la magnitud del sismo generando problemática en estas familias, es así cuando se decide a realizar un prototipo de 16 viviendas para mitigar la falta de vivienda digna.

Como se puede ver en Imagen 31 este proyecto se realizó “utilizando la técnica constructiva llamada quincha mejorada modular el cual es un sistema de construcción tradicional” (ReliefWeb, 2009) que utiliza caña, bahareque, o bambú, este sistema es sismo-resistente ya que debido a su flexibilidad tiene capacidad de disipación de energía, y por su bajo peso es apto para construcción en zonas con suelos que no cuenten con gran capacidad portante.

En la Imagen 32 se puede observar el resultado final del proceso constructivo de la vivienda dando como resultado un proyecto ecológico y de bajo costo debido a los materiales que se utilizan son de la zona el cual mejoró la calidad de vida de familias damnificadas que se encontraban en condición de vulnerabilidad física.

*Imagen 31. Proceso constructivo viviendas en Ica Perú.*



*Fuente:(Panamericana, 2018)*

*Imagen 32. Vivienda construida.*



*Fuente:(Panamericana, 2018)*

- Ecocasa, una empresa mexicana que recibió “el Premio Verde -a nivel mundial- por su programa de viviendas sustentables en zonas urbanas, para personas de bajos recursos y con altos niveles de ahorro energético. El proyecto fue reconocido por sus acciones para disminuir gases de efecto invernadero de hasta 90 por ciento”(MetrosCúbicos, 2015).

Se puede observar en Imagen 33 la fachada de este proyecto el cual es integral debido a que se tienen en cuenta la ubicación de la vivienda, su iluminación y ventilación natural entre otros aspectos que permiten obtener ahorro energético.

*Imagen 33.Fachada vivienda sustentable-proyecto Ecocasa (México).*



*Fuente:(MetrosCúbicos, 2015)*

En la Imagen 34 se observan las herramientas que esta empresa utiliza en la evaluación del diseño de las viviendas ,“la herramienta DEEVi 2.0 (Diseño energéticamente eficiente de la vivienda) que junto con SAAVi 2.0 (Simulador de Ahorro de agua en la vivienda) calcula el IDG (Índice de desempeño global), HEEVi 1.0 (Herramienta para la evaluación del entorno de la vivienda) y ACV (Análisis de huella de carbono de materiales de construcción).

Al utilizar estas herramientas es posible analizar el impacto ambiental y los beneficios de ahorro hídrico y energético”(Federal, 2018).



Imagen 34. Herramientas de diseño para estimación del impacto ambiental.



Fuente:(Federal, 2018).

## 10.5. TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE UTILIZADAS EN COLOMBIA PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN COMUNIDADES VULNERABLES.

En este capítulo se describen las principales técnicas y tecnologías utilizadas en Colombia, las cuales han permitido desarrollar proyectos innovadores que mejoran la calidad de vida de la comunidad menos favorecida en Colombia.

“En la técnica se habla de “procedimientos” (los procedimientos puestos en práctica al realizar una actividad), mientras que en la tecnología se habla de “procesos”, procesos que involucran técnicas, conocimientos científicos y también empíricos, aspectos económicos y un determinado marco sociocultural”(Ayala, 2012).

### 10.5.1 Técnicas de construcción sostenible utilizadas en Colombia para proyectos de construcción en comunidades vulnerables.

Las técnicas de construcción sostenible en comunidades vulnerables permiten mitigar el impacto negativo generado por las malas prácticas dadas en el proceso constructivo de la vivienda y así mismo permite mejorar la manera en que las familias realizan sus procesos diariamente. De acuerdo con esto se mencionan a continuación guías desarrolladas en Colombia en pro de la construcción sostenible y se mencionan las técnicas encontrada allí, que se consideran pueden ser aplicadas en comunidades vulnerables para mejorar sus condiciones de habitabilidad y estado de la vivienda.

- **Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones.**

Esta guía es “ una herramienta que brinda estrategias y técnicas de construcción

sostenible para incentivar el aprovechamiento de los recursos energéticos y la conservación, ahorro y correcta utilización del agua en las edificaciones”(MinVivienda, 2013), desarrollada por el gobierno nacional a través del Ministerio de vivienda y la Cámara de comercio de la Construcción, para la construcción de técnicas que permitieran la optimización de los recursos naturales en las edificaciones.

A continuación, se mencionan técnicas **descritas en la guía de construcción sostenible** que, de acuerdo a la investigación realizada, que pueden ser aplicables en comunidades vulnerables por el beneficio de ahorro que representan y su disminución en impacto ambiental, estas técnicas van dirigidas a la optimización del agua, la energía y separación de residuos orgánicos e inorgánicos, el enlace de esta **guía de construcción sostenible** se puede consultar en la bibliografía de este proyecto.

- **Optimización del recurso hídrico**

Utilización de accesorios que permitan ahorro de agua como: “salidas de bajo flujo, duchas, y W.C. de doble flujo, en general grifería que permita mantener la misma calidad en cuanto a la prestación de servicio y sus resultados de limpieza utilizando una menor cantidad de agua”.

“El tratamiento de aguas residuales puede convertirse en agua limpia para ser utilizada en diferentes actividades domésticas, como es el lavado de pisos y aseo en general, riego de jardines, y descarga de inodoros”.

“El agua lluvia también puede “reciclarse y utilizarse para realizar actividades de limpieza, su captación se puede hacer de los techos y se puede almacenar en un tanque de agua no elevado. Este tipo de agua también puede utilizarse para descarga del inodoro”.

“El sistema de riego por goteo permite mantener zonas paisajísticas en estado adecuado sin la utilización excesiva de agua potable”.

- **Optimización de la energía.**

Al diseñar la vivienda se consideran aspectos en cuanto a su forma y detalles que permiten obtener ahorro energético, como de la ventilación natural.” Este proceso permite suministrar y expulsar aire de la vivienda sin requerir la utilización de sistemas mecánicos, esta técnica permite que los ocupantes disfruten de espacios con temperatura adecuada y aire fresco”.

En el diseño de construcciones sostenibles es indispensable tener en cuenta “la orientación solar que tiene la vivienda, orientación al viento, posible sombreado y

aprovechamiento de la luz del día estas técnicas que permiten obtener mejor ventilación natural y se puede implementar la técnica de agua caliente solar” que contribuye al ahorro energético, económico y disminución de impacto ambiental.

- **Separación de residuos orgánicos e inorgánicos.**

La correcta separación de residuos orgánicos permite que estos no terminen en los vertederos o rellenos sanitarios permitiendo así que haya disminución de gases efecto invernadero, es ideal que se realice reciclaje de materiales para su posterior aprovechamiento.

- **Guía 3 para la inclusión de criterios de sostenibilidad en el diseño de espacios abiertos.**

“Esta es la tercera de la serie de “Guías de Construcción Sostenible para el Valle de Aburrá” producida como resultado del convenio 459 de 2014 suscrito entre el Área Metropolitana del Valle de Aburra y la Universidad Pontificia Bolivariana, con el objeto de “Aunar esfuerzos para la elaboración de una Política Pública de Construcción Sostenible para el Valle de Aburrá””(Aburrá, 2015).

Al revisar el contenido de esta guía se encontró que el manejo de escorrentía es una de las técnicas que pueden aplicarse en comunidades vulnerables, a continuación, se muestra lo que indica esta guía en cuanto sus diferentes sistemas.

- **Manejo de la escorrentía mediante Sistemas de Drenaje Sostenible (SUDS)**

la implementación de esta técnica está relacionada con la utilización de diferentes tipos de drenaje como es el “drenaje natural, drenaje artificial convencional, drenaje sostenible, terrazas verdes extensivas, jardines de lluvia o sumideros, canales o cunetas verdes, la utilización de estos tipos de drenaje sostenible permite mantener el control del agua frente a una posible inundación, permite reutilizar el agua y la infiltración de la misma en el suelo”.

- **Guía 5 rehabilitación sostenible de edificaciones.**

Esta guía, que pertenece a la 5 edición de las “Guías de construcción sostenible del Valle de Aburra”, publicada en el año 2015 y “presenta lineamientos de sostenibilidad en edificaciones existentes, de acuerdo a los parámetros de Política Pública de Construcción Sostenible para el Valle de Aburra esta guía puede aplicarse en Suelo Urbano, Sub Urbano, Rural, de Expansión de protección”(Bolivariana, 2015).

De acuerdo al objetivo de este trabajo, se indican las técnicas encontradas en la

guía mencionada anteriormente que podrían ser implementadas en comunidades vulnerables con el fin de mejorar sus condiciones de habitabilidad.

- **Reducción de consumos**

Debido a la demanda habitual que se tiene de recursos renovables y no renovables, se debe crear conciencia para lograr que las personas realicen una optimización de los recursos disponibles permitiendo que las reservas naturales puedan extenderse por más tiempo.

“La reducción en demanda de recursos constituye un punto de partida conceptual para la rehabilitación de edificaciones, donde acciones como la cuantificación de los consumos y el establecimiento de metas en corto, mediano y largo plazo, puedan apoyarse además en normas e incentivos para incrementar la viabilidad de la rehabilitación de las edificaciones”(Bolivariana, 2015).

- **Reciclar materiales**

Se debe realizar análisis del ciclo de vida de los materiales de construcción, este proceso implica un gasto de energía en materiales que requieren transformación como es el caso del metal, o la madera, pero es recomendable realizar este proceso, y no dejar que el material se pierda en su totalidad.

- **Optimización del recurso hídrico**

se deben implementar técnicas que permitan disminuir el consumo de agua, para esto se debe “instalar equipos sanitarios que cumplan con las reglamentaciones y que a su vez representen ahorro del agua. Instalar accesorios de grifería de tipo ahorrador que permita la funcionalidad en duchas, baños, lavamanos y lavaplatos” (Bolivariana, 2015), aportando a una disminución en su gasto al ejecutar estas acciones diarias.

- **Optimización de la Energía**

Utilizar técnicas de iluminación que no contaminen el entorno y sean eficientes. Implementar en la vivienda los sistemas de generación de energía renovables.

Se puede concluir que las tecnologías encontradas apuntan a tres aspectos fundamentales para la construcción de viviendas y obras de ingeniería sostenibles, los cuales son ahorro energético, ahorro hídrico y correcta separación y aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos, las guías encontradas como técnicas utilizadas en Colombia reúnen esfuerzos para contribuir a la construcción

de proyectos innovadores y sostenibles y se observó que en sus ediciones buscan innovar cada vez más estas técnicas.

### **10.5.2 Tecnologías de construcción sostenible utilizadas en Colombia.**

Los avances tecnológicos que se desarrollan actualmente también están enfocados a la conservación del medio ambiente es por eso que se han desarrollado diferentes tecnologías que permitan el avance de la sociedad y el crecimiento económico del país, disminuyendo el impacto ambiental permitiendo la construcción de edificios más inteligentes y sostenibles, que dependiendo de los sistemas con los que se diseñen ofrecen distintas soluciones de sostenibilidad, aunque la mayoría apunta a los objetivos que hacen que una construcción sea sostenible:

- ✚ Disminución del consumo de agua.
- ✚ Utilización de fuentes de energía renovable.
- ✚ Prolongación de ciclos de vida de las construcciones debido a diseños y utilización de materiales sostenibles.
- ✚ Elección de materiales que mitiguen el impacto ambiental y su emisión de gases efecto invernadero
- ✚ Correcta separación y reutilización de residuos
- ✚ Sistemas de generación de energía fotovoltaica a través de placas y paneles solares que permiten optimizar el uso de energía.
- ✚ Techos verdes que permiten la recolección de agua y desde el diseño de la vivienda se trazan redes hidrosanitarias que permitan el almacenamiento de estas aguas para su utilización en descarga de cisternas.
- ✚ Los sistemas de riego permiten a las personas realizar un aprovechamiento óptimo del recurso hídrico, instalando un sistema de los que se utilizan actualmente como es el sistema de riego por goteo, por aspersión, entre otros que van de acuerdo al tipo de cultivo, estos sistemas además de representar beneficios ambientales ya que se está dando un manejo correcto al agua, permite que las personas automaticen estos procesos.

### **10.6. TÉCNICAS Y TECNOLOGÍAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE UTILIZADAS A NIVEL INTERNACIONAL PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN COMUNIDADES VULNERABLES.**

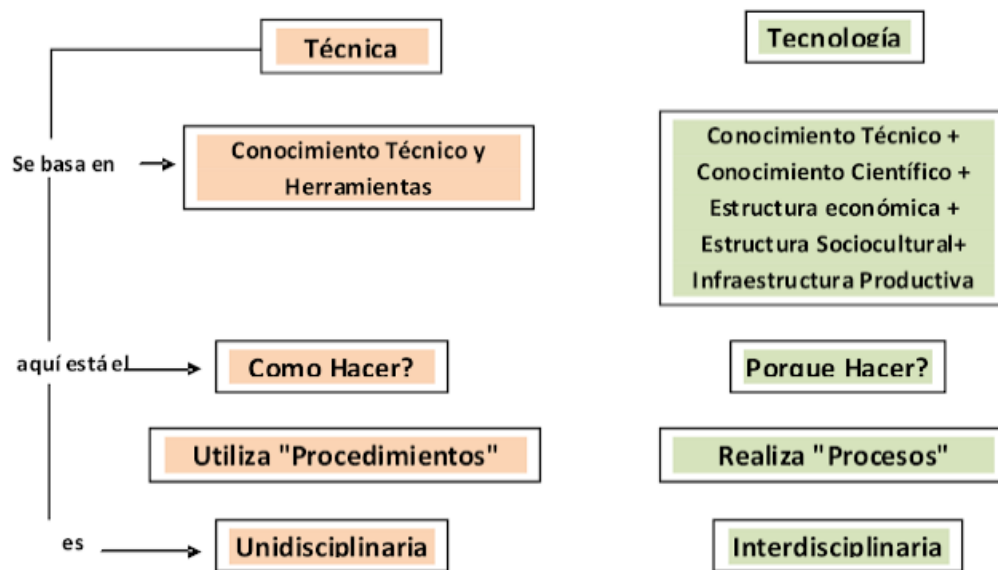
Este capítulo reúne las principales técnicas y tecnologías que se han desarrollado e implementado a nivel mundial, las cuales han sido útiles para la construcción de

proyectos en zonas vulnerables, como se observa en la Imagen 35 “la técnica está basada en los conocimientos técnicos y las herramientas utilizadas para llevar a cabo un proyecto el cual se realiza a través de procedimientos y es conocido como unidisciplinario, la tecnología es interdisciplinaria la cual está compuesta por diferentes factores entre ellos el conocimiento técnico, científico y demás como se observa en la imagen , adicionalmente la tecnología se realiza a través de procesos a diferencia de la técnica que se realiza por medio de procedimientos (Ayala, 2012).

Los procesos “Son todas aquellas etapas que se deben seguir para lograr una finalidad. Los procesos pueden ir cambiando conforme avanza y cambia el proyecto. Se puede decir que un proceso es dinámico” (Difiere, 2019).

los procedimientos “son una secuencia de pasos fijos. Estos pasos tienen una finalidad específica, por lo tanto, no pueden ni deber ser cambiados” (Difiere, 2019).

Imagen 35. Diferencia entre técnica y tecnología.



Fuente: (Ayala, 2012)

### 10.6.1 Técnicas de construcción sostenible utilizadas internacionalmente para proyectos de construcción en comunidades vulnerables.

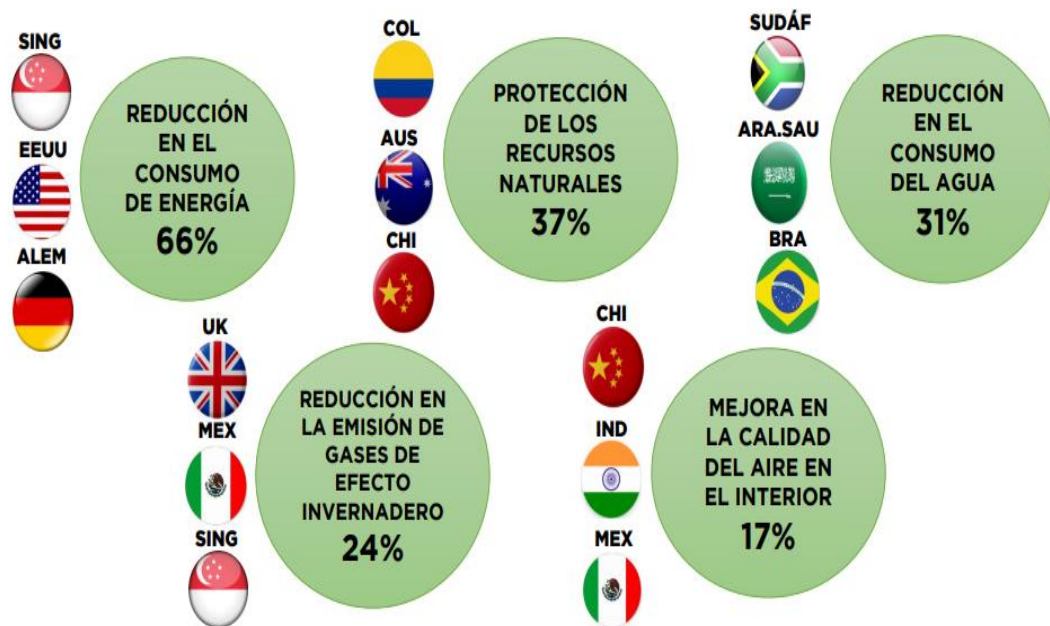
Los avances en el sector de la construcción sostenible a nivel mundial se ven impulsados por diferentes factores que motivan al gremio a realizar proyectos innovadores y ecológicamente ambientales, dentro de la investigación realizada se encontró el **estudio de construcción sostenible**: internacionalización de servicios realizado por el Analista Económico Maureen Alpízar Arce en el año 2018.

En la *Imagen 36* se realiza el análisis información encontrada en el estudio realizado por Arce, en el cual se relacionan los países y los factores que incentivan la realización de realizar proyectos de construcción sostenible en estos lugares.

Uno de estos es la “reducción en el consumo de energía con 66% en países como Estados Unidos, Singapur y Alemania. La protección de los recursos naturales tiene un 37% de influencia para los países Colombia, Australia y China. Reducir el consumo de agua marco 31% para los países Sudáfrica, Arabia Saudita y Brasil”.

“El factor de reducción de gases de efecto invernadero cuenta con un 24% para el Reino Unido, México y Singapur, y por último la mejora en calidad de aire en el interior cuenta con un 17% para China, India y México”.

*Imagen 36. Factores sociales que dinamizan la construcción sostenible.*

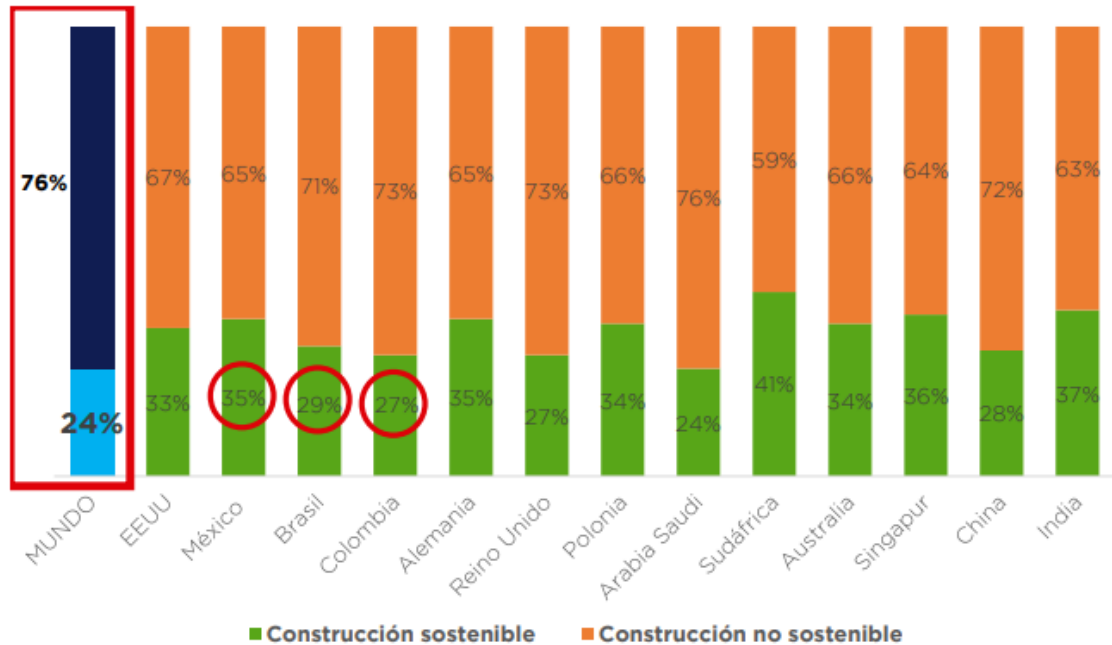


*Fuente: (Arce, 2018)*

Como se observa en la *Imagen 37* este estudio, también indica el porcentaje de construcción sostenible que, a algunos países en el año 2015, en el cual se observa que del 100% de la construcción realizada a nivel global, el 24% para el año 2015 fue sostenible. Cada país realiza esfuerzos por lograr estándares de calidad en la construcción sostenible, de tal manera que tengan mayor periodo de vida útil por los materiales y los procesos de automatización que se utilizan, y disminuyendo su impacto ambiental.

A continuación, se observa la en la que se representa el porcentaje total de construcción sostenible y construcción no sostenible en el intervalo de tiempo 2012-2015 en Estados Unidos, México, Brasil, Colombia, Alemania, Reino Unido, Polonia, Arabia Saudita, Sudáfrica, Singapur, China, e India.

Imagen 37. Participación por tipo de construcción 2012-2015.



Fuente:(Arce, 2018)

Se observa que existe un cambio progresivo positivo hacia la construcción sostenible de acuerdo con esto se presentan a continuación técnicas encontradas en la **Guía de edificación Sostenible para la vivienda en la comunidad autónoma del país vasco**, que se considera pueden ser aplicadas como técnicas de construcción sostenible en comunidades vulnerables.

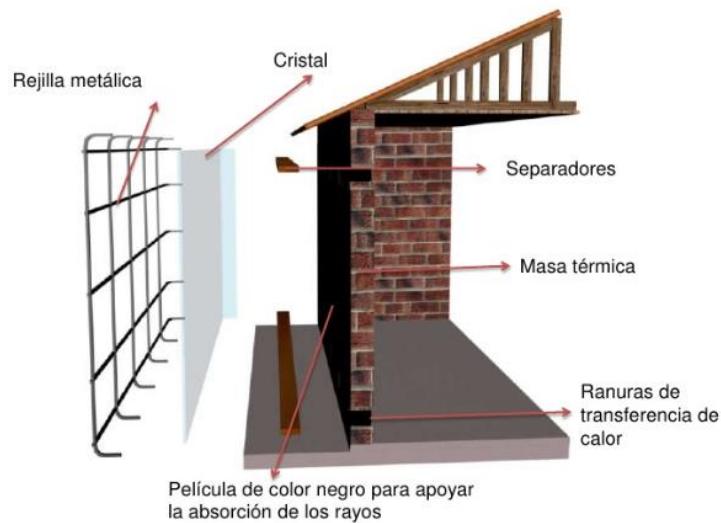
- Utilización de energía renovable como fuente de producción energética para la vivienda, las soluciones encontradas son instalaciones solares fotovoltaicas, y solares térmicos.
- Priorización de la iluminación natural con respecto a la iluminación artificial sin excederse en cuanto a la cantidad de luz solar que ingresa a la vivienda, deben establecerse lugares que se beneficien del sombreado recurriendo a ramas verticales u horizontales, toldos o persianas, esto permite que se reduzca la temperatura al interior de la vivienda evitando el uso y consumo de energía para su regulación.



- En la Imagen 38 se observa el Sistema de muro trombe “El muro trombe es un sistema pasivo de ganancia de calor, que se compone de un muro orientado al sur, pintado de negro (para mejor absorción de la radiación) y que mediante la colocación de un vidrio en la parte delantera forma una cámara de aire” (Administración de la Comunidad Autónoma del País Vasco, 2008).

Al utilizar esta técnica de climatización pasiva, se conserva el confort al interior de la vivienda al mismo tiempo que se reduce la energía necesaria para calefacción, esto indica menos emisión de gases efecto invernadero.

*Imagen 38. Muro trombe.*



*Fuente:* (Flores and Gustafsson, 2010)

- Instalación de cubiertas verdes, permiten el aislamiento térmico, aumentan la calidad del aire, disminuyen las emisiones de Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), para su instalación se recomienda la utilización de materiales que tengan capacidad de retención de agua.
- Instalación de accesorios y sistemas que permitan optimizar el recurso hídrico durante la realización de actividades diarias, teniendo en cuenta inodoros con volumen de (3 a 6 litros) y que preferiblemente tengan la opción de elegir el tipo de descargar. Grifería que permita ahorrar agua y reductores de presión. El beneficio ambiental de esta técnica es significativo, debido a que permite utilizar adecuadamente el agua y así evitar la generación de grandes cantidades de aguas residuales.
- Técnica de gestión de residuos, logrando una disminución significativa en la

generación de los mismos durante el proceso constructivo, implementando la reutilización, reciclaje, y disposición final.

- Instalación de sistema de aprovechamiento de aguas lluvias, en el cual se requiere el tanque de almacenamiento, filtro, tuberías y bomba. Es importante que esta agua no debe usarse para el consumo humano ni duchas, estos sistemas permiten un ahorro económico a las familias, disminuyen la cantidad de aguas grises generadas y ayudan a la conservación del recurso hídrico.
- Indagar sobre la composición de los materiales con los cuales se va a realizar la construcción o mejoramiento, no utilizar pinturas que contengan sustancias crómicas y utilizar materiales que no contengan materiales pesados y que tengan bajo impacto ambiental.
- En la Imagen 39 se presenta “La técnica de la tapia consiste en construir muros masivos apisonando tierra húmeda entre dos tablas de encofrado llamadas "tapiales". Se desencofra inmediatamente después de ser compactada la tierra, y el encofrado se desplaza horizontalmente para continuar la construcción del muro hasta que se completa la hilada”.

*Imagen 39. Granja en tapia protegida en su cara más expuesta por un amplio voladizo. Nord Isère, región de Ródano-Alpes (Francia).*



*Fuente:(TIERRA, 2015)*

- Como se puede observar en la Imagen 40, la técnica de Mycelium “Es un material de construcción futurista totalmente natural: comprende una estructura de raíz de hongos y hongos. La técnica consiste en dejar que hongos crezcan alrededor de un compuesto de otros materiales naturales en moldes o formas, como paja triturada, luego se seca al aire para crear ladrillos livianos y fuertes”(Arq, 2013).

Este material evidencia el esfuerzo e interés que se tiene actualmente por desarrollar técnicas que permitan construcciones con altos índices de sostenibilidad que favorezcan la mitigación del impacto negativo al medio ambiente.

*Imagen 40. Estructura construida a base de Mycelium.*



*Fuente:(Arq, 2013)*

### **10.6.2 Tecnologías de construcción sostenible utilizadas internacionalmente.**

El desarrollo de tecnologías de construcción sostenible es esencial para la humanidad, pues debido al crecimiento poblacional es necesario cubrir las necesidades básicas que esto requiere, como construcción de viviendas, alimentación, acceso a servicios básicos, entre otros.

Llevar a cabo estas actividades sin tener en cuenta procesos que disminuyan el impacto ambiental representara pérdida de biodiversidad, escasez de agua, cambio climático, contaminación ambiental, que afectan considerablemente la calidad de vida en la actualidad y a futuro.

Debido a esto se desarrollan tecnologías que permiten innovar en el diseño y ejecución de proyectos con el fin de lograr cada vez más aprovechamiento adecuado de los recursos naturales. “Las tecnologías verdes, también denominadas tecnologías no contaminantes o ecológicas, son aquellos bienes y servicios que mejoran la calidad del aire, del agua, del suelo o que buscan soluciones a los problemas relacionados con los residuos o el ruido” (Internacional, 2019).

A continuación, se mencionan algunas de las tecnologías de construcción sostenible más utilizadas a nivel internacional:

- Emefcy's electrogenic bio-reactor (EBR): Biorreactor Electrónico desarrollado por el grupo Emefcy líder mundial del tratamiento de aguas residuales. “Es una tecnología que ha cambiado la economía de tratamiento de aguas residuales, generando energía en vez de consumirla. Para ello utiliza bacterias electrógenas que producen electricidad directamente a partir de las aguas residuales y al mismo tiempo hace el tratamiento de las mismas” (Boza, 2018).
- Techos fríos permiten ahorro en la climatización de la vivienda, generan menos emisiones térmicas, permite mantener una temperatura ideal al interior de la vivienda.
- Calefacción geotérmica que “aprovecha la energía natural de la Tierra para generar energía. Una mezcla de agua y anticongelante se bombea a través de tuberías enterradas bajo tierra para recolectar energía térmica. La mezcla luego se dirige a una bomba de calor que toma esa energía y la usa para calentar o enfriar la casa” (Termiserprotecciones, 2019).
- En la Imagen 41 se observa un la tecnología de aislante natural “producido a base de fibra de madera que proviene de la trituración de madera residual y se mezcla con sales de boro para protección de la madera contra el fuego, insectos ,hongos y moho luego se mezcla con agua y posteriormente se prensa, esta tecnología funciona como aislante acústico y su cuenta con un proceso fácil de colocación” (Ecoesmas, 2019). Estos aislantes representan beneficio para la construcción sostenible debido a que es un producto realizado con material reciclado, no requiere grandes consumos de energía para su fabricación, representa confort y habitabilidad y puede utilizarse en climas fríos y calientes.

*Imagen 41. Aislante natural en fibra de madera.*



*Fuente:(Ecoesmas, 2019)*

- Tecnología LED “(Diodo emisor de luz), desarrollada por el científico estadounidense Nick Holonyak, es denominada como iluminación ecológica

debido a los diferentes beneficios que aporta como iluminación eficiente, durabilidad mayor con respecto a los bombillos tradicionales, representan un ahorro en el consumo de energía, no están compuestos por elementos tóxicos como el mercurio lo que facilita su disposición final” (BBC, 2012).

- Sistema de depuración de agua auto-construible: desarrollado por el grupo de investigación de la universidad de Sevilla, el sistema consiste en tratar agua mediante un canal compuesto por piedras que estas organizadas de acuerdo a sus tamaños, “en el canal el agua toma el oxígeno directamente de la atmósfera mientras circula por un circuito natural de intercambio entre la masa de agua y el exterior. Este sistema de saneamiento ecológico se presenta como alternativa a las depuradoras convencionales. Se ha puesto en marcha en zonas desfavorecidas de países como Honduras, Guatemala, El Salvador y Nicaragua, entre otros” (Sevilla, 2015).
- En la *Imagen 42* se observa el sistema mencionado anteriormente el cual permite que comunidades de escasos recursos puedan hacer tratamiento de aguas residuales, así se puede aprovechar este recurso para llevar a cabo actividades de aseo en la vivienda y al mismo tiempo se disminuye el riesgo por contaminación del aire mitigando el riesgo de enfermedades respiratorias.

*Imagen 42. Canal de saneamiento.*



*Fuente:(Sevilla, 2015)*

## 10.7. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE UTILIZADOS EN COLOMBIA PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN COMUNIDADES VULNERABLES.

Los materiales se consideran sostenibles cuando en su proceso de elaboración y posterior uso conllevan a un ahorro energético y de recursos, son aquellos que mitigan el impacto ambiental a través de las reducciones contaminación, y que aportan a la calidad de vida de las personas que habitan las viviendas ofreciendo espacios más saludables.

Las utilizaciones de materiales de construcción sostenible permiten reducir la emisión de gases efecto invernadero, disminuir el consumo de recursos naturales, niveles de contaminación, generación de residuos, alterar el ecosistema, estos materiales deben cumplir con los mismos parámetros de calidad y resistencia de los materiales convencionales. Las viviendas desde su proceso de construcción deben contemplar la utilización de estos materiales debido a la disminución de los impactos ambientales.

### ✓ **Bambú**

Es un material de alta resistencia, natural, ecológico, renovable el cual se puede observar en Imagen 43, este se utiliza en construcciones sostenibles como estructura o acabado, no produce deforestación gracias a su capacidad de renovación. Tiene alturas entre 1 y 25 metros, tiene alta capacidad de absorción de CO<sub>2</sub> lo cual lo hace un material beneficioso para el medio ambiente.

*Imagen 43. Bambú.*



*Fuente: (Catorce6, 2019)*

### ✓ Pacas de paja

Se pueden construir viviendas ecológicas realizando la estructura en madera como se observa en la Imagen 44 y las pacas de paja se utilizarían en los muros como relleno aislante, debido a esto se presenta un ahorro energético ya que no requiere la utilización de aire acondicionado al interior de la vivienda.

*Imagen 44. Pacas de paja en construcción de vivienda.*



*Fuente:(Baron, 2019)*

### ✓ Adobe

“El adobe es una pieza para construcción hecha de una masa de barro (arcilla y arena) mezclada con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol”. Cuando se realizan construcciones en adobe se busca que los muros queden en forma curva ya que representa mayor estabilidad ante un evento sísmico, las viviendas que se realizan en este material son una solución de construcción en comunidades de escasos recursos y son conocidas como eco viviendas.

Como se observa en la Imagen 45 “ En el mes de Diciembre 2011 se construyó el primer modelo de CASA ECO ECO por parte de Intermundos sobre el terreno de Rafael Pizaro en Taganga, Santa Marta, Colombia, básicamente la casa se construyó con adobe y reciclaje sobrante que se tenía de dos construcciones anteriores”(Intermundos, 2012).

*Imagen 45. Fachada de vivienda construida en adobe.*



*Fuente:(Intermundos, 2012)*

#### ✓ **Madera**

Es un material que cuenta con diferentes propiedades como son dureza, rigidez, flexibilidad, capacidad aislante y térmica, que se puede utilizar para la construcción de viviendas sostenibles y construcción convencional, esta materia prima se puede obtener mediante una tala responsable de árboles, la madera tiene la capacidad de retención de Co2 el cual sería liberado a la atmosfera si se realiza una quema de esta materia prima. En Colombia, la fundación “Techo Colombia” realiza la construcción de viviendas como la que se observa en la Imagen 46 para sectores vulnerables como Ciudad Bolívar, Usme, Soacha y ciudades como Cali, Medellín, Cartagena, Barranquilla en la construcción de estas viviendas se utiliza madera de pino inmunizada.

*Imagen 46. Construcción de vivienda en madera-Techo Colombia.*



*Fuente:(Sanchez and Diaz, 2019)*



### ✓ Ladrillos de plástico reciclado

Se utilizan en la construcción de viviendas ecológicas gracias a las propiedades de resistencia del plástico y a la problemática actual por su difícil degradación, este material se funde y se coloca en moldes para dar su forma de plástico adicionalmente se agregan aditivos que permiten aumentar su resistencia al fuego.

En Colombia se ha desarrollado el proyecto de viviendas tipo lego como la que se observa en la Imagen 47 construida a base de ladrillos reciclados, que permiten disminuir el costo total de construcción de la vivienda, lo que se convierte en una solución a la demanda de vivienda que se presenta de viviendas en el país, y es una manera de mejorar la calidad de vida de las personas ya que brinda la posibilidad de construcción con un material reciclable, al utilizarlo disminuyen los consumos de energía y agua, y se disminuyen la emisión de Co2.

*Imagen 47. Casa construida con ladrillos de plástico reciclado.*



*Fuente:(Ecoinventos, 2019)*

## **10.8. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE UTILIZADOS A NIVEL INTERNACIONAL PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN COMUNIDADES VULNERABLES.**

Se considera que un material es sostenible cuando desde su proceso de extracción hasta su disposición final tienen un impacto ambiental bajo, Sebe priorizar la utilización de materiales de cualidades bióticas, que sean reciclables, biodegradables, reutilizables, durables en el tiempo, con bajo consumo de energía en su proceso de fabricación, que sean propios de la zona para no generar contaminación por traslado de material, que representen beneficios para la salud de los habitantes, esto implica que los materiales no deben emitir radioactividad ni toxicidad.

La Imagen 48 permite observar las etapas del ciclo de vida de un producto y los impactos que estos generan, se deben conocer estas afectaciones al diseñar un proyecto y elegir materiales de la zona que sean extraídos de forma respetuosa con el medio ambiente.

Para así realizar un proceso de compensación de acuerdo con el recurso extraído y al ser de la zona se evitan largos trayectos de vehículos para el traslado de estos materiales lo que contribuye a la disminución de gases contaminantes al medio ambiente.

Imagen 48. Etapas del ciclo de vida de un producto.



Fuente:(Dopazo, 2019)

- ✚ La Imagen 49 permite observar el HempCrete o concrecáñamo es un material biocompuesto formado a partir de cáñamo que, al unirse con cal, forma un material semejante al concreto, este material se usa en forma de bloque y tiene propiedades térmicas y capacidad de regulación de humedad, es aislante, tiene alta resistencia al moho , resistencia a plagas, es un material eco eficiente.

*Imagen 49. Bloque de Hempcrete.*



*Fuente: (HempMeds México, 2019)*

- ✚ El corcho es considerado material ecológico y renovable y se puede observar en la Imagen 50, este se utiliza en la industria de la construcción por su capacidad de aislamiento acústico y térmico, propiedades de flexibilidad e impermeabilidad permitiendo la aireación de muros y cubiertas en los que se utiliza, también se utiliza para la fabricación de baldosas, se utiliza para revestimiento interiores y exteriores, y para la rehabilitación de fachadas.

*Imagen 50. Laminas fabricadas en corcho.*



*Fuente: (Inarquia, 2019)*

- ✚ Las Pinturas ecológicas como se pueden observar en la Imagen 51, “no contienen disolventes orgánicos volátiles tóxicos están hechos, principalmente, a base de aceites vegetales, sobre todo de lino, resinas naturales, caseína o de cítricos o silicatos cuando son para exteriores. A su vez los pigmentos no están compuestos de metales pesados sino a base de tierras, óxido de metales y diversos productos de origen mineral o vegetal”(Construmatica, 2019).

*Imagen 51. Pintura Ecológica.*



*Fuente:(Bolaño, 2012).*

#### **10.9. RESULTADOS DEL DIAGNOSTICO REALIZADO ACERCA DE TECNICAS, TECNOLOGIAS Y MATERIALES DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE UTILIZADAS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL PARA PROYECTOS DE CONSTRUCCION EN COMUNIDADES VULNERABLES.**

Después de realizar la búsqueda de información y el diagnostico de técnicas y tecnologías de materiales de construcción sostenible, y de acuerdo al marco teórico y enfoque de este proyecto, se puede concluir que uno de los proyectos más recomendables que sirve como guía para el diseño de las estrategias de construcción sostenible corresponden a:

- ✓ El proyecto de vivienda ecológica construida a base de ladrillos reciclados.
- ✓ Pinturas ecológicas que permiten mitigar los impactos ambientales generados al ambiente.
- ✓ Reducción del consumo de agua utilizando aparatos hidrosanitarios de bajo consumo.
- ✓ Separación de residuos orgánicos e inorgánicos.

## 11. PROPUESTA DE ESTRATEGIAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE PARA LA VEREDA SAN EUGENIO.

De acuerdo los análisis realizados en cuento a la vulnerabilidad física, social y ambiental para la vereda mencionada anteriormente, se proponen estrategias de construcción sostenible teniendo en cuenta sus pilares fundamentales de la construcción sostenible que corresponden al pilar ambiental, económico y social y su diseño es acorde a lo establecido en el marco teórico de este proyecto.

Para la propuesta de las estrategias de construcción sostenible se tiene en cuenta los criterios que permiten clasificar a una vivienda como ambientalmente sostenible, teniendo en cuenta la optimización del recurso hídrico, la utilización de fuentes de energía renovables y el manejo adecuado de los residuos generados por las actividades cotidianas en la vivienda.

Como se pudo evidenciar en el análisis de la encuesta aplicada, el 70% de las viviendas tiene columnas y solo el 15% cuenta con vigas en madera, siendo así, se propone el diseño de un **modelo tipo de vivienda sostenible**, en el cual se realice la reconstrucción de la vivienda desde su sistema de cimentación, con el fin de que mitigar el riesgo de colapso por falta de los elementos estructurales como se han construido hasta el momento.

No se propone la adecuación o el reforzamiento de las viviendas actuales, ya que no sería responsable implementar las estrategias de construcción sostenibles propuestas a continuación sobre la estructura actual de la vivienda, pues el sistema de techo verde genera cargas adicionales que deben ser analizadas en un cálculo estructural en futuras investigaciones para determinar las dimensiones de los elementos estructurales que debe tener la vivienda con el fin de que esta resista ante eventos sísmicos y nunca vaya a colapsar por peso propio y si estas se implementan sobre el estado actual de las viviendas se puede incurrir en un riesgo mayor de colapso estructural.

Cabe resaltar que el alcance de este proyecto no incluía un análisis estructural, por lo cual el diseño propuesto y el análisis de costos son aproximados y deben someterse a estos estudios detallados en futuras investigaciones, a continuación, se mencionan las estrategias de construcción sostenible empleadas para el diseño del **Modelo tipo de vivienda sostenible para la vereda San Eugenio**.

El diseño se realizó de manera tal que permite el aprovechamiento y la ventilación natural esto con el fin de tener una mejor aireación al interior de la vivienda y lograr así mejores condiciones de habitabilidad, se tuvo en cuenta la orientación de la vivienda de manera que le permita el aprovechamiento de la luz solar para encender bombillos durante el día, agregando ventanas que permiten que esto sea posible y manteniendo una temperatura confortable en la vivienda.

➤ **Estrategia de construcción sostenible para optimización del recurso hídrico.**

Se propone la construcción de un **Techo verde autorregulado** el cual de acuerdo con la investigación realizada se puede definir como “Un Techo Verde autorregulado tiene como propósito lograr este fin con el mínimo de materiales, inversión económica, y peso. Puesto que la transitabilidad no es el fin principal de este tipo de techo salvo para limpieza e inspección esporádica, el sistema empleado debe ser lo más liviano y económico posible” (Helecho, 2018).

El sistema de techo verde para esta propuesta tendrá como propósito principal la captación de agua lluvia para aprovechamiento posterior en la vivienda, el techo verde que se propone estará compuesto por:

- Membrana impermeable con el fin de evitar que se presente filtración del agua al interior de la vivienda.
- Geotextil para asegurar estanqueidad del techo verde.
- El sistema de drenaje estará compuesto por material de grava alrededor del techo verde.
- La capa de filtración la conformara piedra pómez, arena y arcilla.
- El sustrato será una capa de 12 cm compuesto por zeolitas, arena y turba que serán el medio en el cual se adaptara la vegetación.
- Se propone, que la vegetación para este techo verde este compuesta por Semillas de sedum, Helecho y Kalanchoe.
- La recolección del agua lluvia se realizará por medio de una canaleta metálica ubicada horizontalmente el techo de la vivienda y bajará a través de la tubería conectada al filtro de agua lluvia compuesto por grava y arena.
- Después de pasar por el filtro, el agua será conducida al tanque de almacenamiento de aguas lluvias, el cual conducirá el agua filtrada previamente, hasta la tubería del inodoro del baño y el lavadero al interior de la vivienda, y al exterior se utilizará para sistema de riego por aspersion de una huerta casera.

Sin embargo, la estrategia de construcción sostenible enfocada a la realización de un **Techo verde autorregulado** representa beneficios adicionales, debido a la capacidad de aislamiento térmico y acústico de estos sistemas, lo cual traería confort y mejoramiento de las condiciones de habitabilidad en la vivienda teniendo

en cuenta que, de acuerdo a información obtenida en la encuesta, esta vereda se ve expuesta a condiciones de temperaturas extremas en la que predomina el frío. Es importante mencionar que los techos verdes tienen la capacidad de purificación del aire lo cual sería beneficioso para esta comunidad debido a la problemática por malos olores derivados del Embalse del Muña.

➤ **Estrategia de construcción sostenible para el aprovechamiento de fuentes de Energía renovable**

En el análisis de los resultados obtenidos a través de la encuesta realizada para evaluar las condiciones de vulnerabilidad física, social y ambiental, se pudo evidenciar que una de las problemáticas está asociada a los vientos fuertes representando el levantamiento de las cubiertas de las viviendas de las familias encontradas.

De acuerdo con esto, se concluye que la vereda sería una zona potencial para la llevar a cabo la aplicación de fuentes de energía renovable, en este caso como estrategia de construcción sostenible, se propone un sistema de aprovechamiento de energía eólica.

El sistema de aprovechamiento de energía eólica se utiliza para el abastecimiento de energía eléctrica en la vivienda, este sistema estará compuesto por una torre tubular de 12 m de alturas y tres aspas de 175 cm, que permitirán que al girar se produzca energía que llegara al aerogenerador de 1.5 kw el cual será para carga directa de baterías, luego de esto la energía generada pasara por un transformador que permitirá que la energía llegue a la vivienda a 110/220 v, esta energía tendrá conexión al contador externo de la vivienda, después de este proceso, la energía necesaria en la vivienda proviene de una fuente de energía renovable.

La aplicación de esta estrategia de construcción sostenible, requiere estudios adicionales que no están en el alcance de este proyecto, pero que es importante realizar para futuras investigaciones, entre ellos la medición del viento y la cantidad de energía que se genera ya que de esto dependen las características específicas del sistema, el modelo planteado propone un sistema general que debe ser sometido a otros análisis para conocer sus requerimientos específicos.

➤ **Estrategia de construcción sostenible para el manejo adecuado de residuos orgánicos e inorgánicos generados en la vivienda.**

La participación de la comunidad en el proyecto mediante la respuesta de la encuesta mencionada anteriormente permitió conocer la problemática asociada a las basuras en la vereda, debido a que como se explicó en el análisis para esta pregunta, la vereda no cuenta con sistema de recolección de basuras. Razón por la cual se realiza la quema de la misma.

Se encontró también que no existe en el área de ubicación de la vivienda, una zona destinada para la disposición final de los residuos orgánicos e inorgánicos derivados de las acciones diarias que se realizan en la vereda debido a esto se propone:

Facilitar la creación de un hábito en esta comunidad para la de separación correcta residuos en la cual se propone el uso de 5 canecas de basura plásticas, cada una con un fin específico como se puede observar en el Anexo E- de Planta arquitectónica, evitando así la quema de materiales y su emisión de gases contaminantes al medio ambiente Es importante que la Administración municipal conozca los esfuerzos que está realizando la vereda San Eugenio por dar un manejo correcto a las basuras y con eso realicen la gestión para la recolección de estas en la zona.

En la encuesta se conoció que uno de los materiales más reciclados es el plástico el cual actualmente es una problemática a nivel mundial ya que perdura en el tiempo, se propone que los muros de la vivienda tipo propuesta, se construyan de manera artesanal en la vereda, mediante la utilización de un molino para triturar el plástico producido en la vivienda.

El molino triturador utilizara energía eólica para su funcionamiento evitando que el material producido provenga de un costo energético contaminante, luego de obtener el material plástico triturado, se mezclara con cemento y se ubicara en los moldes contruidos por madera reciclada de la vivienda, estos ladrillos pueden secarse al sol, evitando la utilización de altos hornos como se utiliza para la producción de ladrillos convencionales.

De acuerdo con esto, se incentiva la participación de la comunidad en una acción que los beneficia a ellos y al medio ambiente, por la producción de ladrillos de plástico que se utilizaran en la construcción de sus viviendas, el cual se ha derivado de la utilización de energías renovables y materiales reciclados, como se presentó en la Imagen 47, el caso de una vivienda que fue construida en Colombia con ladrillo reciclado, estos proyectos se conocen como viviendas tipo lego que permiten la construcción de viviendas ambientalmente sostenibles.

se anexan tres planos del **Modelo tipo de vivienda sostenible para la vereda San Eugenio** correspondientes a Anexo D -Vista Isométrica-Alzado, Anexo E-Planta Arquitectónica, Anexo F –Alzados y el Análisis de precios unitarios que se puede observar en el Anexo G el cual se de manera aproximada teniendo en cuenta el alcance de este proyecto.

La socialización de los resultados con la comunidad se realizará cuando ya se tengan los resultados finales de este trabajo de investigación, se realizará nuevamente visita a la vereda y se contará con la colaboración nuevamente de la Junta de Acción Comunal para socializar los productos derivados de este trabajo con la comunidad, de acuerdo a la metodología establecida.



## 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizó el análisis estadístico de 5 veredas del Municipio de Sibaté – Cundinamarca que se encontraban en condiciones de vulnerabilidad física, social y ambiental, este análisis permitió definir a la vereda San Eugenio como aquella que se contaba con los mayores parámetros de vulnerabilidad mencionados anteriormente, definiéndola, así como el lugar en el cual se realizó este proyecto.

Se realizó una encuesta en la vereda San Eugenio, contando con el apoyo de la comunidad a través de la repuesta sincera de la misma y permitiendo realizar un recorrido por cada una de las viviendas para conocer su estado actual, esto permitió evaluar detalladamente las condiciones de vulnerabilidad física, social y ambiental.

El análisis de la encuesta aplicada en la vereda San Eugenio con el fin de identificar las condiciones de vulnerabilidad física, social y ambiental que se presentan allí, permitió evidenciar los procesos constructivos deficientes que se realizan de manera general en las viviendas, y permitió conocer las deficiencias generales en cuanto a prestación de servicios, y estados de las vías que afectan la calidad de vida de los habitantes de San Eugenio

La investigación realizada sobre el diagnostico de técnicas, tecnologías y materiales de construcción sostenible que se han implementado a nivel Nacional e Internacional para la construcción de proyectos de construcción en barrios vulnerables, permitió conocer el esfuerzo que hace actualmente por mejorar los materiales, las técnicas y tecnologías que se utilizan en la construcción convencional, con el fin de mitigar los impactos negativos generados al medio ambiente.

La participación de la comunidad en este tipo proyectos de investigación permiten fomentar el sentido de pertenencia de las familias con la vereda, y así cambiar progresivamente hábitos que se realizan y que no benefician a la comunidad ni al medio ambiente, como es el caso de la quema de basura, la cual es una actividad normalizada en la vereda San Eugenio.

La construcción de viviendas de manera irregular en comunidades vulnerables refleja la falta de compromiso de las entidades Municipales, que no regulan los procesos constructivos que se llevan a cabo y que con el paso del tiempo se convierten en estructuras que ponen en riesgo la seguridad de sus habitantes ante la falta generalizada de elementos estructurales que den soporte a la vivienda.

El diseño de estrategias de construcción sostenibles, se planteó buscando el mejoramiento de las condiciones de vida actuales de las familias de esta vereda, teniendo en cuenta la construcción total de la vivienda, debido a los deficientes procesos constructivos que se observaron y a que las mismas se construyeron sin personal profesional capacitado, incidiendo así en la construcción de viviendas sin

elementos estructurales vitales como son vigas y columnas aumentando así el riesgo por colapso de las viviendas.

Una de las estrategias de construcción sostenibles planteadas son los techos verdes que representan una oportunidad alta de mejoramiento de la calidad de aire en la vereda, debido a los diferentes beneficios que representan la aplicación de estos sistemas y su capacidad de purificación de aire ayudando así a disminuir la contaminación ambiental.

El aprovechamiento de agua lluvia a través de una cubierta verde permite que la comunidad haga parte de un proyecto con diferentes beneficios económicos y ambientales, produciendo así que las futuras generación tengan conciencia de la importancia de estos sistemas.

El aprovechamiento del plástico generado por el consumo diario de la comunidad de San Eugenio fue contemplado como otra estrategia de construcción sostenible en el cual se plantea la construcción de ladrillos compuestos por plástico y cemento los cuales serán realizados por la comunidad de la vereda, esta estrategia permite fomentar en las familias, conciencia acerca de la vida útil de los materiales, transmitiendo estos conocimientos a las futuras generaciones.

En el desarrollo de los objetivos del proyecto se pudo conocer los diferentes beneficios de la construcción sostenible que permiten aprovechar de manera responsable los recursos que brinda la naturaleza, cambiando progresivamente los procesos constructivos tradicionales, y dando la oportunidad al aprovechamiento de fuentes de energía renovables como es la energía eólica, que se plantea como otra de las estrategias de construcción sostenible, esta estrategia permitirá obtener ahorro económico para las familias y representara beneficios ambientales al no utilizar energía eléctrica tradicional.

El trabajo con la comunidad permitió conocer las deficiencias que se presentan en estas zonas rurales del país, las cuales no ha cuenta con condiciones de vida 100% óptimas, debido a diferentes aspectos entre los cuales se consideran como más relevantes, la falta de sistema alcantarillado, deficiencia en la energía eléctrica, deficiencia en calidad de la estructura de la vivienda, falta de compromiso del municipio al no asignar aun, un sistema de recolección de basuras.

El diseño de las estrategias de construcción sostenible, dieron como resultado el ***Modelo tipo de vivienda sostenible para la vereda San Eugenio***, el cual beneficiara las condiciones de vida de los habitantes, al contar con una vivienda construida bajo los parámetros de la normatividad vigente NSR-10, este modelo debe ser sometido a diferentes análisis estructurales en futuras investigaciones con el fin de evaluar sus cargas y determinar las dimensiones de los elementos estructurales, entre otros factores como es la determinación detallada del análisis de costos.

No se recomienda la aplicación de un techo verde sobre la estructura actual de la vivienda, debido a la falta de elementos estructurales que resistan su peso, por lo cual fue propuesto el modelo tipo que considera la reconstrucción de la misma.

Para futuras investigaciones se recomienda la realización de un prototipo de torre eólica, que permita conocer detalladamente cual es la cantidad de energía eólica que se puede llegar a producir en esta zona, y que sirva como modelo replicable para diferentes lugares del país, útiles para comunidades que no tienen acceso a los proyectos actuales de energía eléctrica, y que carecen de estos servicios vitales.

## BIBLIOGRAFÍA

Aburrá, Á. M. del V. de (2015) *Guía 3. Guía para la inclusión de criterios de sostenibilidad en el diseño de espacios abiertos*. Available at: [https://www.metropol.gov.co/ambiental/Documents/Construccion\\_sostenible/Guia-3-GSCIIIEspaciosAbiertos.pdf](https://www.metropol.gov.co/ambiental/Documents/Construccion_sostenible/Guia-3-GSCIIIEspaciosAbiertos.pdf).

Acciona (2019) 'Desarrollo Sostenible ¿Qué es y cómo alcanzarlo?'

Acuerdo11de2002 (2010) 'ACUERDO No . 11 DE 2002 POR MEDIO DEL CUAL SE MODIFICA , AJUSTA Y ADECUA EL ACUERDO No . 10 DE 2002 MEDIANTE EL CUAL SE ADOPTO EL PLAN BASICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CUAL SE REALIZA UNA REVISION EXCEPCIONAL AL PLAN BASICO DE ORDENAMIENTO TERRITORI', (11).

Administración de la Comunidad Autónoma del País Vasco (2008) *Guía De Edificación Sostenible Para La Vivienda, Consejero de Vivienda, Obras Públicas y Transportes*.

Alcaldía Municipal de Sibaté, C. (2019) *Mi Municipio*. Available at: <http://www.sibatecundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Presentacion.aspx>.

Apaza, N. (2017) *Tipos de vulnerabilidad*. Available at: <http://perugrd.blogspot.com/2017/10/tipos-de-vulnerabilidad.html>.

Arce, M. A. (2018) *Construcción sostenible:Internacionalización de servicios*. Available at: [http://sistemas.procomer.go.cr/DocsSEM/Construccion Sostenible VF.pdf](http://sistemas.procomer.go.cr/DocsSEM/Construccion_Sostenible_VF.pdf).

ArchDaily (2011) *En Detalle: Construcción con botellas recicladas*. Available at: [https://www.archdaily.co/co/02-118791/en-detalle-construccion-con-botellas-recicladas/usuario-flickr-el-blog-de-apa3?next\\_project=no](https://www.archdaily.co/co/02-118791/en-detalle-construccion-con-botellas-recicladas/usuario-flickr-el-blog-de-apa3?next_project=no).

Arq, N. (2013) *12 materiales verdes mejores que el concreto*. Available at: <http://noticias.arq.com.mx/Detalles/15874.html#.XYZ1xUZKjIW>.

Ayala (2012) *Diferencia entre Técnica y Tecnología*. Available at: <http://proyectoproductivotecnologico.blogspot.com/2012/06/diferencias-entre-tecnica-y-tecnologia.html>.

Barbosa, H. (2013) *Historia Grafica de Soacha*. Available at: <http://soachailustrada.com/2013/06/historia-grafica-de-soacha-43/>.

Baron, F. (2019) *Construir una casa con balas de paja*. Available at: [https://bricolaje.facilisimo.com/construir-una-casa-con-balas-de-paja\\_545657.html](https://bricolaje.facilisimo.com/construir-una-casa-con-balas-de-paja_545657.html).

BBC (2012) *El invento que cambió la historia de la luz*. Available at:

[https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/10/121010\\_tecnologia\\_led\\_bombillo\\_50\\_anos\\_luz\\_dp](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2012/10/121010_tecnologia_led_bombillo_50_anos_luz_dp).

Bolaño, P. (2012) *Pinturas ecológicas, decorativas y seguras*. Available at: <https://www.ecoticias.com/bio-construccion/71543/Pinturas-ecologicas-decorativas-seguras>.

Bolivariana, U. P. (2015) *Guía 5*.

Boza, A. C. P. (2018) *Pilares de la Tecnología Verde*. Available at: <https://www.gestiopolis.com/pilares-de-la-tecnologia-verde/>.

Cancillería. (2019) *Organizacion de las Naciones Unidas ONU*. Available at: <https://www.cancilleria.gov.co/organizacion-las-naciones-unidas-onu>.

Car (2014) 'Embalse del Muña-Seguimiento ambiental'.

CAR (2019) 'Caso Emblemático-OPSOA-Contaminación del Muña.'

Carrasquel, G. (2018) *Lo que debemos saber sobre la quema de basura*. Available at: <https://blogazulambientalistas.wordpress.com/2018/01/24/lo-que-debemos-saber-sobre-la-quema-de-basura/>.

Categor, S. et al. (2018) *Sibaté, Cundinamarca*. Available at: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/sibate \(8\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/sibate%20(8).pdf).

Catorce6, R. A. (2019) *Identifican variedad del Bambú en Colombia que sería más resistente que la guadua*. Available at: <https://www.catorce6.com/investigacion/17657-identifican-variedad-del-bambu-en-colombia-que-seria-mas-resistente-que-la-gadua>.

CCCS (2018) *La primera vivienda sostenible del país certificada en CASA Colombia*. Available at: <https://www.cccs.org.co/wp/2018/06/29/la-primera-vivienda-sostenible-del-pais-certificada-en-casa-colombia/>.

Company, T. W. (2019) *Tiempo para el fin de semana para Sibaté, Cundinamarca*. Available at: <https://weather.com/es-CO/tiempo/finde/l/b0b25d884d37611ff0edfb059d10523331782758c79ee761c6f9ba85215797aa>.

Construible (2019) *Materiales Sostenibles*. Available at: <https://www.construible.es/materiales-sostenibles>.

Construmatica (2019) *Pinturas Sostenibles*. Available at: [https://www.construmatica.com/construpedia/Pinturas\\_Sostenibles](https://www.construmatica.com/construpedia/Pinturas_Sostenibles).

Contreras, E. (2018) '6 materiales perfectos para aislar el ruido en casa'.

Cuidemoselplaneta (2019) *¿Qué es el desarrollo sostenible?* Available at: <http://www.lineaverdehuelva.com/lv/consejos-ambientales/conciencia-ambiental/Que-es-el-desarrollo-sostenible.asp>.

DANE (2019) *Principales indicadores del mercado laboral Marzo de 2019*. Available at: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/bol\\_empleo\\_mar\\_19.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech/bol_empleo_mar_19.pdf).

Difiere (2019) *¿Cuál es la diferencia entre Proceso y Procedimiento?* Available at: <https://difiere.com/diferencia-proceso-procedimiento/>.

DNP (2019a) *Trabajo decente, acceso a mercados e ingresos dignos: acelerando la inclusión productiva*. Available at: <https://www.dnp.gov.co/DNPN/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Pilares-del-PND/Equidad/Trabajo-decente-acceso-a-mercados-e-ingresos-dignos.aspx>.

DNP (2019b) *Vivienda y entornos dignos e incluyentes*. Available at: <https://www.dnp.gov.co/DNPN/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Pilares-del-PND/Equidad/Vivienda-y-entornos-dignos-e-incluyentes.aspx>.

Dopazo, M. R. (2019) *ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO Y SUS IMPACTOS*. Available at: <https://blogs.upm.es/ecolabupm/category/medio-ambiente/>.

DOW (2018) *Documento Caso: Referencial Casa*. Available at: <https://www.cccs.org.co/wp/download/documento-dow-proyecto-casa-tenjo/?wpdmdl=17088>.

Ecoesmas (2019) *Aislantes Naturales: Fibras De Madera*. Available at: <https://ecoemas.com/aislantes-naturales-fibras-madera/>.

Ecoinventos (2018) *Una abogada boliviana hace casas con botellas PET para las personas en situación de extrema pobreza*. Available at: <https://ecoinventos.com/una-abogada-boliviana-hace-casas-con-botellas/>.

Ecoinventos (2019) *Las casas de ladrillos de plástico tipo LEGO que podrás construir tu mismo*. Available at: <https://ecoinventos.com/casas-de-ladrillos-de-plastico/>.

Ecovientos (2015) *Productos reciclados para la construcción*. Available at: <https://ecoinventos.com/publicar-articulo/>.

Energía, U. (2017) 'Ahorro energético: Conceptos y definiciones'.

EPM (2018) *Programa de vivienda sostenible Aldeas de EPM recibió reconocimiento de la Sociedad Colombiana de Arquitectos*. Available at: <https://www.epm.com.co/site/home/sala-de-prensa/noticias-y-novedades/programa-de-vivienda-sostenible-aldeas-de-epm-recibio-reconocimiento-de-la-sociedad-colombiana-de-arquitectos>.

FactorEnergia (2018) *No Title*. Available at: <https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-eolica/>.  
Federal, S. H. (2018) *EcoCasa - Casas eficientes para todos*.

Flores, C. and Gustafsson, F. (2010) *Muro Trombe*. Available at: <https://es.slideshare.net/cfloresd/muro-trombe-3694723>.

Helecho (2018) *Boletín Técnico Tecnologías de techos verdes y clasificación. RECIVE*. Available at: <https://helecho.co/boletin-tecnico-tecnologias-de-techos-verdes-y-clasificacion-recive/>.

HempMeds México (2019) *Hempcrete: Usando la planta de cáñamo en la construcción*. Available at: <https://hempmeds.mx/hempcrete-usando-la-planta-de-canamo-en-la-construccion/>.

Ideo (2019) 'Diseño centr en las perso'.

IFC (2019a) *Tacurumbí Parque Residencial*.

IFC (2019b) *Torres del Cielo 2 and 3*. Available at: <https://www.edgebuildings.com/projects/torres-del-cielo-2-and-3/?lang=es>.

Inarquia (2019) *Aplicaciones del Corcho como Material Sostenible en la Construcción de Edificios*. Available at: <https://inarquia.es/aplicaciones-del-corcho-como-material-sostenible-en-la-construccion-de-edificios>.

Intermundos (2012) *Refugio de adobe y material reciclado*". Available at: <http://intermundos.org/residencias/prueba/>.

Internacional, C. de C. (2019) *Tecnologías verdes*. Available at: <http://www.intracen.org/itc/sectores/tecnologias-verdes/>.

Jimdo (2019) *Administracion de desastres*. Available at: <https://pcsucre.jimdo.com/amenazas-vulnerabilidades-riesgos-emergencias-y-desastres/>.

Katuska Martinez (2011) *Administración de desastres*. Available at: <http://katuska-gestionderiesgo.blogspot.com/2011/01/tipos-de-vulnerabilidad.html>.

Kim, M., Lee, D. and Kim, J. (2017) *An optimization model for design and analysis*

*of a renewable energy supply system to the sustainable rural community*, *Energy Procedia*. Elsevier B.V. doi: 10.1016/j.egypro.2017.10.285.

Labonnote, N., Skaar, C. and R  ther, P. (2017) 'The Potential of Decision Support Systems for More Sustainable and Intelligent Constructions: A Short Overview', *Procedia Manufacturing*. The Author(s), 12(2351), pp. 33–41. doi: 10.1016/j.promfg.2017.08.006.

Lacarra, M. E. (2019) *HÁBITAT y Arquitectura: Teor  a y Praxis para la Integración*. Available at: <http://habitat-arquitectura-teoriaypraxis.blogspot.com/p/obra-en-el-exterior-viviendas-en.html>.

Latam (2019) *Características,    Qué es una vivienda sostenible? Conoce sus*. Available at: [co.linkedin.com/in/jessica-villamil-santamaria-7b8588184](https://co.linkedin.com/in/jessica-villamil-santamaria-7b8588184).

LATAM (2019) *TORRES DEL CIELO*. Available at: <http://latamcapital.net/proyectos/torres-del-cielo/#!>

MetrosCúbicos (2015) *EcoCasa recibe premio ecológico por vivienda sustentable*. Available at: <http://www.metroscubicos.com/articulo/consejos/2015/06/12/ecocasa-recibe-premio-ecologico-por-vivienda-sustentable>.

Minambiente (1974) *DECRETO 2811*. Available at: [http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto\\_2811\\_de\\_1974.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf).

Minambiente (2019) *Edificaciones sostenibles*. Available at: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=2054:planta-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-88>.

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio (2015) *Decreto 1285 de 2015, por el cual se modifica el decreto 1077 de 2015., Decreto   nico Reglamentario del Sector de Vivienda, Ciudad y Territorio, en lo relacionado con lineamientos de construcción sostenible para edificaciones*.

MinTic (2019) *Estadísticas en Educación básica por municipio*. Available at: <https://www.datos.gov.co/Educacion/ESTADISTICAS-EN-EDUCACION-BASICA-POR-MUNICIPIO/nudc-7mev/data>.

Minvivienda (2019a) *ABC Casa Digna Vida Digna*. Available at: <http://www.minvivienda.gov.co/viceministerios/viceministerio-de-vivienda/programas/casa-digna-vida-digna>.

Minvivienda (2019b) *Construcción sostenible*. Available at: <http://www.minvivienda.gov.co/cambio-climatico/mitigacion/construccion->



sostenible.

Minvivienda (2019c) *Construcción Sostenible*. Available at: <http://www.minvivienda.gov.co/cambio-climatico/mitigacion/construccion-sostenible>.

MinVivienda (2013) *Anexo Técnico Inicial*. Available at: [http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioVivienda/ANEXO 1 0549 - 2015.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioVivienda/ANEXO_1_0549_2015.pdf).

Moles, O. *et al.* (2014) *From Local Building Practices to Vulnerability Reduction: Building Resilience through Existing Resources, Knowledge and Know-how, Procedia Economics and Finance*. Elsevier B.V. doi: 10.1016/s2212-5671(14)01020-x.

Montoya, L. (2009) 'Revisión y actualización Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) Municipio de Sibaté, Cundinamarca', 2(5), p. 255.

Moriana, L. (2018) *Cuál es la basura orgánica e inorgánica: ejemplos*. Available at: <https://www.ecologiaverde.com/cual-es-la-basura-organica-e-inorganica-ejemplos-1243.html>.

Municipal, A. *et al.* (2018) *Plan Municipal De Contingencia Contra Incendios Forestales* -. Available at: [http://sibate-cundinamarca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/Plan Municipal de Incendios Forestales.pdf](http://sibate-cundinamarca.gov.co/Transparencia/PlaneacionGestionyControl/Plan_Municipal_de_Incendios_Forestales.pdf).

Municipio de Sibaté (2008) *Plan de desarrollo Municipal 2008-2011*. Available at: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/Plan de Desarrollo Municipal Sibate \(7\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/Plan%20de%20Desarrollo%20Municipal%20Sibate%20(7).pdf).

Nassar, D. M. and Elsayed, H. G. (2018) 'From Informal Settlements to sustainable communities', *Alexandria Engineering Journal*. Faculty of Engineering, Alexandria University, 57(4), pp. 2367–2376. doi: 10.1016/j.aej.2017.09.004.

O.N.U (2019) *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Available at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.

Oke, A. E., Aigbavboa, C. O. and Semanya, K. (2017) 'Energy Savings and Sustainable Construction: Examining the Advantages of Nanotechnology', *Energy Procedia*. Elsevier B.V., 142, pp. 3839–3843. doi: 10.1016/j.egypro.2017.12.285.

OROZCO, C. M. (2019) *Colombia, un país con más pobres: DANE*. Available at: <https://www.uniminutoradio.com.co/colombia-un-pais-que-cada-dia-tiene-mas-pobres/>.

Ortiz, J. J. S. (2016) *Que son los techos verdes,pros y contras*. Available at:

<http://icasasecologicas.com/los-techos-verdes-ventajas-desventajas/>.

Paisajismo (2019) *TECHOS VERDES SUSTENTABLES: Historia, Concepto*. Available at: <https://paisajismodigital.com/blog/techos-verdes-sustentables-historia-concepto-y-los-mejores-tips/>.

Panamericana, A. (2018) *CONSTRUCCIÓN DE 16 VIVIENDAS DE QUINCHA MEJORADA MODULAR para damnificados del Terremoto del 15 de agosto de 2007 en Ica, Perú*. Available at: <http://arquitecturapanamericana.com/construccion-de-16-viviendas-de-quincha-mejorada-modular-para-damnificados-del-terremoto-del-15-de-agosto-de-2007-en-ica-peru/>.

Pocock, J., Steckler, C. and Hanzalova, B. (2016) 'Improving Socially Sustainable Design and Construction in Developing Countries', *Procedia Engineering*. Elsevier B.V., 145, pp. 288–295. doi: 10.1016/j.proeng.2016.04.076.

Portafolio (2015) *Construcción sostenible y ecológica, necesaria en el mundo*. Available at: <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/construccion-sostenible-ecologica-necesaria-mundo-35448>.

Questionpro (2019) *¿Qué es el muestreo por conveniencia?* Available at: <https://www.questionpro.com/blog/es/muestreo-por-conveniencia/>.

ReliefWeb (2009) *Autoconstrucción de viviendas en quincha mejorada para damnificados del terremoto en el sur del Perú*. Available at: <https://reliefweb.int/report/peru/autoconstrucción-de-viviendas-en-quincha-mejorada-para-damnificados-del-terremoto-en-el>.

Roncancio, V. D. P. A. (2004) *PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS, DEL MUNICIPIO DE SIBATÉ CUNDINAMARCA, 2004*. Available at: [https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11009/PMA\\_SIBATÉ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11009/PMA_SIBATÉ.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Rozo, J. A. (2018) *Análisis sobre la construcción sostenible en Colombia*. Available at: <https://www.aiso.la/blog/analisis-sobre-la-construccion-sostenible-en-colombia/>.

Safinia, S. *et al.* (2017) 'Sustainable Construction in Sultanate of Oman: Factors Effecting Materials Utilization', *Procedia Engineering*. Elsevier B.V., 196(June), pp. 980–987. doi: 10.1016/j.proeng.2017.08.039.

Sanchez, G. and Diaz, E. (2019) *Cierre 2018*. Available at: <https://www.techo.org/colombia/wp-content/uploads/sites/7/2019/05/INFORME-DE-GESTION-2018-TECHO-Colombia-.1.pdf>.

Semana, E. (2019) 'Megaobras mitigarán los olores del Muña'.

Sevilla, U. de (2015) *Crean un sistema de depuración de agua auto-construible*. Available at: <https://investigacion.us.es/noticias/1700>.

Sibaté., J. de O. de P. y E. M. de (2019) *Mapas veredas de sibate*.

Sibaté, A. de (2019) *División Política Area Rural*. Available at: <http://www.sibate-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Galeria-de-Mapas.aspx#lg=1&slide=2>.

Sibaté, A. M. de (2017) *Alcaldía Municipal de Sibaté-Cundinamarca*. Available at: <http://www.sibate-cundinamarca.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Presentacion.aspx>.

Sibaté, B. de P. (2019) *Datos sibate-Poblacion veredas*. Available at: <http://www.sibate-cundinamarca.gov.co/Proyectos/Paginas/Conozca-Mas-Proyectos.aspx>.

Structuralia (2018) *Viviendas sostenibles construidas con botellas*. Available at: <https://blog.structuralia.com/viviendas-sostenibles-construidas-con-botellas>.

Structuralia Blog (2018) '¿Qué es exactamente la certificación LEED?'

Tendencias (2016) *El agua, su importancia para el mundo*. Available at: <https://tendencias.com/eco/el-agua-su-importancia-para-el-mundo/>.

Termiser Protecciones (2019) '¿Qué es un embalse? Definición, formación y característica.'

Termiserprotecciones (2019) *CONSTRUCCIÓN VERDE: 7 TECNOLOGÍAS USADAS EN CASAS ECOLÓGICAS*. Available at: <http://termiserprotecciones.com/construccion-verde-tecnologias-casas-ecologicas/>.  
TIERRA, E. A. DE (2015) *TAPIA*. Available at: <https://eararquitecturadetierra.weebly.com/tapia.html>.

Uncuma (2019) *¿Qué es el ciclo de vida de los productos?* Available at: [http://www.uncuma.coop/guiacompraresponsable/seccion2\\_2.html](http://www.uncuma.coop/guiacompraresponsable/seccion2_2.html).

Undp (2019a) *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.

Undp (2019b) *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Available at: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-12-responsible-consumption-and-production.html>.

United Nations (1987) *Informe de Brundlant*. Available at: [http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE\\_LECTURE\\_1/CMMA](http://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMA)

D-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf.

Victoria Gonzalez (2019) '10 conceptos imprescindibles sobre ahorro energético en el hogar'.

## ANEXOS

### ANEXO A- FORMATO DE ENCUESTA REALIZADA

#### ENCUESTA PARA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD FÍSICA, SOCIAL Y AMBIENTAL VEREDA SAN EUGENIO- MUNICIPIO DE SIBATE-CUNDINAMARCA

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Género: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_

#### PARÁMETROS DE EVALUACION DE VULNERABILIDAD FÍSICA

1. Indique el tipo de vivienda con el que cuenta actualmente

Tipo de vivienda	Marque con una x
Propia	
Familiar	
Arrendada	

2. Indique el año de construcción de la vivienda

Año de construcción de la vivienda	Marque con una x
Antes de 1940	
Entre 1940 y 1980	
Entre 1980 y 1994	
Entre 1994 y 2004	
Entre 2004 y 2014	
Entre 2014 y 2019	
Desconocido	

3. Indique con cuantos niveles cuenta su vivienda.

Cantidad de niveles de la vivienda	Marque con una x
1	
2	
3	
>3	

4. Características del sistema estructural de la vivienda.

Sistema resistente-característica estructural de la vivienda	Marque con una x
El sistema no tiene columnas	
Pórticos resistentes a momento	
Columnas en concreto reforzado	
Columnas metálicas	
Columnas en madera	
Muros en mampostería simple	
Muros en mampostería reforzada	
Muros de concreto reforzado	
Muros en adobe	
El sistema no tiene vigas	
Vigas de madera	
Vigas de concreto	
Vigas metálicas	
Muros de otros materiales ¿Cuáles?	
Sistema combinado	
Desconocido	

5. Características del soporte de la placa de entrepiso de la vivienda.

Soporte de la placa de entrepiso	Marque con una x
Mampostería	
Tierra	
Concreto	
Placas macizas	
Placa fácil	
Metaldeck	
Láminas de madera	
Losa con vigas	
Vigas o cerchas metálicas con placas de concreto	
Vigas o cerchas metálicas que soportan sistemas livianos	
Vigas o cerchas de madera que soportan láminas de concreto	
Vigas o cerchas de madera que soportan láminas de madera	
No aplica	

6. Características del material de la cubierta de la vivienda.

Material de la cubierta	Marque con una x
Concreto sin recubrimiento	
Tejas de concreto	
Tejas de arcilla	
Tejas de eternit	
Tejas zinc	

Tejas de plástico	
Madera	
Desconocido	

7. Características del material de la Fachada de la vivienda.

<b>Material de las paredes exteriores- fachada</b>	<b>Marque con una x</b>
Mampostería-Ladrillo de arcilla sin recubrimiento	
Mampostería-Bloque de arcilla sin recubrimiento	
Mampostería- Ladrillo de adobe	
Mampostería de piedra	
Bloque de arcilla con recubrimiento en concreto	
Bloque de arcilla con acabado en pintura	
Tapia	
Metal	
Madera	
Bahareque	
Plástico	
Otro - ¿cuál?	

8. Características de las paredes interiores de la vivienda.

<b>Material de las paredes interiores</b>	<b>Marque con una x</b>
Mampostería-Ladrillo de arcilla sin recubrimiento	
Mampostería-Bloque de arcilla sin recubrimiento	
Mampostería- Ladrillo de adobe	
Mampostería de piedra	
Bloque de arcilla con recubrimiento en concreto	
Bloque de arcilla con recubrimiento en concreto y acabado en pintura	
Tapia	
Metal	
Madera	
Bahareque	
Plástico	
Otro - ¿cuál?	

9. Características de los acabados del piso de la vivienda.

<b>Material de los acabados del piso de la vivienda</b>	<b>Marque con una x</b>
Concreto	
Tierra	
Piedra	
Madera	
Tabla	
Cerámica	
Alfombra	
Otro	

10. ¿La construcción de la vivienda se realizó con personal profesional capacitado y experto en el campo?

<b>Construcción con personal capacitado y experto</b>	<b>Marque con una x</b>
Si-¿Cuál?	
No	
No sabe-No responde	

11. ¿Considera que su vivienda está en riesgo por los siguientes factores debido a su ubicación?

<b>Riesgo</b>	<b>Marque con una x</b>
Colapso estructural	
Derrumbe	
Hundimientos	
Agrietamientos	
Caída de árboles	
Ninguno	

12. ¿Cómo considera el estado actual de su vivienda?

<b>Estado</b>	<b>Marque con una x</b>
Deteriorada	
En buen estado	
Hacinamiento	
Inhabitable	
Ninguno	
Otro-¿Cuál?	

### **PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SOCIAL**

13. ¿Pertenece a algún grupo de población de los que se mencionan a continuación?

<b>Población</b>	<b>Marque con una x</b>
Desplazada	
Refugiados	
Comunidad Indígena	
Persona discapacitada	
Ninguno	

14. ¿Cuál es su nivel de estudios?

<b>Nivel</b>	<b>Marque con una x</b>
Estudios primarios	
Estudios secundarios	
Técnico	



Tecnológico	
Profesional	
Especialista	
Ninguno	
Otro-¿Cuál?	

15. ¿Cuál es su situación laboral actualmente?

Situación laboral	MARQUE CON UNA X
Desempleado	
Jubilado	
Empleado	
Ama de casa	
Jefe de hogar	
Estudiante	
Independiente	
Otro-¿Cuál?	

16. ¿Con qué servicios cuenta su vivienda?

Servicios	Marque con una x
Acueducto	
Alcantarillado	
Aseo	
Gas	
Energía	
Internet	
Ninguno	

17. ¿Cómo se cocinan los alimentos en la vivienda?

Servicios	Marque con una x
Gas natural-Red	
Gas en pipeta	
Gasolina	
Electricidad	
Leña	
Otro-¿Cuál?	

18. ¿Cuáles entidades del sistema Nacional del riesgo están ubicadas en su vereda?

Entidad	Marque con una x
Bomberos	
Estación de Policía	
Base del Ejército Nacional	
Defensa Civil	
Cruz Roja	
Otro ¿Cuál?	
Ninguno	

19. ¿Tiene conocimiento acerca de si su vivienda se encuentra ubicada en zona de alto riesgo?

<b>Ubicación de alto riesgo</b>	<b>MARQUE CON UNA X</b>
Si	
No	
No sabe /No responde	

20. ¿Sabe si hay instituciones en su vereda como colegios, centros de salud, comedores comunitarios, que se encuentren en zona de alto riesgo?

<b>Instituciones ubicadas en zona de alto riesgo</b>	<b>MARQUE CON UNA X</b>
Si-¿Cuáles?	
No	
No sabe /No responde	

21. ¿Ha recibido información sobre cómo actuar ante un desastre natural?

<b>Ha recibido información</b>	<b>Marque con una x</b>
Si	
No	
No sabe /No responde	

22. ¿Existe una ruta del sistema de transporte que llegue hasta la vereda?

<b>Ruta de transporte</b>	<b>MARQUE CON UNA X</b>
Si	
No	

23. ¿Cuál es el material de las vías de la vereda?

<b>Material</b>	<b>MARQUE CON UNA X</b>
Afirmado	
Placa huella	
Pavimento rígido	
Pavimento articulado	
Pavimento flexible	
Adoquín	
Ninguno	

### **PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL**

24. ¿Cuál de los siguientes procesos realiza en su vivienda para aprovechamiento de los residuos orgánicos?

<b>Proceso</b>	<b>Marque con una x</b>
Compostaje	
Biogás	
Lombriciario	
Otro-¿Cuál?	
Ninguno	

25. ¿Realiza separación y reciclaje de los siguientes materiales?

<b>Material</b>	<b>Marque con una x</b>
Cartón	
Vidrio	
Plástico	
Papel	
Madera	
Metal	
Separación de los restos de comida	
Ninguno	
Otro- ¿Cuál?	

26. ¿Considera que la administración municipal incentiva la protección del medio ambiente?

<b>Protección del medio ambiente</b>	<b>MARQUE CON UNA X</b>
Si-¿Qué actividades han realizado?	
No	
No sabe/ No responde	

27. ¿Considera que la vivienda es vulnerable ante alguno de los siguientes riesgos?

<b>Riesgo</b>	<b>Marque con una x</b>
Incendios forestales	
Contaminación del acueducto	
Temperaturas extremas frío-calor	
Inundaciones	
Vientos fuertes	
Ninguna	

28. ¿Considera que, debido a la ubicación del embalse del Muña, la Vereda se ve directamente afectada por alguno de los siguientes aspectos?

<b>Factores ambientales</b>	<b>Marque con una x</b>
Zancudos	
Moscas	
Malos olores	
Contaminación de fuentes hídricas	
Enfermedades Respiratorias	
Enfermedades Cutáneas	

Ninguno	
Otro- ¿Cuál?	

29. Conoce información acerca del cambio climático en el mundo?

Marque con una X	
Si-¿Cuáles?	
No	

**Encuesta realizada por:** María Camila Padilla Aponte

**Fuentes:** Estudio de lineamientos Técnicos para el desarrollo de estudios de riesgo por inundación lenta –Unidad Nacional para la Gestión del riesgo de Desastres (UNGRD)

Lineamientos para el análisis de la vulnerabilidad social en los estudios de la Gestión Municipal del riesgo de desastres UNGRD-IEMP

Estudio de la vulnerabilidad social-cruz roja.

*Anexo 1. Encuesta diseñada y aplicada.*

## ANEXO B- CARTA DE COMPROMISO CON LA COMUNIDAD



Bogotá D.C., 06 de septiembre de 2019

Señora:  
**TERESA CANGREJO**  
Presidente Junta de Acción Comunal (J.A.C.)  
Vereda San Eugenio,  
Municipio de Sibaté-Cundinamarca

Asunto: Carta de compromiso con la comunidad

Mi objetivo en este documento, respetada señora es pactar mi compromiso con la comunidad de la Vereda San Eugenio, la finalidad es desarrollar mi proyecto de tesis de grado de la universidad católica de Colombia, con la alternativa de practica social, de acuerdo con esto me comprometo a explicarle a cada una de las veinte (20) familias, en que consiste mi proyecto y finalmente entregar los resultados de la investigación a través de la Junta de Acción Comunal.

La Comunidad debe comprometerse a brindarme apoyo y acompañamiento durante el recorrido de visita a las viviendas, esto con el fin de aplicar la encuesta diseñada para evaluar las condiciones de vulnerabilidad física, social y ambiental en la vivienda, respondiendo con sinceridad dicha encuesta, para que así cumpla con los objetivos requeridos para en este proyecto.

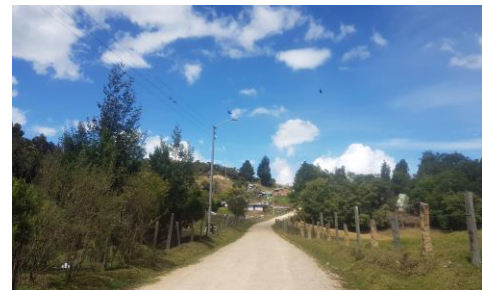
Cordialmente,

  
**MARIA CAMILA PADILLA APONTE**  
C.C. No. 1.018.491.929 de Bogotá D.C.  
Código: 506740

  
**TERESA CANGREJO**  
C.C. No. 41 580 913.  
Presidente Junta de Acción Comunal

*Anexo 2. Carta de compromiso con la Comunidad.*

**ANEXO C- REGISTRO FOTOGRÁFICO - VEREDA SAN EUGENIO.**







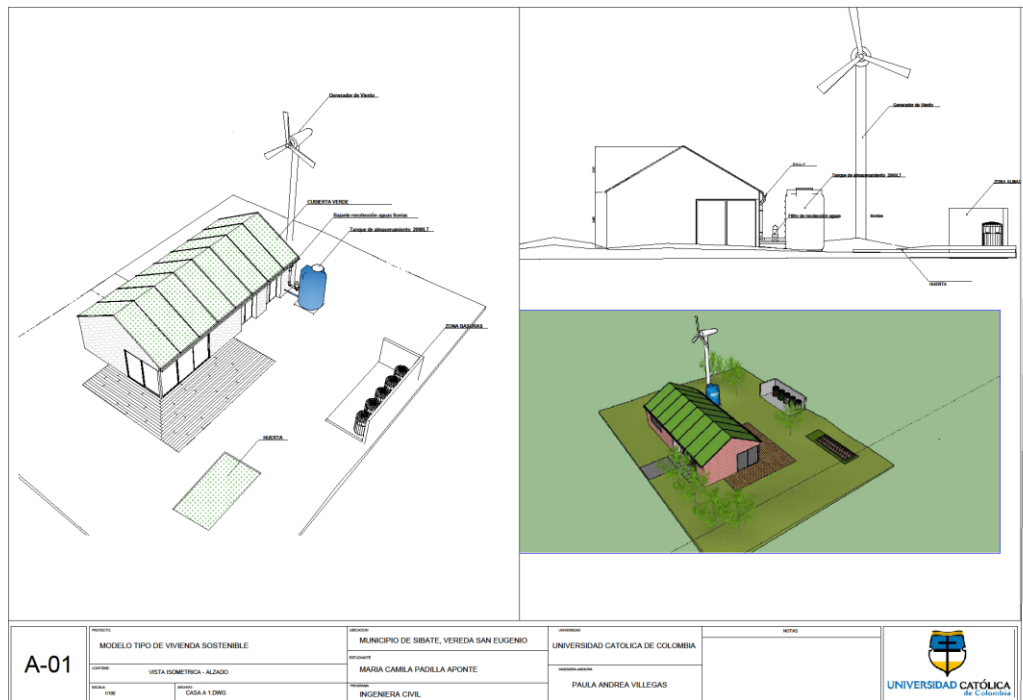






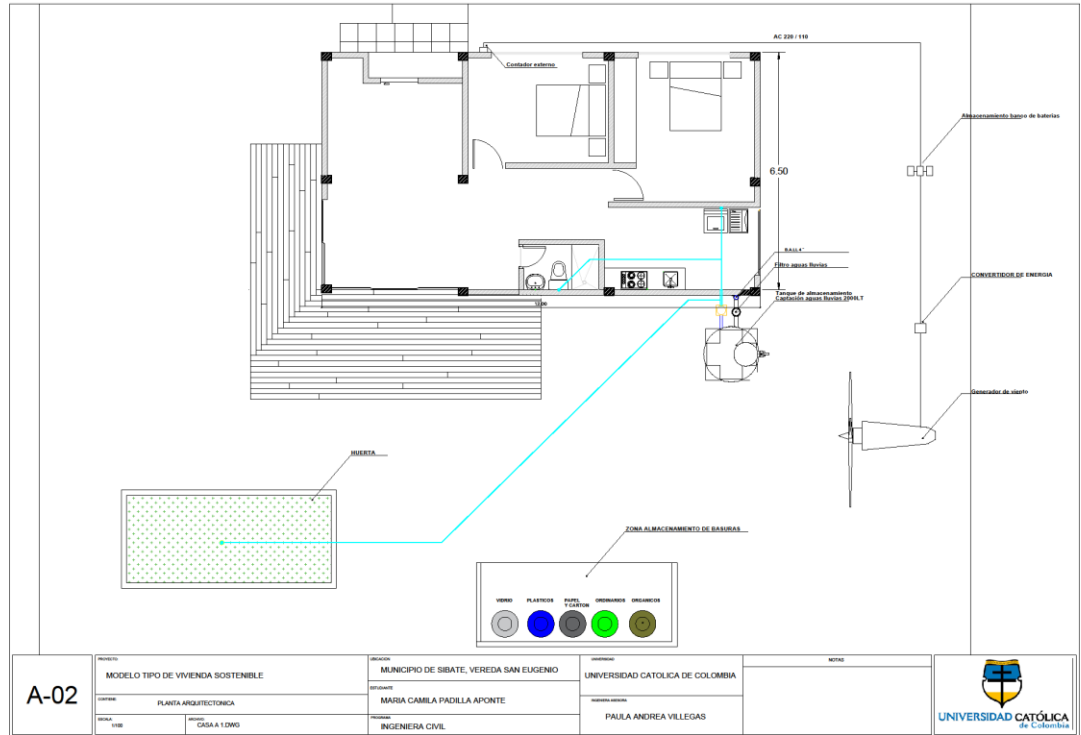
*Anexo 3.Registro fotográfico.*

## ANEXO D- MODELO TIPO DE VIVIENDA SOSTENIBLE – VISTA ISOMÉTRICA ALZADO



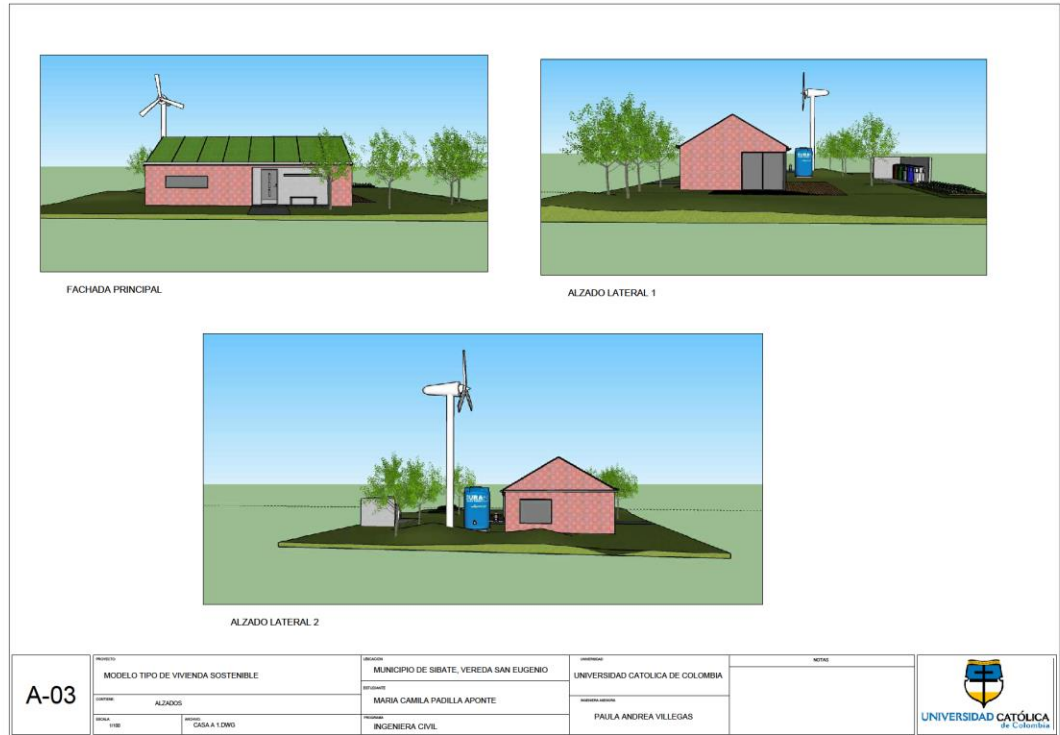
Anexo 4. Modelo tipo de Vivienda Sostenible-Vista Isométrica Alzado.

## ANEXO E- MODELO TIPO DE VIVIENDA SOSTENIBLE PLANTA ARQUITECTÓNICA




Anexo 5. Modelo tipo de Vivienda Sostenible Planta Arquitectónica.

## ANEXO F- MODELO TIPO DE VIVIENDA SOSTENIBLE - ALZADOS



*Anexo 6. Modelo tipo de Vivienda Sostenible –Alzados.*

## ANEXO G- PRUSUPUESTO

ANEXO G				
FORMATO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS		
FECHA:	11 de Octubre de 2019			
PROYECTO:	Construcciones sostenibles en comunidades vulnerables			
Lugar	Municipio de Sibaté- Vereda San Eugenio			
<b>MATERIALES</b>				
<b>ACTIVIDADES PRELIMINARES</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio-Unit.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Parcial</b>
Localización y replanteo	M2	\$ 2.455	78	\$ 191.490
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 191.490</b>
<b>CIMENTACIÓN</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio-Unit.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Parcial</b>
Concreto común 3000 PSI para zapatas ( h:0.30m*b:0.90*L:0.90m)	M3	\$ 530.110	5.0	\$ 2.650.550
Viga de cimentación	M3	\$ 227.337	3.50	\$ 795.680
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 3.446.230</b>
<b>ESTRUCTURA</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio-Unit.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Parcial</b>
Columnas en concreto reforzado	M3	\$ 629.323	0.605	\$ 380.740
Vigas aéreas	M3	\$ 523.597	1.1	\$ 575.957
Placa de contrapiso	M2	\$ 66.700	78	\$ 5.202.600
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 6.159.297</b>
<b>CUBIERTA</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio-Unit.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Parcial</b>
Teja fibrocemento	M2	\$ 50.836	16	\$ 813.376
Vigas de madera de pino	ML	\$ 96.148	16	\$ 1.538.368
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 2.351.744</b>
<b>MAMPOSTERIA</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio-Unit.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Parcial</b>
Maquina trituradora de plastico	-	\$ 2.500.000	1	\$ 2.500.000
Cemento	M3	\$ 12.600	20	\$ 252.000
Acetate para lubricación de formaleta de madera	ML	\$ 6.500	15	\$ 97.500
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 2.849.500</b>
<b>TECHO VERDE Y SISTEMA DE RECOLECCION DE AGUA LLUVIA</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio-Unit.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Parcial</b>
Membrana Impermeable min 12 mm	ML	\$ 134.900	5	\$ 674.500
geotextil	ML	\$ 9.900	92.4	\$ 914.760
<b>SISTEMA DE DRENAJE</b>				
Grava	M3	\$ 6.900	4	\$ 27.600
<b>CAPA DE FILTRACIÓN</b>				
Piedra pomez	M3	\$ 6.500	3	\$ 19.500
Arena	M3	\$ 6.700	2	\$ 13.400
Arcilla	M2	\$ 6.000	10	\$ 60.000
<b>SUSTRATO 12CM</b>				
Zeolitas	M2	\$ 96.000	2	\$ 192.000
Arena	M3	\$ 6.700	2	\$ 13.400
Turba	M3	\$ 7.200	5	\$ 36.000
<b>VEGETACIÓN</b>				
Semillas de sedum	M	\$ 70.900	20	\$ 1.418.000
Helecho	M2	\$ 50.000	4	\$ 200.000
Kalanchoe	M2	\$ 22.000	50	\$ 1.100.000
<b>RECOLECCION DE AGUA LLUVIA</b>				
Canaleta metalica	ML	\$ 29.500	2	\$ 59.000
Bajante PVC blanco	ML	\$ 34.906	2	\$ 80.284
Tanque para almacenamiento de agua lluvia 2000 Lt	M3	\$ 457.191	1	\$ 457.191
Grava 1/2 " para filtro de agua lluvia (0.4*0.5*0.5) m	M3	\$ 6.500	.1	\$ 650
Arena fina 1/4" para filtro de agua lluvia (0.7*0.5*0.50)m	M3	\$ 4.050	.175	\$ 709
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 5.266.994</b>
<b>SISTEMA APROVECHAMIENTO DE ENERGIA EOLICA</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio-Unit.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Parcial</b>
Aerogenerador de 1.5 Kw para carga directa de baterias incluye controlador y resistencia de descarga	Kw	\$ 22.817.900	1	\$ 22.817.900
Transformador de conexión a red 2.0 Kw	K2	\$ 1.250.900	1	\$ 1.250.900
Torre tubular 12 m	m	\$ 9.422.900	1	\$ 9.422.900
Juego de tres palas de 175 cm	cm	\$ 3.153.900	1	\$ 3.153.900
Costos de importación	-	\$ 3.400.000	1	\$ 3.400.000
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 40.045.600</b>
<b>UBICACION DE RESIDUOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio-Unit.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Parcial</b>
Punto ecológico de 5 canecas plasticas de (53 Lt)		\$ 46.900	5	\$ 234.500
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 234.500</b>
<b>ACABADOS Y ACCESORIOS</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio-Unit.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Parcial</b>
Pintura ecologica	MI	\$ 76.900	2	\$ 153.800
Loseta de corcho para piso	M2	\$ 19.900	76	\$ 1.512.400
Sanitario Ahorrador de descarga Dual 6 litros para sólidos y 4 para líquidos.	-	\$ 367.900	1	\$ 367.900
Griferia lavamanos con reducción de consumo de agua.	-	\$ 78.900	1	\$ 78.900
Ducha ahorradora de agua		\$ 57.990	1	\$ 57.990
			<b>Sub-Total</b>	<b>\$ 2.170.990</b>
			<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>	<b>\$ 62.716.344</b>
			<b>TOTAL COSTOS IMPREVISTOS</b>	<b>\$ 15.000.000</b>
Elaborado por: María Camila Padilla Aponte				

Anexo 7. Presupuesto.