CONSIDERACIONES DE SOSTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

Autor

JESSICA BRIGETH MENESES ROA

Tutor

MSc. MILTON MENA SERNA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON ÉNFASIS EN CONSTRUCCIÓN Y HÁBITAT BOGOTÁ, COLOMBIA

ENERO DE 2020

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO 2

RESUMEN 11

PALABRAS CLAVE 11

ABSTRACT 12

KEY WORDS 12

INTRODUCCIÓN 13

1 PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA 16

1.1 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 16

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 19

1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA 19

2 OBJETIVOS 20

2.1 OBJETIVO GENERAL 20

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 20

3 JUSTIFICACIÓN 21

4 MARCO DE REFERENCIA 24

4.1 Definición de vivienda 24

4.2 Vivienda de interés social 25

4.3 Vivienda sostenible 26

5 MARCO TEÓRICO 30

5.1 Tipos de sostenibilidad 30

5.2 Principios de sostenibilidad 31

5.3 Criterios para la Sostenibilidad 32

5.3.1 Territorio 33

5.3.2 Eficiencia Energética 33

5.3.3 Movilidad 34

5.3.4 Producción Eco-eficiente 34

5.3.5 Consumo responsable 35

5.3.6 Integración Cívica / social 36

5.3.7 Zona climática 37

5.3.8 *Orientación* 37

5.3.9 Vegetación 38

5.3.10 Energías renovables 39

5.3.11 Materiales sostenibles 39

5.4 Identificación de energías alternativas 39

5.4.1 Energía solar fotovoltaica 39

5.4.2 Energía eólica 42

5.4.3 Energía hidroeléctrica 44

5.4.4 Biomasa 46

5.4.5 Energía mareomotriz 48

5.4.6 Energía geotérmica 50

5.5 Identificación de técnicas de construcción vernáculas 52

5.5.1 Técnica Bahareque 52
5.5.1 Madera 57
5.5.2 Guadua 61
5.5.3 Tapia 65
5.5.4 Súper adobe 68
5.6 MARCO LEGAL 75
6 DESARROLLO METODOLÓGICO 80
6.1 RECONOCIMIENTO DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS A MODIFICAR EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA 98
6.1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO TIPO VISR 98
6.1.1.1 CIMENTACIÓN 98
6.1.1.1.1 Estructuración de los cimientos 98
6.1.1.1.2 Sobrecimientos 99
6.1.1.1.3 Losa de contrapiso 100
6.1.1.1.4 Instalaciones Hidrosanitarias 100
6.1.1.1.5 Apoyo muros divisorios 100
6.1.1.2 MAMPOSTERÍA CONFINADA 100
6.1.1.2.1 Aberturas en los muros 102
6.1.1.2.2 Espesor de muros 103
6.1.1.2.3 Longitud de muros confinados 104
6.1.1.3 ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO MAMPOSTERÍA CONFINADA 106

6.1.1.3.1 Columnas de Confinamiento....106

6.1.1.3.2 Vigas de Confinamiento....107

6.1.1.3.3 Cintas de Amarre....108

6.1.1.4 CUBIERTAS Y MUROS DIVISORIOS....109

6.1.1.4.1 Cintas de Amarre....109

6.1.1.4.2 Muros Divisorios....109

6.1.2 ELEMENTOS TÉCNICOS A MODIFICAR EN EL PROYECTO TIPO VISR....110

6.1.2.1 MATERIAL DE LA ESTRUCTURA....110

6.1.2.2 MATERIAL DE LA CUBIERTA....110

6.1.2.3 SISTEMA SANITARIO....111

6.1.2.4 SISTEMA ELÉCTRICO....111

6.1.2.5 SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIAS....111

6.1.3 VISITAS DE CAMPO....113

6.1.3.1 VISITA DE CAMPO N°1 REGIÓN DEL QUINDÍO....113

6.1.3.1.1 Conclusiones de la visita a la región del Quindío. 116

6.1.3.2 VISITA DE CAMPO N°2 CURSO EN SUPERADOBE ANTIOQUIA....116

6.1.3.3 VISITA DE CAMPO N°3 CASA TETRADOMO EN DOSQUEBRADAS RISARALDA....119

6.1.3.3.1 Conclusiones de la visita a la casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda: 124

7 APORTES....126

7.1 PROPUESTA DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL RURAL SOSTENIBLE VISRS.126

7.1.1 VISUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA VISRS 128

7.1.2 FICHAS TÉCNICAS DE LOS SISTEMAS AUTOSUSTENTABLES DE LA PROPUESTA VISRS 136

7.1.2.1 FICHA TÉCNICA SISTEMA ELÉCTRICO SOLAR-FOTOVOLTAICO 136

7.1.2.2 FICHA TÉCNICA CALENTADOR SOLAR DE AGUA.....139

7.1.2.3 FICHA TÉCNICA DEL BIODIGESTOR ROTOPLAST.....140

7.1.2.4 FICHA TÉCNICA DEL BAÑO SECO 142

7.2 ANÁLIS PRESUPUESTAL 143

7.2.1 PRESUPUESTO PROPUESTA TIPO VISR PROMOVIDA POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA.....143

7.2.2 PRESUPUESTO PROPUESTA VISRS 148

7.3 EVALUACION DE LAS EMISIONES DE CO2 153

7.3.1 EVALUACION DE LAS EMISIONES DE CO2 DE LA PROPUESTA TIPO VISR PROMOVIDA POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA.....153

7.3.2 EVALUACION DE LAS EMISIONES DE CO2 DE LA PROPUESTA VISRS 159

8 ANALISIS DE RESULTADOS.....164

9 CONCLUSIONES 166

10 REFERENCIAS.....169

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración1 Árbol problema. Fuente: Elaboración propia 18

Ilustración2: Requerimientos mínimos de viviendas de interés social 28

Ilustración3: Panel Solar casero 40

Ilustración4: Molino de viento 42

Ilustración5: Autogenerador. 42

Ilustración6: Central Eléctrica 44

Ilustración7: Ciclo de la biomasa 46

Ilustración8: Métodos de aprovechamiento de la Biomasa 48

Ilustración9: Funcionamiento de una planta mareomotriz 49

Ilustración10: Características de una planta geotérmica 50

Ilustración 11 Vivienda en Bahareque. 52

Ilustración 12: Composición de la tierra para uso de la construcción 53

Ilustración13: Vivienda en Bahareque y cubierta de tabla 54

Ilustración14: Casa de paredes en bahareque y cubierta de Guadua 54

Ilustración 15: Composición de un muro de Bahareque. 55

Ilustración 16: Ventajas de la construcción de edificaciones en Bahareque 56

Ilustración 17: Composición de la madera 57

Ilustración 18: Tratamiento de la madera como material de construcción 59

Ilustración 19: Vivienda autoconstruida en madera, Reserva Natural Palma de Cera. La Vega, Cundinamarca 60

Ilustración 20: Vista interior de vivienda de madera en la Reserva Natural Palma de Cera. La Vega, Cundinamarca 61

Ilustración 21: Características físicas de la guadua 62

Ilustración 22: Tratamiento de la guadua como material de construcción 63

Ilustración 23: Vivienda de interés social de Simón Vélez en Girardot-2003. 64

Ilustración 24: El tapial como material de construcción 65

Ilustración 25: Herramientas para la elaboración de tapiales 66

Ilustración 26: Edificación antigua en Tapial VS Edificación moderna en Tapial 67

Ilustración 27: Bulto o bloque de súper adobe. 68

Ilustración 28: Colocación de ejes de geolocalización para la construcción de domos en súper adobe. 70

Ilustración 29: Fuerzas dinámica en un domo en súper adobe. 72

Ilustración 30: Contrafuerte técnica de enterrar el domo hasta la línea de arranque 73

Ilustración 31: Contrafuerte de unión de bloques con alambre de espino 73

Ilustración 32: Utilización de ábsides como contrafuertes 73

Ilustración 33: Sistema de drenaje de aguas lluvias 74

Ilustración 34 Diagrama de proceso para la identificación de los elementos técnicos de sostenibilidad 80

Ilustración 35 Distribución de Muros confinados 101

Ilustración 36 Distribución de Muros Estructurales. 102

Ilustración 37 Desarrollo Muros Estructurales. 103

Ilustración 38Peaje hecho en guadua, vía Pereira – Armenia 113

Ilustración 39 Casas coloniales hechas en tapia y bahareque, Salento Quindío 114

Ilustración 40 Casas coloniales hechas en tapia y bahareque, Salento Quindío 114

Ilustración 41 Vivienda con fachada deteriorada, hecha con esterilla de guadua. Salento Quindío 114

Ilustración 42 Muros hechos en bahareque, Salento Quindío 115

Ilustración 43 Rehabilitación de un centro cultural con muros en bahareque, Salento Quindío 115

Ilustración 44 Muros con revoque de esterilla de guadua, viviendas coloniales en Salento Quindío 116

Ilustración 45 Certificado del taller de bioconstrucción en superadobe 117

Ilustración 46 Replanteo, Proyecto Sanalma 118

Ilustración 47 Cimentación, Proyecto Sanalma 118

Ilustración 48 Estructura y contrafuertes, Proyecto Sanalma 118

Ilustración 49 Escalera en guadua para segundo nivel, Proyecto Sanalma 119

Ilustración 50 Planta arquitectónica de la casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda 119

Ilustración 51 Casa tetradomo en ejecución. Dosquebradas Risaralda..... 120

Ilustración 52 Fachada principal casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda 120

Ilustración 53 Fachada lateral derecha casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda 121

Ilustración 54 Sala comedor casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda..... 122

Ilustración 55 Cocina exterior casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda..... 122

Ilustración 56 Estufa de la cocina exterior casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda..... 123

Ilustración 57 Cúpula vista desde el interior casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda..... 123

Ilustración 58 Ventana casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda..... 124

Ilustración 59 Ilustración 28 Autora y representante del Grupo Superadobe Creativo en la casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda 124

Ilustración 60 Fachada principal Propuesta VISRS..... 129

Ilustración 61 Planta de cubierta de la propuesta VISRS 129

Ilustración 62 Distribución arquitectónica de la vivienda, Propuesta VISRS 130

Ilustración 63 Corte transversal de la propuesta VISRS 131

Ilustración 64 Estructura del lavadero y cajas de inspección en superadobe, Propuesta VISRS..... 132

Ilustración 65 Estufa ecológica a base de carbón, leña o biogás 133

Ilustración 66 Biodigestor, fuente de biogás en la Propuesta VISRS..... 134

Ilustración 67 Sistema de tratamiento de aguas residuales. 135

Ilustración 68 Sistema de recolección de aguas lluvias, Propuesta VISRS..... 136

Ilustración 69 Sistema Eléctrico solar-fotovoltaico de la Propuesta VISRS 138

Ilustración 70 Calentador solar de agua para la Propuesta VISRS para clima frío..... 140

Ilustración 71 Biodigestor de la Propuesta VISRS – Permacultura 141

Ilustración 72 Baño seco para la Propuesta VISRS - Permacultura 142

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Ventajas y desventajas de la energía solar fotovoltaica 41

Tabla 2: Ventajas y desventajas de la energía eólica 43

Tabla 3: Ventajas y desventajas de la energía hidroeléctrica 45

Tabla 4: Ventajas y desventajas de la Biomasa 47

Tabla 5: Ventajas y desventajas de la energía mareomotriz 49

Tabla 6: Ventajas y desventajas de la energía geotérmica 51

Tabla 7: Resumen legislativo de vivienda en Colombia 75

Tabla 8 Matriz inventario de la información 81

Tabla 9 Elementos que abastece el sistema eléctrico solar-fotovoltaico de la Propuesta VISRS 139

Tabla 11 Presupuesto general propuesta TIPO VISR 143

Tabla 12 Presupuesto propuesta VISRS 148

Tabla 13 Evaluación de las emisiones de CO2 de la propuesta TIPO VISR 153

Tabla 14 Evaluación de las emisiones de CO2 de la propuesta VISRS 159

RESUMEN

El presente proyecto tiene como propósito establecer los elementos técnicos necesarios para la articulación de una propuesta de Vivienda de Interés Social Rural Sostenible (VISRS), a partir del análisis técnico del proyecto tipo de Vivienda de Interés Social Rural (VISR) promovido por el Banco Agrario de Colombia.

Mediante el planteamiento de diferentes modificaciones, se busca la implementación de sistemas constructivos y materiales homólogos a los tradicionales utilizados en el proyecto tipo VISR; de tal manera, que permitan el acceso a la totalidad de los servicios públicos básicos y una vivienda digna a los habitantes en condición más dispersa de las regiones del país, donde no logra llegar el subsidio de vivienda debido a condiciones geográficas de difícil acceso.

Para lo cual, se realizaron revisiones bibliográficas sobre arquitectura sostenible, técnicas y materiales de construcción amigables con el medio ambiente; visitas de campo y estudios a empresas y edificaciones que manejan o promueven el uso de energías renovables, tecnologías limpias y metodologías de construcción sostenible.

Lo anterior, permitió la articulación de los elementos técnicos de una propuesta hacia una vivienda de interés social rural que asiente la reducción de las emisiones de CO_2 y contaminación por parte del sector de la construcción; la cual, fue sometida a un análisis presupuestal y de impacto ambiental, para desarrollar la comparación del proyecto tipo VISR con la propuesta VISRS que presenta consideraciones de sostenibilidad.

PALABRAS CLAVE

Construcción sostenible, impacto ambiental, consumo energético, energías renovables, material alternativo.

ABSTRACT

The purpose of this project is to establish the necessary technical elements for the articulation of a proposal for Sustainable Rural Social Interest Housing (VISRS), based on the technical analysis of the type project of Rural Social Interest Housing (VISR) promoted by Banco Agrario de Colombia.

Through the approach of different modifications, the implementation of construction systems and materials homologous to the traditional ones used in the VISR type project; in such a way, that they allow access to all the basic public services and decent housing to the inhabitants in the most dispersed condition of the regions of the country, where the housing subsidy fails to arrive due to geographical conditions of difficult access.

In that way, bibliographic reviews were carried out on sustainable architecture, environmentally friendly construction techniques and materials; technical visits and studies to companies and buildings that manage or promote the use of renewable energy, clean technologies and sustainable construction methodologies.

The foregoing allowed the articulation of the technical elements of a proposal towards a housing of rural social interest that allows the reduction of CO2 emissions and pollution by the construction sector; which, underwent a budget and environmental impact analysis, to develop the comparison of the VISR type project with the VISRS proposal that presents sustainability considerations.

KEY WORDS

Sustainable construction, environmental impact, energy consumption, renewable energy, alternative material.

INTRODUCCIÓN

La vivienda, como la alimentación, la salud, el trabajo, la educación y el agua, es uno de los derechos básicos que garantiza una vida digna. Es un tema tan prioritario que se ocupan de él los organismos internacionales y los derechos humanos, cuando plantean que *"Toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado, que le asegure así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el vestido, la vivienda…"*[1] (Contraloría General de la República, 2016).

En Colombia este derecho está consignado en el artículo 51 de la constitución política de 1991, el cual afirma que.

> *"Todos los colombianos tienen derecho a vivienda digna. El Estado fijará las condiciones necesarias para hacer efectivo este derecho y promoverá planes de vivienda de interés social, sistemas adecuados de financiación a largo plazo y formas asociativas de ejecución de estos programas de vivienda."*[2]

Desde los años 30 el gobierno desarrolla políticas de vivienda y se fundan entidades como mecanismo de apoyo las cuales mediante subsidios y créditos hipotecarios incentivan a la construcción, adquisición y mejoramiento de vivienda de la población, sin embargo, la existencia

[1] Artículo 25.1 de la Declaración Universal de Derechos Humanos.
[2] Congreso de la República, "Constitución Política de Colombia", 1991. Artículo 51

de una normatividad tanto nacional como internacional no ha sido suficiente para garantizar el derecho a una vivienda digna a toda la población rural del país.

Según las bases del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2014 - 2018, es precisamente en las condiciones de habitabilidad donde se encuentran las principales brechas entre lo rural y lo urbano, siendo el déficit habitacional del 59.0% en lo rural, contra 22.3% en lo urbano[3], lo cual denota la ausencia de una política de vivienda eficaz y eficiente que permita maximizar el uso de los recursos en la atención de las necesidades de vivienda de la población rural. (Contraloría General de la República, 2016).

El Departamento Nacional de Planeación en su informe número 18 sobre proyectos tipo en construcción de vivienda de interés social rural (VISR) menciona que.

> "*Lo que se ha podido analizar en el contexto nacional, es que la vivienda rural especialmente en las locaciones más dispersas se ha desarrollado de forma espontánea, construyéndose de manera artesanal por los pobladores, es así que con el paso del tiempo, hoy presentan un alto nivel de riesgo y deterioro*."[4]

De acuerdo con lo anterior, la construcción artesanal se propaga en las viviendas rurales más dispersas, esto debido a factores como el desconocimiento de los estándares mínimos de

[3] DNP, Bases 2014-2018, página 377
[4] (Departamento Nacional de Planeación, 2017)

construcción y los materiales de construcción utilizados son inadecuados debido a los elevados costos en el transporte por el difícil acceso a la ubicación de las viviendas, entre otros.

Por tal motivo, la presente investigación tiene por objetivo establecer cuáles son los elementos técnicos que permiten orientar el proyecto tipo VISR utilizado en Colombia, hacia una propuesta de vivienda de interés social rural sostenible (VISRS), el cual brindara soluciones en cuanto a materiales alternativos y sostenibles de fácil acceso para las viviendas más dispersas, mejoramiento en las condiciones de habitabilidad de las viviendas en cuanto al acceso a los servicios públicos básicos como agua potable, alcantarillado y energía. Finalmente, este proyecto se presenta como una alternativa en la construcción de viviendas de interés social, la cual promueva la reducción de emisiones de CO2 e impactos ambientales negativos en el medio ambiente, que busca también la economía y el desarrollo sostenible.

1 PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA

1.1 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 presentan como segundo objetivo de la estrategia Transformando el Campo, *"cerrar las brechas urbano-rurales y sentar las bases para la movilidad social mediante la dotación de bienes públicos y servicios que apoyen el desarrollo humano de los pobladores rurales".* Además, menciona *que.*

> *"Mejorar de manera rápida y significativa las condiciones de vida de la población rural es el primer eslabón para disminuir las brechas entre el campo y la ciudad y avanzar en la superación de la pobreza rural y que para alcanzar este objetivo se deben considerar en sus mecanismos de implementación las diferencias entre los pobladores rurales y urbanos"*[5] (Contraloría General de la República, 2016)

En aras de mejorar las condiciones de vida de la población rural, el gobierno ha otorgado subsidios y beneficios en vivienda nueva o mejoramiento de vivienda a cierto porcentaje de la población rural, no obstante, el déficit habitacional aún se encuentra en un 59,0%.

En el último informe (N°18) entregado en enero de 2017 con respecto al proyecto tipo de construcción de vivienda de interés social rural, se identificó como problema central el alto número de habitantes con necesidades de vivienda insatisfechas en el área rural, afectando directamente la

[5] DNP, Bases del Plan Nacional de Desarrollo 20104-2018, página 385.

calidad de vida de la comunidad en general, la productividad y la competitividad de la región, y a mayor escala, la del país. (Departamento Nacional de Planeación, 2017)

La presente investigación en el sentido de fomentar el desarrollo sostenible específicamente en la construcción de vivienda de interés social rural y la habitabilidad de las mismas, identifica las siguientes problemáticas centrales:

- El proyecto tipo VISR ha sido usado en el país bajo métodos constructivos y materiales tradicionales, que no contemplan la disponibilidad de recursos en la región, sobre todo en las zonas con población dispersa, en donde la llegada del beneficio se ve obstaculizada por el difícil acceso a esas áreas, dejando necesidades insatisfechas.
- Una de las falencias del diseño del proyecto tipo tradicional es que no se garantiza el acceso a los servicios públicos básicos en su totalidad, es decir, acueducto, alcantarillado, gas y energía eléctrica, ya que los sistemas de conducción y captación tradicionales no podrán llegar a ciertos puntos por la ubicación geográfica de las viviendas más dispersas.
- Las viviendas existentes en la zona rural no cuentan con los estándares mínimos de seguridad y control, especialmente en las zonas más dispersas; donde se han desarrollado de forma espontánea y construido de forma artesanal, presentándose en la actualidad niveles de riesgo y deterioro.
- Los programas de vivienda que se ofrecen no son accesibles para las poblaciones vulnerables de la zona rural, debido a la dificultad de acceso en el transporte de materiales por la ubicación geográfica de las viviendas o presencia de grupos armados en la zona.

En la ilustración 1, se muestra un organigrama llamado árbol problema que representa la identificación de la problemática y las causas indirectas que la han desencadenado; encontrando que las principales causas están orientadas a los métodos constructivos y el acceso a los materiales empleados en la construcción del proyecto tipo VISR (Vivienda Interés Social Rural).

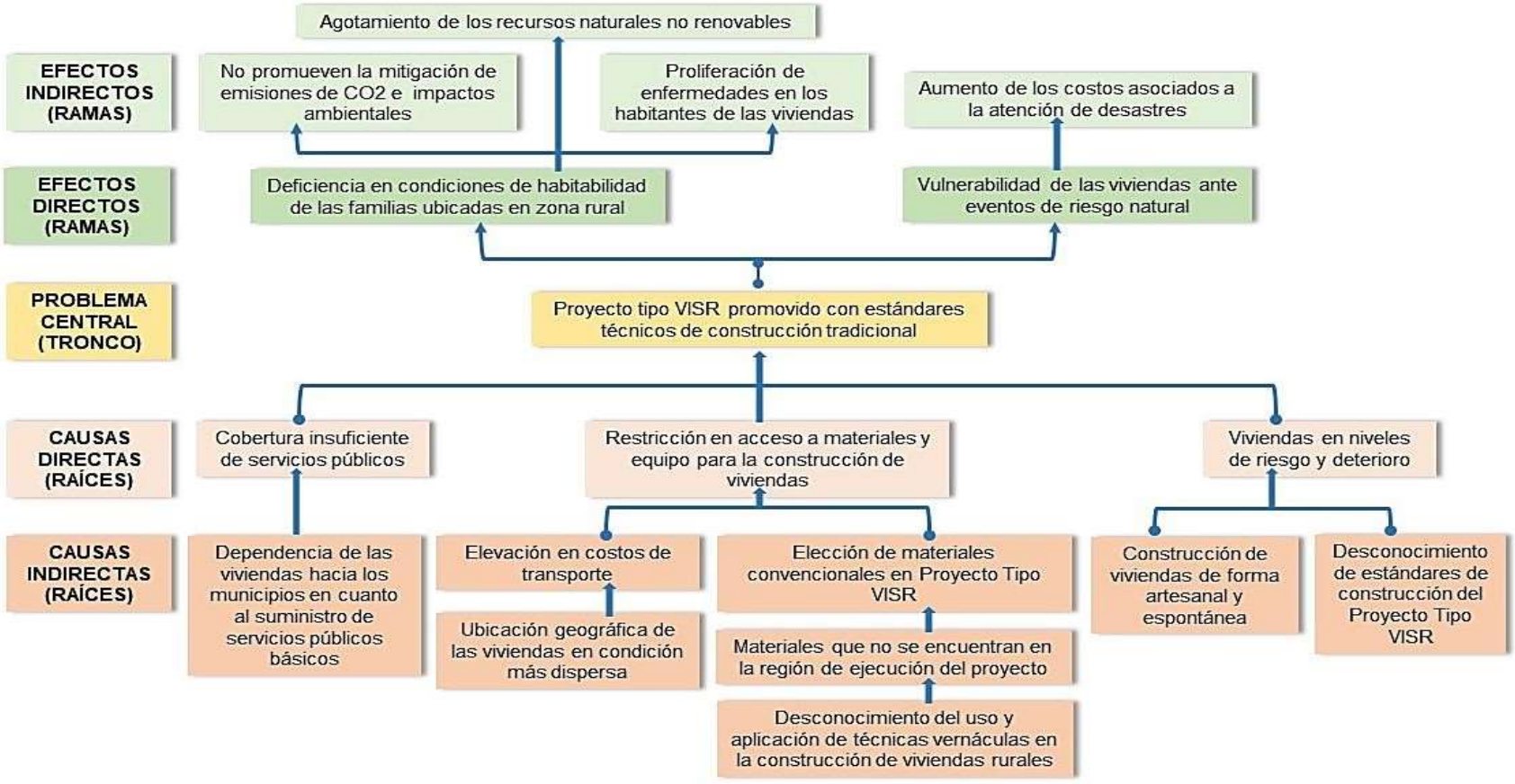


Ilustración1 Árbol problema. Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, la presente investigación plantea una propuesta que por medio de la identificación de los elementos técnicos mejorables del proyecto tipo VISR, otorgue una posible solución a esta problemática; la cual será conformada desde la parte técnica de la ingeniería civil y los conocimientos adquiridos en el transcurso de la maestría en ingeniería civil con énfasis en construcción y hábitat.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los elementos técnicos requeridos para proponer un proyecto de vivienda de interés social rural sostenible (VISRS) a partir de un análisis técnico del proyecto tipo de vivienda de interés social rural (VISR) usado en Colombia?

1.3 SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

- ¿Qué tecnologías limpias y materiales alternativos se van a incluir en el sistema constructivo?
- ¿Cuáles van a ser las fuentes renovables generadoras de energía?
- ¿Qué sistemas homólogos existen para la recolección de energía limpia que permita la obtención de los servicios públicos básicos?
- ¿Qué metodologías de análisis son utilizadas para la identificación de consumos energéticos en las viviendas?
- ¿Cuáles son los factores cualitativos y cuantitativos que definen las mejoras en la habitabilidad de una vivienda?

Es importante resaltar que, si bien la presente investigación menciona las cifras del déficit habitacional de vivienda rural en el país, las cuales han sido publicadas por las entidades estatales en diferentes informes, estas se fijan como herramienta para el argumento y evidencia de una problemática nacional que requiere de una solución pronta y oportuna ante las necesidades de un sector de la población a la que le urge se les brinden mecanismos para mejorar sus condiciones de vida.

No obstante, en el escenario académico en el que se articula el presente proyecto, las bases para consolidar una propuesta de vivienda de interés social rural sostenible (VISRS) surgen a partir de fundamentos que en primer lugar, pretenden la búsqueda del desarrollo sostenible mediante mejoras aplicables al proyecto Tipo VISR que se ha venido ejecutando en el País, sin embargo, el producto final de la presente investigación, aunque se puede proyectar como una solución ejecutable, deber surtir diferentes procesos de validación técnica, jurídica y financiera, inicialmente con diferentes entidades correspondientes a cada especialidad, que en la evaluación de la propuesta certifiquen que puede ser presentada ante las entidades estatales encargadas de propender por la reducción de los porcentajes del déficit habitacional en vivienda de interés social rural, es decir, el alcance del presente proyecto parte desde la evaluación del proyecto Tipo VISR el cual fue elaborado con estándares de construcción tradicional, hasta la generación de una propuesta de vivienda llamada VISRS que presenta consideraciones de sostenibilidad mediante la inclusión de técnicas de bioconstrucción y sistemas autosustentables que asienten a la reducción de impactos ambientales, satisface las necesidades básicas de sus habitantes y beneficiaría a la población ubicada en la condición más dispersa de la geografía del país.

Por lo anterior, la propuesta VISRS se proyecta como posible solución ante una problemática real, que en determinado caso en un proceso de investigación posterior al presente, podría consolidarse como un proyecto ejecutable de la mano con las entidades estatales siendo ellos a quienes refiere la responsabilidad de velar por el bienestar común y disminución de la brecha entre el territorio urbano y rural y en consecuencia determinar en qué medida con la propuesta VISRS se lograría la reducción de los porcentajes del déficit habitacional en vivienda de interés social rural en el territorio Nacional.

También es importante aclarar que, la proyección o determinación de los porcentajes de reducción del déficit habitacional en vivienda de interés social rural, requeriría de un análisis estadístico minucioso, abordando métodos determinísticos en términos cualitativos y cuantitativos en donde intervienen diferentes factores como, censos poblacionales específicos del territorio rural en condición más dispersa, condiciones climáticas y geografía de las regiones, cuantificación del estado de las viviendas ya construidas sin estándares de calidad, estado del deterioro de las mismas, entre otros, lo mencionado anteriormente no pertenece al alcance de la presente investigación y se podría consolidar como una investigación adicional y en complemento a la presente, lo cual enriquecería aún más el propósito de contribuir a la búsqueda de la solución a la problemática expuesta en el presente capítulo.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Establecer cuáles son los elementos técnicos requeridos para proponer un proyecto de vivienda de interés social rural sostenible (VISRS) a partir del análisis técnico del proyecto tipo de vivienda de interés social rural (VISR) promovido por el Banco Agrario de Colombia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las fuentes renovables de energía, tecnologías limpias, filosofías lean construction y metodologías de instituciones como LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) y el USGBC (U.S. Green Building Council), aplicables al proyecto tipo VISR.

- Proponer un proyecto de vivienda de interés social rural sostenible (VISRS) articulado con los elementos técnicos de sostenibilidad.

- Comparar el proyecto tipo VISR con la propuesta VISRS, en la evaluación de los elementos técnicos requeridos para su implementación, mediante las variables emisiones de CO2, impacto ambiental y análisis presupuestal.

3 JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con las bases presentadas por el PND 2010 – 2014 el déficit habitacional se encontraba en el 68,0% en lo rural, contra un 27,0% en lo urbano[6] y paso para el reporte del PND 2014 – 2018 al 59,0% en lo rural y al 22,3% en lo urbano[7]; si bien estas cifras muestran una reducción en el déficit habitacional rural, un 59% en la actualidad sigue siendo un déficit realmente alto teniendo en cuenta que las razones por las que los programas no llegan hasta la totalidad de la población está sujeto a temas de dificultad en el transporte de materiales por acceso a las viviendas en condición más dispersa, desconocimiento de las políticas de subsidio y financiación, construcción artesanal con desconocimiento de los estándares mínimos de los proyectos tipo VISR implementados por el estado, entre otros.

En términos de materiales de construcción, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial en su guía de asistencia técnica para VIS, en el capítulo 1 sostenibilidad de la vivienda, menciona que *"La selección de los materiales y el sistema constructivo deben responder a la identidad cultural de la región donde se desarrolla la obra y además, se deben emplear en su construcción recursos renovables, de preferencia producidos en la región."*[8] . De esta manera, la presente investigación atendiendo a este postulado, pretende proponer un modelo VISR articulado bajo parámetros de sostenibilidad, los cuales van a permitir la inclusión de materiales de construcción alternativos presentes en la región e inclusive

[6] (Contraloría General de la República, 2016)
[7] (DNP, Bases 2014-2018, página 377)
[8] (Ministerio de Ambiente y Vivienda y Desarrollo Territorial, 2011)

localmente en el entorno donde se ejecute el proyecto y por consiguiente no se presenten dificultades en el transporte de los mismos.

En cuanto a condiciones de habitabilidad y confort de la vivienda, la comunidad internacional ha desarrollado y propuesto sistemas alternativos homólogos a los sistemas tradicionales. Por otra parte, con respecto al acceso a los servicios públicos básicos, se utilizan diferentes tecnologías para la recolección de energía de forma limpia e independiente, lo cual se ha convertido en una necesidad para aquellas viviendas en condición dispersa en donde no llegan sistemas de acueducto, alcantarillado o energía.

La inclusión de sistemas alternativos homólogos a los tradicionales no sólo satisface la necesidad del acceso a los servicios públicos básicos, sino que también desarrolla un potencial en la reducción del consumo energético, huella ecológica e impacto ambiental de las viviendas; ya que,

> *"Se calcula que el sector residencial y de oficinas, a nivel mundial, consume el 40% de energía, 30% de emisiones de carbono (CO2) que van a la atmósfera, 50% materias primas, 40% de desperdicios y 20% de agua potable" (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, 2012)* (Susunaga Monrroy, 2014).

Estas cifras se presentan entre otras razones, pese a la fabricación de los materiales tradicionales más usados en la construcción de edificaciones o viviendas como el concreto, acero, ladrillo y plástico; los cuales requieren grandes cantidades de energía para su

producción, ya que sus materias primas y minerales de donde provienen son obtenidas o extraídas de la tierra mediante procesos que también demandan un gran consumo energético como por ejemplo la minería, trabajos en cantera y perforación. (Comisión Europea, 2015)

Finalmente, mediante el desarrollo de la presente investigación en donde se realizará el análisis del proyecto tipo VISR implementado por el estado (el cual ha de presentar diferentes falencias dado que las cifras mostradas anteriormente afirman que a pesar de que se han estandarizado ciertos procesos este modelo sigue sin poderse ejecutar en la totalidad del territorio Nacional, por los motivos mencionados con anterioridad); se busca consolidar un proyecto orientado al desarrollo sostenible que atiente a uno de los objetivos específicos de la política de crecimiento verde del COMPES 3934[9] el cual es fortalecer los mecanismos y los instrumentos para optimizar el uso de recursos naturales y energía en la producción y en el consumo. Otra característica que permite viabilizar el proyecto se cita a continuación.

> "*el sector de la construcción, a nivel mundial, es aquel que más potencial tiene para reducir sus impactos negativos al medio ambiente, ya que con pequeños cambios, que no incurren en grandes costos de producción, serían suficientes para reducir en promedio, un 30% el consumo de energía, 35% las emisiones de carbono (CO2) y hasta un 50% el consumo de agua, además de generar ahorros del 50% al 90% en el costo de la disposición de desechos sólidos*."[10]

[9] (Consejo Nacional de Política Económica y Social (COMPES) 3934, 2018)
[10] (Susunaga Monrroy, 2014)

4 MARCO DE REFERENCIA

En la actualidad, generalmente las viviendas de interés social en Colombia están construidas bajo metodologías tradicionales, las cuales no contemplan variables ambientales para su planeación, construcción y vida útil; por este motivo, desde el año 2006 se desarrolla el concepto de Vivienda de Interés Social Sostenible el cual se abrevia como VISS; el adjetivo de la sostenibilidad se aplica también a través de la Vivienda de Interés Prioritario Sostenible, abreviada como VIPS.

En los numerales 5.1, 5.2 y 5.3 se desglosan los términos que conforman la sigla VISS (Vivienda de Interés Social Sostenible). Para resaltar la importancia que tiene el significado de estas palabras para la comunidad en general y en especial para las comunidades más vulnerables.

4.1 Definición de vivienda

De acuerdo a la Real Academia de la Lengua Española, el término *vivienda (Del lat. vivenda, t. f. de -dus, part. fut. pas. de vivĕre, vivir),* se define como: *1. f. Lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas; 2. f. desus. Género de vida o modo de vivir.*

1. Estructura material destinada a albergar una familia o grupo social, con el fin de realizar la función de habitar, constituida por una o varias piezas habitables y un espacio para cocinar, y generalmente, sobre todo en el medio urbano, un espacio para baño y limpieza personal.

Es el componente básico y generador de la estructura urbana y satisfactor de las necesidades básicas del hombre, por lo cual no se considerará aisladamente, sino como elemento del espacio urbano.

2. Se entiende por vivienda al ámbito físico-espacial que presta el servicio para que las personas desarrollen sus funciones vitales básicas. Este concepto implica tanto el producto terminado como el producto parcial en proceso, que se realiza paulatinamente en función de las posibilidades materiales del usuario.

4.2 Vivienda de interés social

En el marco conceptual del Decreto 2190 de 2009, se define el término de Vivienda de Interés Social (VIS) como toda aquella vivienda que "*reúne los elementos que aseguran su habitabilidad, estándares de calidad en diseño urbanístico, arquitectónico y de construcción cuyo valor máximo es de ciento treinta y cinco salarios mínimos legales mensuales vigentes (135 SMLM).* (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2009)

Por otra parte, en el Artículo 44 de la Ley 388 de 1997, de da como concepto al término de Vivienda de Interés Social (VIS) toda aquella que se desarrolle para "garantizar el derecho a la vivienda de los hogares de menores ingresos". Es por eso que en cada Plan Nacional de Desarrollo (PND) en Colombia, se debe establecer las características técnicas (cobertura, tipo rural o urbana, precio) de acuerdo al déficit habitacional y los recursos disponibles por el Gobierno Nacional. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2009)

4.3 Vivienda sostenible

En la sección 5.1.1 se define el término de vivienda según la RAE y en este apartado el agregado de sostenibilidad, que viene de del adjetivo sostenible que de acuerdo a la RAE significa:

> *1. Adj. Que puede mantenerse por sí mismo, como lo hace, p. ej., un desarrollo económico sin ayuda exterior ni merma de los recursos existentes.*

Por otra parte, de acuerdo al MSc. Eduardo Montoya Reyes, no solo es importante entender que es sostenibilidad, sino también de que se compone fundamentalmente y el impacto de su desarrollo, por lo que en su tesis titulada "Hacia una Vivienda de Interés Social Sostenible" describe:

> *"El término sostenible, hace referencia en su acepción al desarrollo económico, que se muestra como resultado de la creación del concepto en base al Informe Nuestro Futuro Común (1987-1988), coordinado por Brundtland, en el que se hace utiliza el término "desarrollo sostenible" y se muestra preocupación por la "sostenibilidad" que se deja implícita, al igual que la insostenibilidad del modelo económico de nuestra civilización industrial. Este término ha tenido éxito debido, en buena medida, al halo de ambigüedad que la acompaña, ya que se trata de enunciar un deseo tan general sin precisar mucho su contenido ni el modo de llevarlo a la práctica".*

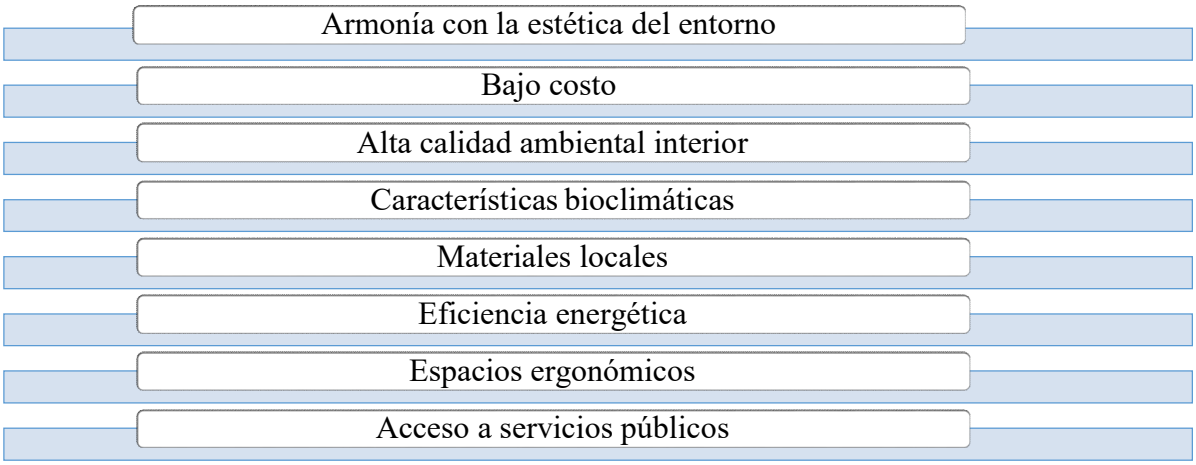
Así mismo, se especifica que esta ambigüedad satisface de forma parcial a los defensores del desarrollo económico, quienes se enfocan en los fundamentos económicos más tradicionales y, en cierta forma, a los que persiguen la conservación del medio ambiente.

Por lo que, es importante comprender que el sistema industrial, soporte del modelo económico colombiano, es un productor de residuos, basado en las concepciones económicas de los siglos XIX y XX que consideraban que la matriz biofísica era ajena a los procesos económicos, hasta el punto en que algunos de sus componentes productivamente esenciales, como el agua, el suelo, el clima, entre otros, eran bienes libres irrelevantes. Bajo esa premisa, la industria realiza un bombeo sistemático de materiales desde la litosfera, hacia la superficie terrestre. Un bombeo en continuo aumento para satisfacer el aumento de demanda de producción que exige su promesa de progreso y su extensión a una creciente humanidad. El cual ha generado buena parte de los problemas ambientales que ahora reconocemos. (Wadel, Avellaneda, & Cuchí, 2010)

Por lo tanto, la sostenibilidad implica reconocer la degradación ambiental y tener conciencia de la necesidad de transformar el modelo productivo, de forma que cierre los ciclos materiales con el objetivo de evitar la generación de residuos y la destrucción del medio.

Por otra parte, este tipo de viviendas deben cumplir con ciertas condiciones y requerimientos para considerarse en armonía con el medio ambiente. En la ilustración 2, se enuncian aspectos técnicos mínimos que deber tener en cuenta los proyectos de viviendas de interés social para ofrecerles calidad a los beneficiarios.

Ilustración2: Requerimientos mínimos de viviendas de interés social



. *Fuente: Elaboración propia.*

A los requerimientos expuestos en la ilustración 2, se les suma la importancia de emplear técnicas y materiales de construcción fáciles de emplear y que estén disponibles en la región para que los beneficiarios puedan cooperar y aprender a realizarles mantenimiento a lo largo de la vida útil de las viviendas de interés Social.

Por otra parte, de acuerdo con (Rodriguez & Pinzón, 2016)

> *"La autoconstrucción dentro de la dinámica de las viviendas de interés social sostenibles, ofrece grandes oportunidades de suplir las necesidades de un techo de las comunidades más vulnerables, pueden (y deben) englobar estándares mínimos de sostenibilidad ambiental, para asegurar una mejor calidad de vida para las comunidades y entorno."*

Ejemplo del tipo de viviendas mencionado anteriormente es el desarrollo de construcciones en Guadua, que otorgan beneficios como: *tiempos más reducidos en la estructuración del*

inmueble, empleo de mano de obra local, factibilidad de implementar sistemas de autoconstrucción dirigida, uso de materiales locales y adaptabilidad al medio ambiente natural. (Rodriguez & Pinzón, 2016)

En esta perspectiva, es necesario quitar los paradigmas de lo que es una buena casa, ya que, para tener una vivienda agradable no es necesario sacrificar grandes sumas de dinero en materiales ni tampoco el lujo y confort de una casa, están siempre ligados a su tamaño ni al tipo de materiales empleados en su construcción. Por lo tanto, la casa ideal es aquella que se acomode perfectamente a las tradiciones y modos de vida de los usuarios.

5 MARCO TEÓRICO

En el marco concerniente a lo que el presente proyecto pretende realizar, se mostrará información sobre el tipo de sostenibilidad elegido, principios, criterios y técnicas de construcción sostenibles. Así como, casos típicos de construcción de viviendas rurales utilizando materiales y técnicas de construcción alternativos, que podrían representar una economía en la construcción de la vivienda y contribuir a la destinación de recursos económicos a la parte de sostenibilidad.

5.1 Tipos de sostenibilidad

En el artículo "Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible" (Naredo, 2004) se cita a Norton, B.G, quien define diferentes tipos de nociones para sostenibilidad, que son resultado de paradigmas:

1) **Sostenibilidad Débil**, formulada desde la racionalidad propia de la economía estándar, basada en las preocupaciones económicas ordinarias sobre el crecimiento de los agregados monetarios. (Consistiría en lograr una valoración que se estime adecuadamente completa y acertada del stock de capital y del deterioro ocasionado en el mismo, y por otra, en asegurar que el valor de la inversión que engrosa anualmente ese stock cubra, al menos, la valoración anual de su deterioro.)
2) **Sostenibilidad Fuerte**, formulada desde la racionalidad de la termodinámica (economía de la física) y la ecología (economía de la naturaleza). Se preocupa directamente por la salud de los ecosistemas en los que se inserta la vida y la economía

de los hombres, pero sin ignorar la incidencia que sobre los procesos del mundo físico tiene el razonamiento monetario. Puede responder a la sostenibilidad de las ciudades y de los asentamientos humanos.

3) **Sostenibilidad Parcial,** como aquella que "se refiere sólo a algún aspecto, subsistema o elemento determinado (por ejemplo, al manejo de agua, de algún tipo de energía o material, del territorio) y no al conjunto del sistema o proceso estudiado con todas sus implicaciones".

5.2 Principios de sostenibilidad

Para el caso de este documento, se tiene por objeto de estudio la vivienda de interés social, desde una óptica sostenible. Por lo que, (Naredo, 2004) define 2 principios de acuerdo con la racionalidad de la termodinámica en el que se basa la sostenibilidad fuerte, en donde se puede lograr a través del cierre de ciclos materiales, acabar con la generación de residuos.

1) La racionalidad de la ecología y el razonamiento monetario que no es ignorado por la sostenibilidad fuerte se puede alcanzar a partir de no destruir el medio y de internalizar aquellas externalidades producidas por los procesos productivos/económicos.

Termodinámica = cierre de ciclos materiales = no residuos

2) Incluir efectivamente las externalidades en los balances económicos de los diferentes sectores cambia notablemente la clásica visión del sistema económico en su conjunto.

Además, permite situar en su verdadera dimensión la importancia de qué se produce y de cómo se produce poniendo mayor atención a los impactos socio ambientales que genera.

Ecología + razonamiento monetario = conservación de medio ambiente + internalizar externalidades de la producción

De esta forma, considerando estos principios, se encuentra que en 2009-2010 se desarrolló una estrategia para el desarrollo sostenible de Cataluña al 2026- (EDSCAT 2026) con la finalidad de convertirse en un instrumento para avanzar hacia escenarios de más sostenibilidad en la economía de la comunidad autónoma. Esta estrategia está basada en el nuevo paradigma resultante de poner en práctica el concepto de externalidad definido como:

> "La economía ecoeficiente que se basa en los principios de menor dependencia de los recursos naturales y minimizar los impactos sobre los ecosistemas y el clima; la armonía del desarrollo económico, a través de la mejora del bienestar y la calidad de vida de la ciudadanía; internalizar los costes ambientales y el valor de los servicios de los ecosistemas y de la biodiversidad; así como aumentar la población ocupada de alto valor añadido que produzca bienes y servicios innovadores, más eficientes y de calidad". (Generalitat de Catalunya , 2010)

5.3 Criterios para la Sostenibilidad

La EDSCAT 2026 presenta diez ejes de acción en su búsqueda de un modelo económico sostenibilista, los cuales se presentan en los numerales del 5.2.3.1 al 5.2.3.10 y serán utilizados como criterios para analizar y evaluar las acciones que se llevan a cabo en la Vivienda de Interés Social en Tijuana, México en su camino a la sostenibilidad. (Generalitat de Catalunya , 2010)

5.3.1 Territorio

El territorio es un recurso limitado que sustenta el sistema socioeconómico, tanto en términos puramente físicos (ej. obtención de alimentos, materias primas), como funcionales (ej. Regulación de los ciclos naturales, sostenimiento de los ecosistemas y funcionalidad ecológica), por lo que su conservación en cantidad y calidad suficientes es imprescindible.

5.3.2 Eficiencia Energética

El modelo energético constituye un elemento central de las políticas sostenibles por sus múltiples repercusiones en todos los sectores económicos, en la movilidad y en sus diversos impactos ambientales (ej. emisiones de gases de efecto invernadero, contaminación atmosférica o los efectos sobre la salud). La adopción de criterios y objetivos sostenibles en este ámbito, basados en el ahorro y la eficiencia y en el fomento de las energías renovables, comportan enormes beneficios ambientales en muchos otros ámbitos. Lógicamente, también aporta enormes beneficios económicos al reducir la dependencia energética de fuentes con perspectivas de precio creciente y con externalidades negativas altas.

5.3.3 Movilidad

La movilidad de personas y mercancías está fuertemente interrelacionada con la planificación del territorio, el modelo económico y el energético, conlleva numerosas implicaciones socioambientales que, al final, son externalidades que derivan del consumo energético, la contaminación atmosférica y las emisiones de GEI, así como del impacto social. De igual forma, derivan de las implicaciones territoriales, paisajísticas y ecológicas que generan las infraestructuras lineales de movilidad (fragmentación del territorio). De esta forma, el avance hacia un modelo de movilidad más sostenible tendrá claras repercusiones favorables sobre múltiples aspectos de la calidad ambiental y del bienestar de las personas.

5.3.4 Producción Eco-eficiente

La producción de bienes y servicios constituye la base implícita de la economía de una región y de las personas que habitan. El modelo productivo tradicional se fundamenta en los aspectos cuantitativos de esta producción, que se traducen en resultados favorables desde el punto de vista de indicadores macroeconómicos clásicos. Hace años, sin embargo, que se ha constatado que la buena evolución de estos indicadores macroeconómicos no está necesariamente vinculada a una mejora efectiva de la calidad de vida de las personas y del conjunto de la sociedad.

Por otra parte, la constatación de las externalidades de los diferentes sectores productivos determina que en su contabilidad global sea necesario tener en cuenta los costes derivados

de los impactos, positivos y negativos, que tienen sobre el medio y la sociedad, más allá del valor de mercado de los productos que tienen un precio asignado en los circuitos económicos.

La inclusión efectiva de las externalidades en los balances económicos de los diferentes sectores cambia notablemente, la clásica visión del sistema económico en su conjunto y permite situar en su verdadera dimensión la importancia de qué se produce y de cómo se produce atendiendo a los impactos socioambientales que genera.

A pesar de los progresos remarcables que se han hecho, es esencial avanzar hacia un sistema económico mucho más eco-eficiente, especialmente en un contexto en el que la disponibilidad de recursos como el agua o los combustibles fósiles es cada vez más limitada y en que la preservación del entorno y la mejora de la calidad ambiental son imprescindibles para garantizar el bienestar, la calidad de vida y la salud de la ciudadanía.

5.3.5 **Consumo responsable**

Las pautas de consumo, así como el comportamiento y actitud de los consumidores hacia los bienes y productos que adquieren inciden fuertemente en la inducción de cambios en el sistema productivo dado que el comportamiento de los consumidores tiene un efecto claro en una economía de mercado. Por lo tanto, las pautas de consumo tienen profundas implicaciones socio-ambientales en relación con el uso de recursos y a la calidad del medio.

En definitiva, la calidad de vida de las personas no está relacionada tanto con la cantidad de bienes que se consumen sino en su calidad y seguridad. Entonces es de gran importancia

desacoplar la calidad de vida y el desarrollo económico del consumo de materiales y la generación de externalidades negativas sobre la salud y el medio ambiente.

5.3.6 Integración Cívica / social

La sostenibilidad es indisociable de los ámbitos ambiental y económico, pero también del social. Las interrelaciones entre estas tres dimensiones son múltiples e irrenunciables. De hecho, no se puede alcanzar una verdadera sostenibilidad ambiental si no se avanza paralelamente con la sostenibilidad social y económica. La aplicación de los principios sostenibles al modelo social conlleva facilitar un acceso equitativo a los servicios y recursos que fomente la cohesión social y la igualdad de mujeres y hombres, así como garantizar los estándares de calidad de vida y bienestar con carácter inclusivo por los colectivos más vulnerables y teniendo en cuenta la solidaridad intra e intergeneracional.

Una vivienda sostenible es aquella que es eficiente y a la vez respetuosa con el medio ambiente, ahorra energía, agua y recursos y reduce la contaminación. Este tipo de arquitectura minimiza el impacto medioambiental que tienen los edificios sobre el entorno geográfico, podríamos decir que es una vivienda que se encuentra en consonancia con la naturaleza. Así mismo, para que sea sostenible debe ser una vivienda bioclimática, es decir, que intenta aprovechar al máximo las condiciones de la naturaleza para reducir todo lo posible las necesidades energéticas. No solo hay que tener en cuenta los materiales utilizados para su construcción, tales como materiales reciclados o con un bajo consumo energético, sino también, se debe adoptar una serie de criterios de diseño y, tener en cuenta el entorno donde se va a construir, aprovechando las ventajas que nos otorga la naturaleza: suelo,

vegetación o las diferentes condiciones climáticas del lugar, obtendremos una casa bioclimática que sería el ideal de la vivienda sostenible.

5.3.7 **Zona climática**

Lo primero que debemos preguntarnos es ¿dónde está la vivienda? Este aspecto podría ser el más importante ya que va a ayudar a reducir gastos futuros y aprovechar mejor el calor y la luz solar. La vivienda debe adaptarse al entorno; como se trata no de cualquier vivienda, sino de una que sea sostenible, se necesita tener en cuenta en primer lugar: el clima; ya que éste será determinante para la construcción y, por otra parte, también hay que observar cual será la orientación más favorable al objeto de realizar la obra en función a estos parámetros.

Se debe conocer el entorno exacto geográfico para que en el solar sobre el que se va a construir se pueda explotar en toda su dimensión, conociendo previamente todas las posibilidades que ofrezcan los recursos naturales para su aprovechamiento, y así, poder invertirlos en la construcción de la futura vivienda.

5.3.8 ***Orientación***

Hay que orientar la vivienda para que tenga una buena ventilación e iluminación natural al objeto de reducir los aparatos de climatización o lumínicos y con ello conseguir una mayor eficiencia energética. Lo ideal es que las fachadas con mayor superficie se encuentren orientadas al norte y sur. En esta última orientación se obtendrán aportaciones solares en invierno y moderadas en verano; la radiación solar al mediodía incide verticalmente, lo que

conlleva una fácil protección; pero el sol de la mañana y de la tarde, que es más difícil de evitar, incide en menor medida. Sin embargo, en las fachadas orientadas al norte se tendrían pérdidas térmicas y lumínicas, por lo que las aberturas aquí serán mínimas para conseguir este objetivo.

Una vivienda orientada al este o al oeste obtiene una cantidad semejante de radiación solar casi tanto en verano como en invierno, no obstante, en las fachadas que se encuentren orientadas al oeste se deben de reducir las aberturas debido a los posibles sobrecalentamientos que se puedan generar.

5.3.9 **Vegetación**

La vegetación es un factor a tener en cuenta y lo más correcto sería utilizar la autóctona que se implantaría en el exterior de la vivienda, también sería interesante utilizar diversas especies que tuviesen las condiciones adecuadas al clima del entorno, lo que favorecería su rentabilidad económica dado su escaso o nulo mantenimiento.

Hay que tener un especial cuidado con el tipo de vegetación elegida puesto que hay algunas especies, como por ejemplo el césped, que requieren un elevado consumo de agua para su mantenimiento, además este tipo de vegetación también colabora con el aumento de la humedad, pudiendo ser perjudicial para la construcción sobre todo si nos encontramos en un clima húmedo o beneficioso si estuviéramos en uno seco. También se puede jugar con las especies de hoja perenne y caduca para crear sombras y proteger la fachada de sobrecalentamientos puntuales o estacionales o bien durante todo el año.

5.3.10 Energías renovables

La energía renovable hace referencia a todo aquello que proviene de fuentes naturales e inagotables; Ejemplo de esto son la energía solar, la cual con la utilización de placas fotovoltaicas y colectores solares, permiten disfrutar del ACS y calefacción.

5.3.11 Materiales sostenibles

Realizar un estudio de los materiales que se van a emplear, es muy importante para evitar que haya pérdidas energéticas o que sean contaminantes para el medio ambiente. Deben ser materiales no tóxicos, renovables, biodegradables o reciclables. Así mismo, es primordial la utilización de materiales de la zona en la que se va a construir, con ello se minimizaría el consumo energético y costos pese a la facilidad del transporte.

5.4 Identificación de energías alternativas

Las energías alternativas o renovables son la respuesta al cambio climático, ya que provienen de fuentes naturales y consumen recursos renovables no contaminantes al medio ambiente; por ende, son de interés para el desarrollo de este proyecto en el que se estudiaran diferentes tipos de energías alternativas, sus beneficios y desventajas en la construcción de viviendas sostenibles.

5.4.1 Energía solar fotovoltaica

Según la (Secretaría de Energía Barcelona, 2008) el término de energía solar hace referencia al proceso de conversión de los rayos del sol a calor o electricidad y el sistema fotovoltaico al método de recolección de dicha luz solar en una célula fotovoltaica o paneles solares que los almacenan y luego los transforman en energía eléctrica.

Los paneles solares fotovoltaicos están conformado por gran cantidad de celdas, denominadas células fotovoltaicas, las cuales transforman los rayos del sol en electricidad directamente; gracias al 'efecto fotovoltaico' ocasionado por los fotones con carga positiva y negativa que vienen de la energía solar y crean un campo eléctrico. (Secretaría de Energía Barcelona, 2008). En la ilustración 3, se muestra un panel solar fotovoltaico instalado en el techo para abastecer el consumo de energía eléctrica de una vivienda; este tipo de sistemas ofrecen gran cantidad de beneficios para el cuidado del medio ambiente y a largo plazo en el ámbito económico.

Ilustración3: Panel Solar casero.



Fuente: (Pascual, 2018)

Existen diferentes tipos de paneles fotovoltaicos dependiendo su sistema de ensamble, tipo de material, capacidad de captación y transformación de la radiación solar. De acuerdo a las anteriores características técnicas dependen las ventajas y desventajas que otorgan este tipo de energía alternativa. En la tabla 2, se enuncian algunos aspectos positivos y negativos de su implementación.

Tabla 1: Ventajas y desventajas de la energía solar fotovoltaica.

VENTAJAS	**DESVENTAJAS**
-No contamina. -Fuente inagotable (renovable) -Es un sistema idóneo para zonas rurales, montañosas e islas. -Fácil mantenimiento. -La energía solar fotovoltaica no requiere ocupar ningún espacio adicional, pues puede instalarse en tejados y edificios.	-El nivel de radiación de esta energía fluctúa de una zona a otra. -Inicialmente requiere una inversión considerable. -Los paneles solares todavía no son capaces de ser o suficientemente eficientes, están limitados a zonas con gran incidencia de los rayos solares. -Los lugares donde hay mayor radiación, son lugares desérticos y alejados, zonas no comúnmente habitables.

Fuente: Elaboración propia, basada en información obtenida de (Perpiñán Lamigueiro, 2018)

5.4.2 **Energía eólica**

Es el resultado de un proceso en el cual interviene la energía mecánica, que utiliza la fuerza del viento para convertirse en energía cinética, que al transportar el aire en movimiento se transforma en energía eólica, la cual permite accionar maquinarias con fines operativos o de generación de energía eléctrica. (Moreno Cortés, 2013)

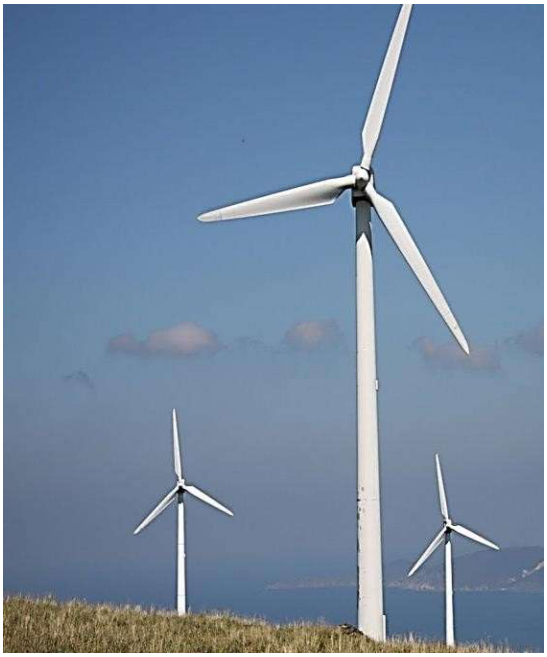
Para el aprovechamiento de la energía proveniente del viento, se manejan dos diferentes tipos de equipos: los molinos y los aerogeneradores; los primeros se ilustran en la Ilustración4, los cuales son utilizados principalmente en el bombeo de agua de forma mecánica para su extracción del subsuelo. Los segundos se ilustran en la Ilustración 5 y se emplean para producir directamente energía eléctrica.

Ilustración4: Molino de viento



Fuente: (Regsistem, 2016)

Ilustración5: Autogenerador.



Fuente: (Fernández, 2018)

La diferencia principal entre los molinos y los autogeneradores es la cantidad de palas que maneja su estructura, ya que el molino maneja cantidades entre 4 a 16 palas y el autogenerador de 1 a 3 palas. Actualmente, la fabricación de estos equipos varía en tamaños, precios y nivel de potencia, de acuerdo con la aplicación y al consumo de la población. En la tabla 3, se exponen las ventajas y desventajas de la energía eólica.

Tabla 2: Ventajas y desventajas de la energía eólica.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
-Es renovable y abundante -No utiliza combustión, por lo tanto es económica. -Es limpia, no contamina. -Aprovecha las zonas áridas, o no cultivables por su topografía. -No daña el suelo y sus fines agrícolas o ganaderos. -Garantiza autonomía por gran cantidad de horas, sin conexión a redes de suministro. -Es segura y confiable. -Su impacto ambiental es bajo.	-Es discontinua, su intensidad y dirección cambian repentinamente. -Depende de fuentes tradicionales para su funcionamiento. -Las centrales térmicas de respaldo aumentan el consumo energético. -Requiere cables de alta tensión cuatro veces más gruesos para evacuar la producción. -La fluctuación en la intensidad del viento produce apagones y daños. -No es almacenable.

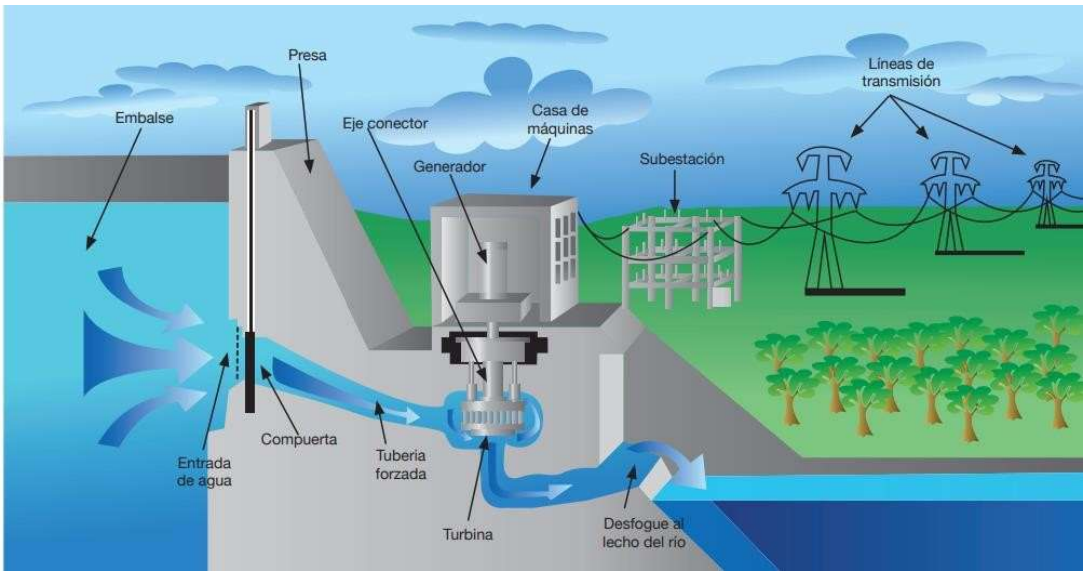
Fuente: Elaboración propia basada en información obtenida de (Gimenez Alvarez & Gómez Targarona, 2011)

5.4.3 Energía hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica o hidroenergía, es aquella que se obtiene convirtiendo la energía cinética proveniente de la corriente del agua o mareas, en energía mecánica; la cual alimenta a un transformador generando movimiento en las turbinas de un alternador que permite generar electricidad. (Infocol Ltda, 2016)

En la Ilustración6, se visualiza una central hidroeléctrica, el sistema más utilizado y antiguo para la generación de energía eléctrica; se basa en la construcción de una presa de agua que permite el controlar la entrada, almacenamiento y salida de agua; de forma que se pueda abastecer las turbinas constantemente y generar electricidad para transportar en cables eléctricos a cortas o largas distancias para uso individual, colectivo o comercial. (National Geographic, 2010)

Ilustración6: Central Eléctrica.



Fuente: *(Infocol Ltda, 2016)*

Es importante aclarar, que estas centrales eléctricas permiten aprovechamiento del movimiento del agua sin consumirla, ya que, luego de ser utilizada para la generación de energía eléctrica es regresado a los ríos de donde fue tomada y en las mismas condiciones; por lo que puede ser aprovechada para otros usos.

Por otra parte, la electricidad a producir es proporcional a la energía cinética que el agua pueda generar al chocar con las turbinas, razón por la cual sus ventajas y desventajas están en función de la capacidad de transformación que tenga la central eléctrica y el sistema de aprovechamiento que se maneje: central con embalse o de regulación; central acumulación por bombeo y central de agua fluyente. En la tabla 4, se exponen algunos pros y contras de este tipo de energía. (Infocol Ltda, 2016)

Tabla 3: Ventajas y desventajas de la energía hidroeléctrica

VENTAJAS	DESVENTAJAS
-Debido al ciclo del agua su disponibilidad es inagotable. -Es una energía totalmente limpia, no emite gases, no produce emisiones toxicas, y no causa ningún tipo de lluvia ácida. -Es económica y permite el almacenamiento de energía.	-La construcción de las plantas requiere una gran inversión y los sitios son limitados. -Las represas afectan el lecho de los ríos, causando erosión y afectar el ecosistema del lugar. –Las presas tienden a estar lejos de las grandes poblaciones, entonces es necesario transportar la electricidad producida a través de redes eléctricas costosas.

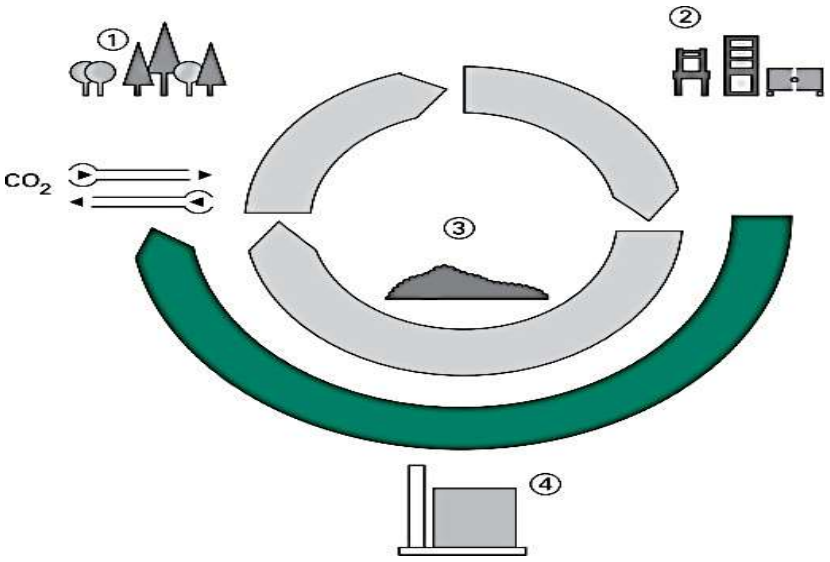
. Fuente: (National Geographic, 2010)

5.4.4 **Biomasa**

La biomasa o bioenergía, es el producto de la digestión en condiciones anaerobias de materia orgánica; como residuos de cultivos, estiércol de animales y otros que cumplan con los requisitos de ser 100% biodegradables y se puedan transformar en metano o dióxido de carbono. (Sec. de Energía Barcelona, 2008)

En la Ilustración8, se presenta el ciclo de creación y aprovechamiento de la biomasa, principio para la generación de esta energía limpia; puesto que, la biomasa es creada gracias al proceso de fotosíntesis en el que las plantas absorben CO2, crecen y son aprovechadas por el hombre o los animales, liberando esa biomasa (CO2) en los residuos generados por su aprovechamiento, los cuales terminan en basurales y en vez de dejar que se descompongan, son quemados para generar energía para uso doméstico e industrial.

Ilustración7: Ciclo de la biomasa.



Fuente: (Sec. de Energía Barcelona, 2008)

El impacto ambiental ocasionado por el aprovechamiento de la biomasa no contribuye en el desarrollo creciente de gases de efecto invernadero, ya que, el CO2 liberado en la combustión de los residuos es el mismo que fue absorbido por las plantas en su crecimiento y el que será reabsorbido por nueva vegetación. Por lo tanto, no aumenta la cantidad de CO2 presente en la atmósfera y se tiene como ventajas y desventajas las que se recopilan en la Tabla 5.

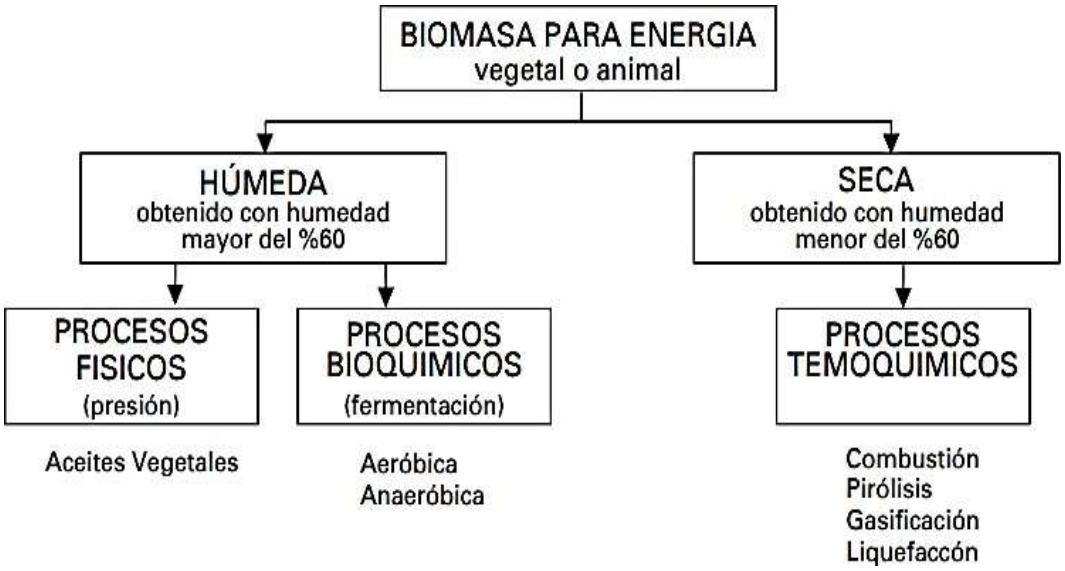
Tabla 4: Ventajas y desventajas de la Biomasa.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
- Es renovable, de uso eficiente. - La descontaminación de residuos y reducción de contaminantes del suelo, aire y agua. -Es un fertilizante natural, ideal para el desarrollo en zonas rurales.	-Produce menos energía por unidad de volumen. -Plantea una dificultad para almacenarlo y distribución. -Es muy peligroso por su capacidad de inflamarse fácilmente.

Fuente: Elaboración propia, basada en información obtenida de (Sec. de Energía Barcelona, 2008)

Las aspectos positivos y negativos de la biomasa dependen del sistema de aprovechamiento que se utilice para la generación de bioenergía, en la Ilustración9 se muestra los métodos más comunes para la obtención de biomasa; y se analiza que los procesos termoquímicos son los que permiten obtener los productos energéticos más útiles para el hogar y la industria, como lo son abonos, carbón vegetal, vapor, biogases, líquidos piroleñosos y combustibles (Biodiesel, Ethanol e hidrocarbonos). (Secretaría de Energía Barcelona, 2008)

Ilustración8: Métodos de aprovechamiento de la Biomasa.



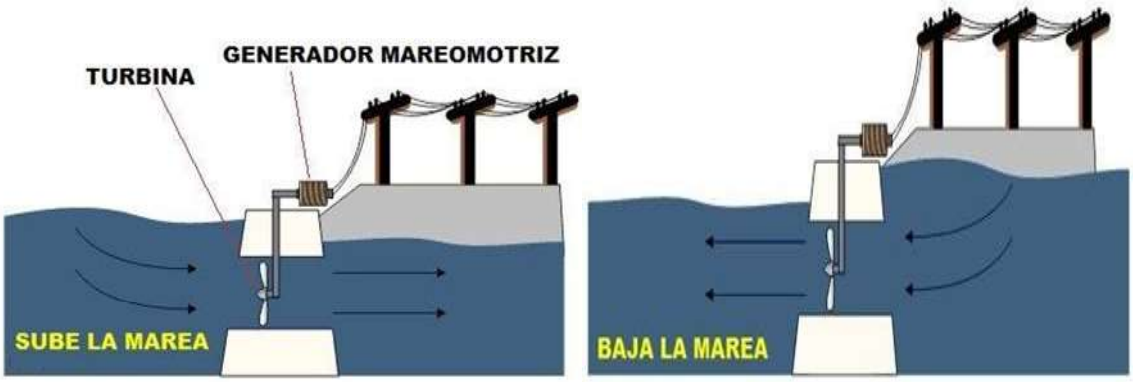
Fuente: (Sec. de Energía Barcelona, 2008)

5.4.5 **Energía mareomotriz**

La energía mareomotriz se obtiene aprovechando las mareas, es decir, la diferencia de altura media de los mares según la posición relativa de la Tierra y la Luna, y que resulta de la atracción gravitatoria de esta última y del Sol sobre las masas de agua de los mares. (Quintero González & Quintero González, 2015)

En la Ilustración 9, se puede visualizar una central de energía mareomotriz, la cual consta de un dique que permite dar entrada y salida al agua de las olas y producir el movimiento de las turbinas que son las que generan junto al alternador la electricidad; también se maneja en algunas plantas mareomotrices un flotador que puede desplazarse y absorber toda la energía cinética de la alzas y bajas de las olas. (Quintero González & Quintero González, 2015)

Ilustración9: Funcionamiento de una planta mareomotriz.



Fuente: (Fernández Díez, 2015)

Teniendo en cuenta, que las mareas son oscilaciones periódicas del nivel del mar y se tienen movimientos de ascenso y descenso, la generación de energía eléctrica depende del comportamiento del mar y de la amplitud de la marea; la cual es demasiado variable por lo que las ventajas y desventajas que se exponen en la tabla 6 depende de este factor. (Quintero González & Quintero González, 2015)

Tabla 5: Ventajas y desventajas de la energía mareomotriz.

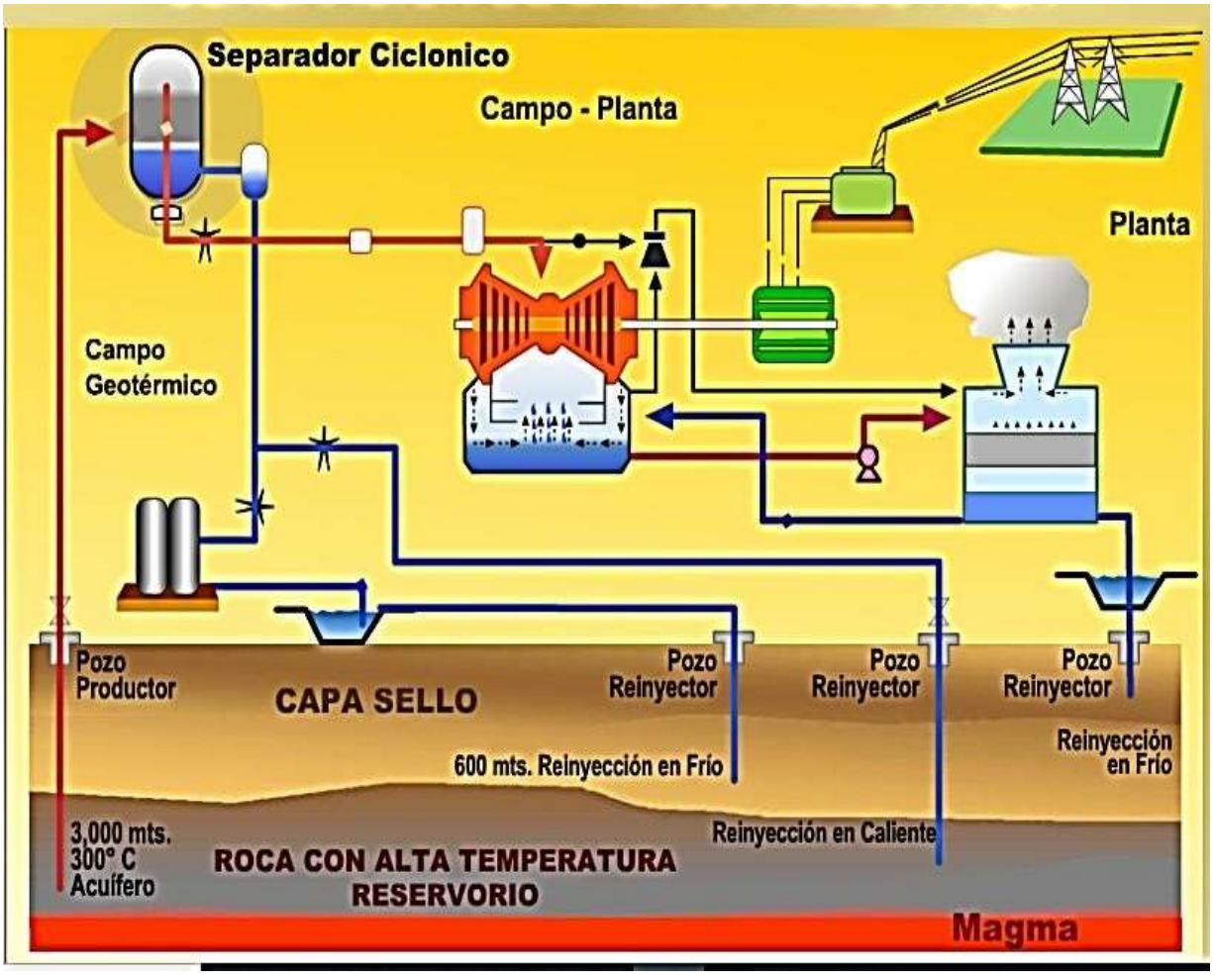
VENTAJAS	DESVENTAJAS
- No contaminante. - Silenciosa. - Bajo costo de materia prima. - No concentra población. - Disponible en cualquier clima y época del año.	- Localización puntual e impacto visual y estructural sobre el paisaje costero. - Dependiente de la amplitud de las mareas - Traslado de energía muy costoso - Efecto negativo sobre la flora y la fauna marina. - Limitada

Fuente: (Fernández Díez, 2015)

5.4.6 Energía geotérmica

La energía geotérmica es aquella obtenida a partir del calor que se genera en el centro de nuestra Tierra, lo que se conoce como Geotermia; se presenta en volcanes, fumarolas y manantiales calientes especialmente. No obstante, hay plantas geotérmicas que se abastecen de la excavación de pozos profundos que absorben el calor liberado en el proceso como se visualiza en la ilustración 10. (Santoyo & Barragán Reyes, 2010)

Ilustración10: Características de una planta geotérmica.



Fuente: (División geotérmica de Chile, 2008)

Por otro lado, hay diversidad de sistemas geotérmicos de acuerdo a su forma, capacidad de producir electricidad y las características de su sistema de aprovechamiento; las principales se clasifican principalmente con base en la temperatura que se puede obtener. Según la (División geotérmica de Chile, 2008) se tiene que:

> *"Cuando la temperatura del fluido es mayor de 200 grados centígrados, se le considera un recurso de alta entalpía (o alto contenido energético), ideal para la producción de electricidad con sistemas convencionales de generación y para consumo comercial o industrial. En cambio, si las temperaturas del fluido están en el intervalo de 100 a 200 grados centígrados, o bien son menores de 100 grados centígrados, se les denomina sistema de mediana o baja entalpía, respectivamente y solo pueden ser de uso doméstico."*

En la tabla 7, se exponen los principales aspectos positivos y negativos de la energía geotérmica, teniendo en cuenta el sector económico y ambiental.

Tabla 6: Ventajas y desventajas de la energía geotérmica.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
-Presente en todas partes del mundo. -Bajos niveles de contaminación. -Los costos de producción son menores; ya que, puede ser explotada con la construcción de sistemas básicos	-El costo medioambiental puede ser elevado. -No se han desarrollado sistemas para poder transportar la energía producida por este medio a lugares de difícil acceso por inestabilidad del suelo o problemas de conflictos sociales.

Fuente: Elaboración propia, basada en información obtenida de (División geotérmica de Chile, 2008)

5.5 Identificación de técnicas de construcción vernáculas

5.5.1 Técnica Bahareque

La técnica del bahareque o quincha como se conoce en varios países hace referencia a la formación de una estructura de madera insertada en el suelo natural, a la cual se fijan vigas más pequeñas del mismo material separadas de 80 a 120 cm. Luego, se les agrega tejido de cañas o bambú como se puede observar en la ilustración 11; para finalmente, revestir dicha estructura con barro acondicionado con fibras vegetales. (Minke, 2001)

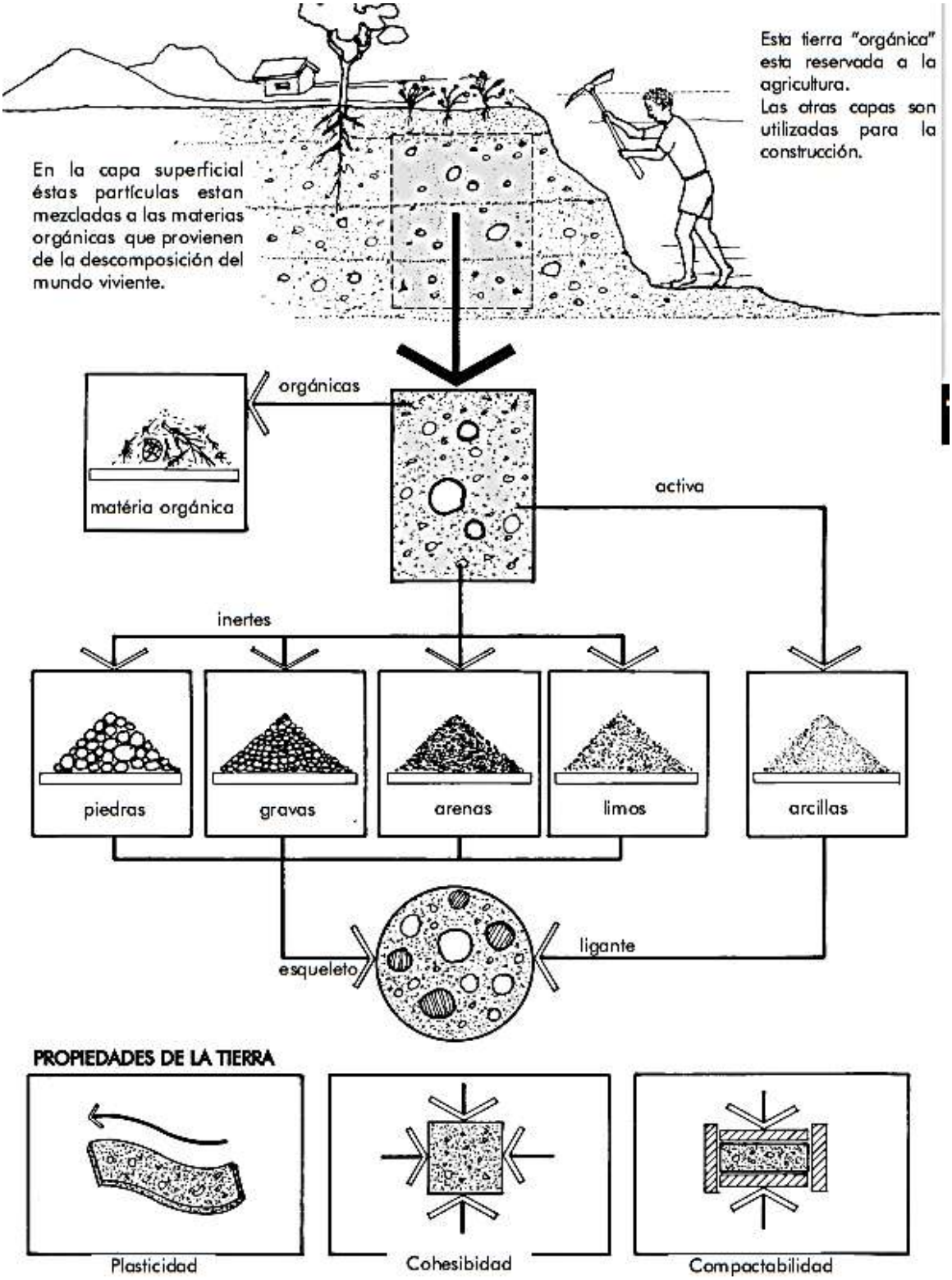
Ilustración 11 Vivienda en Bahareque.



Fuente: Construcción tradicional en el eje cafetero colombiano, por Jorge Galindo Díaz, 2011, p. 9.

El revestimiento de barro es obtenido del aprovechamiento del material tierra, que es producto de la erosión mecánica y química de la roca-madre, la cual se desagrega en partículas minerales de dimensiones variables desde los guijarros hasta los polvos arcillosos como se puede observar en la ilustración 12.

Ilustración 12: Composición de la tierra para uso de la construcción.



En la ilustración 12, se evidencia que este material contiene partículas "orgánicas" que aptas para la agricultura y componentes como las piedras, gravas, arenas, limos y arcillas especialmente utilizados en el sector de la construcción. (Carazas Aedo & Rivero Olmos, 2002).

Por otra parte, las ilustraciones 13 y 14, permite visualizar viviendas en Bahareque terminadas en diferentes materiales una en madera y otra en guadua allí se puede apreciar que las propiedades de la tierra: plasticidad, cohesividad y compactibilidad; permiten construir edificaciones de calidad estructural y estéticamente.

Ilustración13: Vivienda en Bahareque y cubierta de tabla.



Fuente: Construcción tradicional en el eje cafetero colombiano, por Jorge Galindo Díaz, 2011, p. 20.

Ilustración14: Casa de paredes en bahareque y cubierta de Guadua.

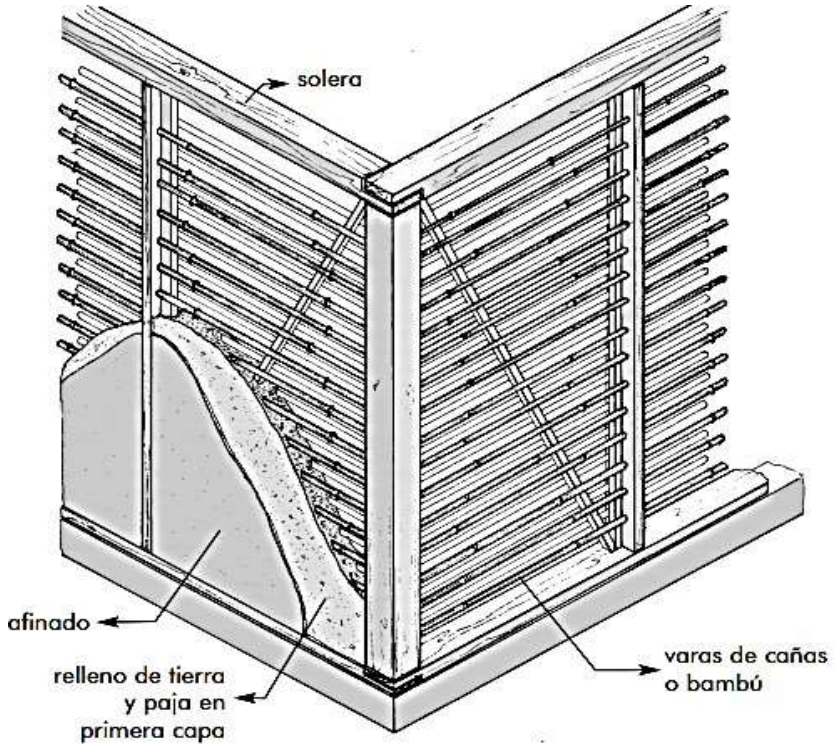


Fuente: Aplicaciones estructurales de la guadua (Guadua Angustifolia Kunth). Proyecto de estructura modular multifuncional en Colombia, por Elvira de Navas Gutiérrez, 2011, p. 8.

Según (Carazas Aedo & Rivero Olmos, 2002) la cohesión consiste en humedecer la tierra con agua, para que las partículas que no se alcancen a humedecer se adhieran a las otras que si lo están; de esta forma la tierra elimina vacíos y al estar seca se compacta, adquiriendo la capacidad de resistir a los esfuerzos de compresión del orden de 3MPa. Por otra parte, la estabilización de la tierra que se utiliza para el recubrimiento en estructuras de bahareque se consigue balanceando el nivel de agua y de arena producto de la de cohesión, para evitar el riesgo de figuración cuando hay exceso de arcilla o arena.

En la ilustración 15, se detallan los componentes de un muro en Bahareque y su organización, para que la estructura sea resistente.

Ilustración 15: Composición de un muro de Bahareque.



Fuente: (Carazas Aedo & Rivero Olmos, 2002)

No obstante, en este tipo de estructuras la cimentación y los revestimientos juega un papel importante es su vida útil. El primero según (Carazas Aedo & Rivero Olmos, 2002), le da solidez a la estructura y debe tener un ancho mínimo de 40 cm o una relación 1.5 veces el ancho del muro; para el caso de los revestimientos estos deben aplicarse para proteger las paredes del clima y el uso.

En la ilustración 16, se exponen las principales ventajas del uso del bahareque, las cuales predominan frente a los aspectos negativos de esta técnica que se basan en la poca durabilidad, escasa resistencia al fuego y a la humedad; los cuales pueden ser corregidos mediante técnicas de impermeabilidad o mediante la adición de productos químicos para preservar la madera de hongos, humedad e insectos.

Ilustración 16: Ventajas de la construcción de edificaciones en Bahareque.

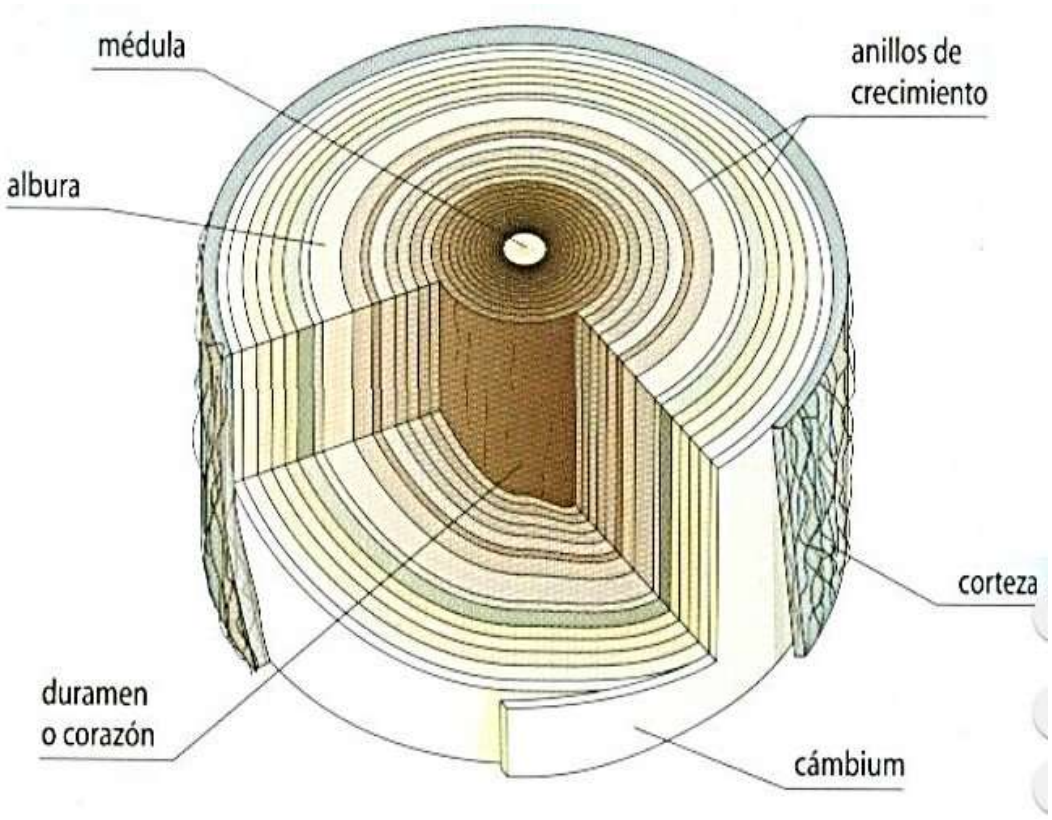
Sismo resistencia	Valor cultural	Economía
• Es un sistema flexible, resistente a movimientos telúricos. En la experiencia suelen presentarse algunas grietas y fisuras después de un sismo, pero no hay colapso de la estructura.	• Estas tecnologías tradicionales incluyen patrones estéticos y cargas afectivas determinantes para el afianzamiento de comunidad, porque responden a las vivencias propias de cada región.	• Los bajos costos asociados a esta actividad; se deben a la facilidad de conseguir los materiales, mano de obra de la misma población, no se necesitan moldes o elementos que acarreen sobrecostos..

Fuente: Elaboración propia, basada en información obtenida de (Minke, 2001).

5.5.1 **Madera**

La madera es "*una materia prima de origen vegetal y de tipo renovable",* que al ser obtenida del aprovechamiento del tronco y ramas de los árboles, puede ser devuelta mediante campañas de reforestación. En la ilustración 17, se pueden observar los principales componentes de la madera, los cuales permiten obtener como propiedades en la construcción su facilidad de manejo, capacidad de aislamiento térmico y del sonido, apariencia física, rigidez y resistencia. (Arriaga, Pedraza, & García, 2002)

Ilustración 17: Composición de la madera



Fuente: (Arriaga, Pedraza, & García, 2002)

De la ilustración 17, es importante aclarar que la corteza no es un elemento aprovechable por su baja dureza y fragilidad al golpe. El duramen, la albura y la medula, son la madera útil en la construcción porque poseen características fisicoquímicas particulares como:

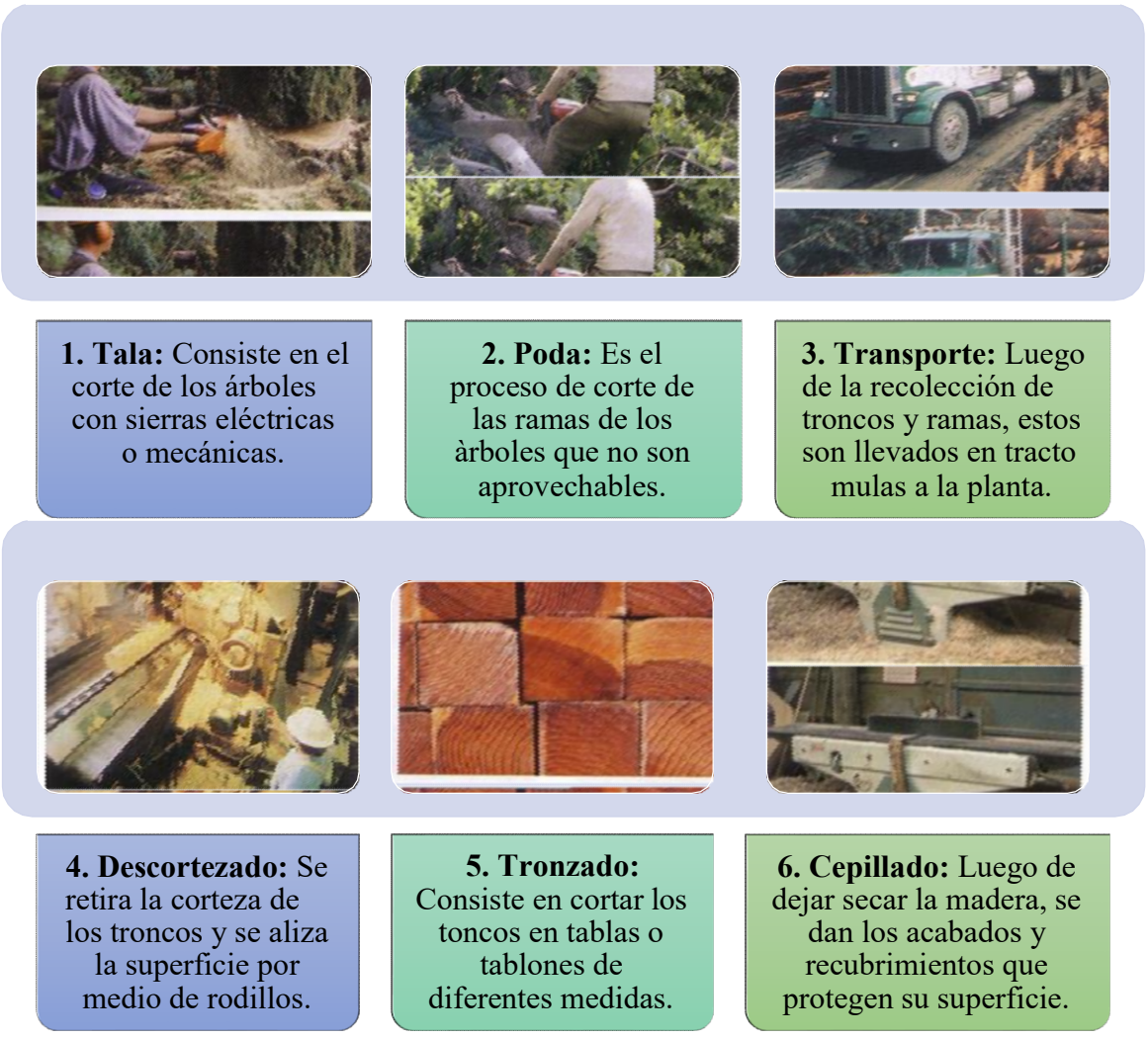
- **Baja densidad,** apropiada para la fabricación de embarcaciones debido a que flota;
- **Dureza,** cuyo valor varía con los tipos de madera.
- **Flexibilidad,** muchas pueden ser dobladas en el sentido de sus vetas.
- **Estética agradable,** con una amplia variedad de colores y texturas es atractiva para el sentido de la vista.

Es por eso, que la madera es un excelente material de construcción en un país de vocación forestal, como lo es Colombia. Es un recurso que goza de la cualidad de ser sostenible. Más aún, es un producto abundante a nivel nacional, usado con mayor frecuencia para la fabricación de muebles; y en arquitectura como elemento estético; en escasas ocasiones, es empleado para los encofrados, formaletas y construcciones temporales (Cruz, Martínez, Lakah, Hernández y López, 2013).

Con respecto a la sostenibilidad de la madera, es necesario ampliar la responsabilidad a las entidades estatales, para asegurar un aprovechamiento adecuado; ya que, “la realización de cualquier programa de vivienda en madera debería considerar primero la recuperación de los bosques” (Arcila y Flores, 1988, p.35). En el caso de la autoconstrucción espontánea el impacto ambiental no es significativo.

Por lo que se refiere al procedimiento o metodología de elaboración de edificaciones en madera, se debe llevar a cabo el procedimiento expuesto en la ilustración 18, para tener una materia prima de calidad permita por medio de ensambles metálicos (puntillas) u otra clase de mecanismos unir las piezas de madera y consolidar la estructura (Guzmán y Medi, 2009).

Ilustración 18: Tratamiento de la madera como material de construcción



Fuente: Elaboración propia, basada en información obtenida de (Arriaga, Pedraza, & García, 2002)

Por otra parte, como aspectos básicos a tener en cuenta para el uso de la madera, Castillo (2002) refiere: "selección adecuada de la especie arbórea, cálculos estructurales básicos que permitan obtener secciones adecuadas, aplicación de normas para la preservación y definición de normas de mantenimiento de la vivienda".

En cuanto a las ventajas sociales y técnicas, Jacobo y Vedoya (2004) resaltan la disminución de tiempos de ejecución, bajos precios, amplias posibilidades de autoconstrucción para los propietarios, reutilización de los elementos constructivos y un bajo consumo energético debido a la alta capacidad de aislación térmica perimetral. En las ilustraciones 19 y 20 se pueden visualizar estructuras en madera que dejan en evidencia su utilidad y belleza.

Ilustración 19: Vivienda autoconstruida en madera, Reserva Natural Palma de Cera. La Vega, Cundinamarca.



Fuente: (Rodríguez & Pinzón, 2016)

Ilustración 20: Vista interior de vivienda de madera en la Reserva Natural Palma de Cera. La Vega, Cundinamarca.



Fuente: (Rodríguez & Pinzón, 2016)

De acuerdo con lo anteriormente expuesto acerca de los beneficios de la madera y el uso de este material en el sector de la construcción, es importante mencionar que en consecuencia con los objetivos de la presente investigación y en el marco del desarrollo sostenible, la madera a utilizar en las diferentes actividades que intervienen en un proyecto de construcción, en el cerramiento, formaletas para vaciado de concreto o aligerado de placas, entre otras, debe ser adquirida de mercados de productos forestales que cuenten con certificación de que provienen de bosques que han sido gestionados de manera adecuada, respetando los procesos ecológicos naturales y evitando la degradación de los recursos.

De tal manera que, la mejor forma de garantizar un consumo responsable de la madera es mediante la Certificación Forestal, que es un proceso voluntario por el cual una tercera parte, acreditada, garantiza mediante un documento escrito que la gestión de un bosque (ya sea privado, comunitario o concesión) es realizada bajo exigentes estándares sociales, ambientales y económicos, previamente establecidos y se constituye como una excelente herramienta de conservación, ya que promueve la gestión responsable de los recursos en beneficio del ambiente, y el manejo forestal concuerda con los principios de sostenibilidad mencionados anteriormente, es ambientalmente apropiado, socialmente benéfico y económicamente viable.[11]

5.5.2 **Guadua**

Según (Espinosa Pérez, 2004) *"la Guadua es un bambú espinoso perteneciente a la Familia Poacecae, que tiene sus orígenes en 1820, donde el botánico Kunth, utiliza el vocablo "guadúa" con el que los indígenas de Colombia y Ecuador se referían a este bambú".* La guadua se caracteriza por su forma cilíndrica, hueca y una gran cantidad de diámetros, posee membranas intermedias fibrosas que le dan la una alta capacidad de resistencia a la compresión y una considerable flexibilidad. En la ilustración 21 se puede visualizar este tipo de vegetal, que se distingue de otras especies por sus tallos robustos y espinosos, las bandas de pelos blancos en la región del nudo y por las hojas caulinares en forma triangular.

[11] (WWF-Colombia. Guía de certificación forestal, 2012. ISBN impreso: 978-958-8353-37-1, pág. 5-8)

Ilustración 21: Características físicas de la guadua.



Fuente: (Morán Ubidia, 2005)

Por otro lado, la Guadua se define conoce un recurso renovable de gran importancia en la disminución de gases de efecto invernadero, ya que, debido a su rápido crecimiento y fácil manejo, es capaz de capturar gran cantidad de emisiones de CO2 y generar oxígeno. Así mismo, se conoce como "acero vegetal" en el sector de la construcción, ya que, es frecuentemente utilizado en la industria del fibrocemento para reemplazar la fibra de asbesto, y como materia prima para la producción de pisos, techos y paredes.

No obstante, para ejecutar construcciones adecuadas con guadua, es indispensable conocer y ejecutar correctamente el proceso preliminar de cultivo y obtención del material. Además, requiere de un proceso de inmunización, ya que la planta está amenazada por agentes bióticos (plagas), entre los que encontramos roedores, escarabajos y otros insectos. En la ilustración 22, se exponen consejos importantes a tener en cuenta en el tratamiento de la guadua como material de construcción.

Ilustración 22: Tratamiento de la guadua como material de construcción

SELECCIÓN DE MATERIA PRIMA	• No debe emplearse secciones de guadua que hayan sido atacadas por insectos, hongos, presente signos de pudrición o tallos que fueron cortados después de florecidos • Seleccionar aquellos individuos que se encuentren en estado de maduración (4 o 5 años). • El corte a la planta debe realizarse en la fase lunar de "menguante" entre la hora 00:00am y las 6:00am.
LIMPIEZA DE LA MATERIA PRIMA	• Efectuar la limpieza de la guadua con agua, posteriormente debe dejar secar de manera natural • Inmunizar el material con productos naturales que no sean nocivos para el medio ambiente.
RECUBRIMIENTO DE MATERIA PRIMA	• Aplicar una base de aceite de linaza con trementina o betún, como protección contra la radiación solar. • No se deben utilizar esmaltes, ya que estos no permiten la transpiración de la guadua. • La unión de los individuos no debe utilizar puntillas, se aconseja el uso de arandelas y tuercas.

Fuente: (Morán Ubidia, 2005)

Como se puede observar, los anteriores preceptos pueden ser ejecutados por cualquier persona de la comunidad, sin necesidad de conocimientos avanzados en arquitectura o construcción. Es por eso que la autoconstrucción con Guadua ha tenido una gran acogida en nuestro país. “El bambú guadua, especialmente la especie Guadua angustifolia Kunth, se encuentra de forma abundante en Colombia y se ha utilizado a lo largo de muchos años en la construcción”, debido a su practicidad, economía y beneficios ambientales.

Por otra parte, con referencia a la sismo resistencia, según (Morán Ubidia, 2005) una de las grandes cualidades de la guadua es: *"resistir movimientos sísmicos muy intensos, debido a sus características de absorción y disipación de energía que le permiten mostrar ese comportamiento dúctil, absorbiendo y amortiguando sin fallar, efectos mayores a los previstos."*

En consecuencia a todos los aspectos positivos que tiene la utilización de la guadua como material de construcción en la ilustración 23, se visualiza una vivienda construida a base de esta materia prima, que con el paso del tiempo se seguirá convirtiendo en una de las especies de mayor demanda y mejor aceptación para la elaboración de muebles, artesanías, fabricación de papel, pisos, modulares, combustible y mejoradora del medio ambiente.

Ilustración 23: Vivienda de interés social de Simón Vélez en Girardot-2003.



Fuente: La guadua una alternativa para la construcción de viviendas de interés social, por Luis Agustín Villada Castañeda, 2015.

5.5.3 **Tapia**

La técnica del tapial consiste en la preparación de la tierra, para luego apisonarla en un molde; al momento de secado, se retira el molde y se forman unos muros de gran grosor que llegaban a tener un metro de espesor (Ruiz Gorrindo, 2005). En la actualidad, se hacen más delgados y no tan altos, alrededor de treinta o cuarenta centímetros de grosor como se puede visualizar en la ilustración 24.

Ilustración 24: El tapial como material de construcción



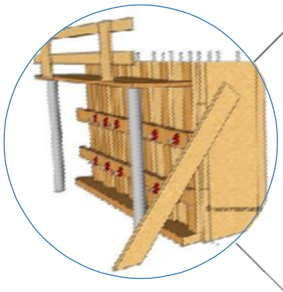
Fuente: (Construye diferente, 2017)

Este sistema posee una forma de clasificación ajustada a su naturaleza. Las tapias se clasifican en dos grandes grupos: monolíticos y mixtos. En los primeros, el muro funciona como un todo de resistencia uniforme y en el segundo caso, algunas partes del muro tienen una mayor resistencia que otras. Se encuentran a su vez, multitud de variedades en función de la estructura de la tierra empleada. Para los contextos mixtos, se suelen usar materiales complementarios como: adobe, piedra o madera. (Ruiz Gorrindo, 2005)

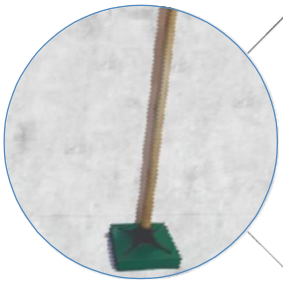
En cuanto al procedimiento para construir edificaciones en tapial, este hace uso de elementos naturales del entorno y no comprende metodologías complejas, ya que la tierra a utilizar puede ser obtenida del mismo lugar en donde se va a construir durante el proceso de la excavación. Dicha tierra puede ser mejorada con una mínima cantidad de arcilla, agua y un estabilizante que puede ser cemento o cal en muy pequeñas cantidades.

En la ilustración 25, donde se mencionan las herramientas necesarias para su desarrollo, que cosiste en ir moviendo lateralmente y hacia arriba el encofrado e ir construyendo tramo a tramo el muro deseado, depende de los medios que se dispongan el tamaño de cada tramo de tapial que se podrá ir construyendo.

Ilustración 25: Herramientas para la elaboración de tapiales.



Encofrado: Consiste en la unión de tableros para formar un cuadrado que recibe la arena y funciona como muro de contención para que està sea tapizada y tome rigidez. Este debe ser ligero ya que dos operarios tienen que ser capaces de moverlo sin dificultad.

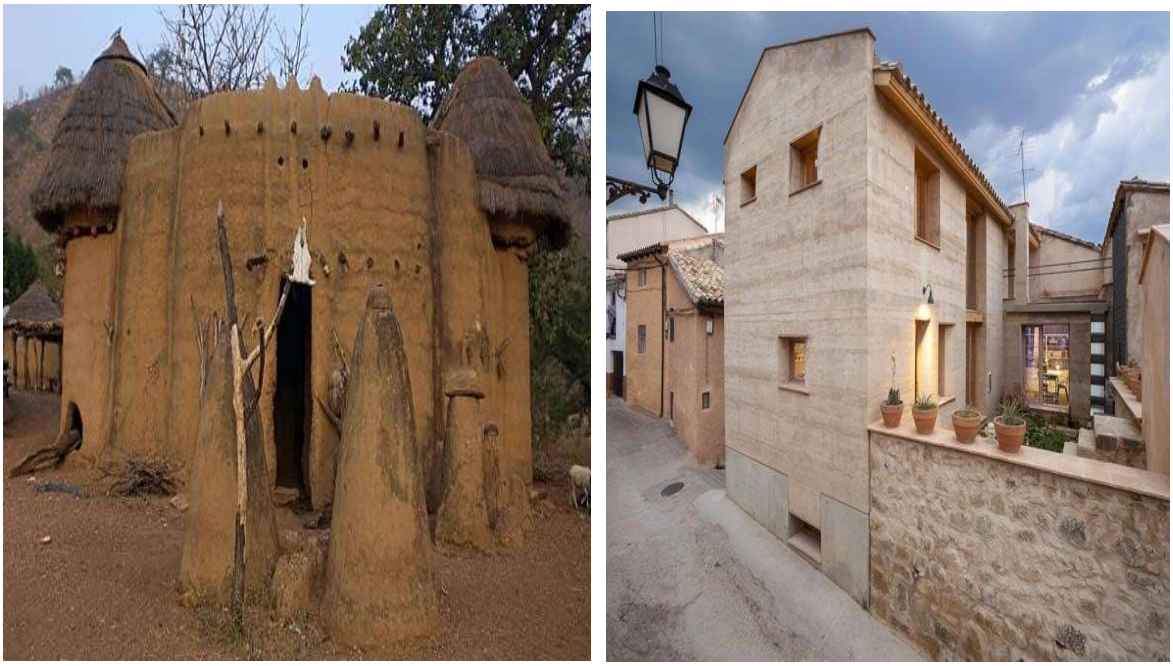


Pisón: Herramienta en madera, neumático o hierro de uso tradicional con base cónica lo suficientemente pesada, para que por el efecto de gravedad pueda ejercer la fuerza necesaria para que la arena se compacte.

Fuente: (Construye diferente, 2017)

Las primeras edificaciones en tapial eran más rusticas, pero con el paso del tiempo esta técnica tradicional que se basa en el aprovechamiento de la tierra ha sido retomada y mejorada en aspectos de apariencia física y resistencia ante sismos, gracias al desarrollo de la bioconstrucción y la arquitectura sostenible. En la ilustración 26 se puede observar el antes y después de esta técnica tradicional de construcción.

Ilustración 26: Edificación antigua en Tapial VS Edificación moderna en Tapial



Fuente: (Ruiz Gorrindo, 2005)

Dentro de las principales ventajas que tiene esta técnica está su capacidad de acústica y termorregulación de climas templados, los muros de tapial son higroscópicos, es decir conservan la humedad y posee buena capacidad de difusión de la misma. Así mismo, este material es amigable con el medio ambiente porque no produce emisiones de CO_2 altas.

5.5.4 Súper adobe

La técnica del súper adobe consiste en la fabricación de bloques de barro (tierra + agua) hechos a mano, los cuales, son compactados en moldes y secados al aire libre. Constituye uno de los sistemas de construcción más antiguos y versátiles debido a la característica moldeable de este material que permite la construcción de "*paredes auto portantes, paredes portantes, arcos, bóvedas y cúpulas; ya que se pueden generar formas ortogonales y curvas, siempre y cuando se respete su calidad resistente a compresión" (Neves y Forges, 2011)*

Por otro lado, es importante determinar por pruebas de granulometría los porcentajes de composición de la tierra que se va utilizar para producir súper adobe, con el objetivo de garantizar estabilidad, resistencia y durabilidad en su aprovechamiento en el sector de la autoconstrucción.

Según (Ciutad, 2011) la tierra como material de construcción debe tener un 30% de arcilla y un 70% de arena; o un 20% y un 80% si supera la prueba de estabilidad con cal y en ninguno de los caso debe contener limo, porque es pésimo para la mezcla de súper adobe, ya que disminuye la propiedad de cohesión de las partículas de la tierra ypor ende genera bultos no compactos y de fácil deformación. En la ilustración 20, se puede visualizar un bulto de adobe con las especificaciones porcentuales de su composición.

Ilustración 27: Bulto o bloque de súper adobe.



Fuente: (Ciutad, 2011)

El proceso de estabilización viene luego de las pruebas de granulometría y se utiliza para mejorar las propiedades de resistencia y durabilidad de la mezcla. Existen dos componentes que pueden ser utilizados: el primero es el cemento que aunque ofrece mayores beneficios de solidez a la estructura, para su *fabricación se utiliza mucha energía y silicatos de aluminio y acelerantes que son contaminantes; el segundo es* la cal que tiene como ventajas el no dejar pasar la humedad ambiental y no generar contaminación ambiental; sin embargo disminuye la resistencia de la estructura.

La orientación y ubicación de construcciones en súper adobe es un factor importante con relación a la sensación térmica y la parte estética que se quiere tener en la vivienda; ya que un gran número de puertas y ventanas en climas fríos resultan no muy adecuados para el confort de los habitantes; así como, construir en zonas con poca vegetación no es recomendable para zonas de climas cálidos. También, en estos estudios de orientación se debe buscar el aprovechamiento de la luz solar.

Ilustración 28: Colocación de ejes de geolocalización para la construcción de domos en súper adobe.



Fuente: (Ciutad, 2011)

Para dar inicio al proceso de diseño de una edificación con este material de construcción, se debe calcular el área y nivel de suelo deseado, y excavar para realizar a la zanja de cimentación, que para el caso de un domo se requiere de dos tiradas en la cimentación de anchura. Además, se debe tener en cuenta el espacio para el tubo de drenaje en el exterior y la puerta como se muestra en la ilustración 21.

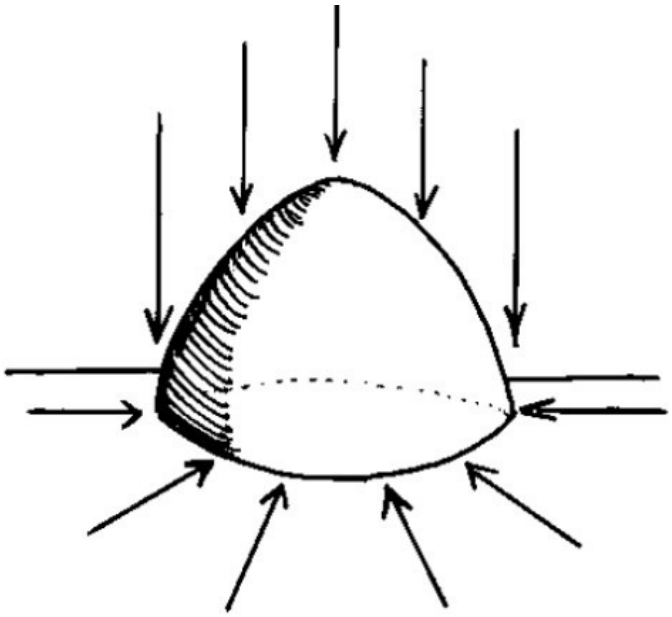
. 

Fuente: (Ciutad, 2011)

El proceso de cimentación implica no solo los procesos de excavación de la zanja, y colocación de cama de grava o sacos rellenos de grava; sino también la impermeabilización y las tiradas de sacos con mezcla (con o sin aporte de cemento) hasta el nivel de suelo. Así mismo, la ubicación y diseño de la puerta requiere la aplicación del principio del arco, en donde según (Ciutad, 2011) "lo más importante es la línea a 45º respecto a la "cima" del domo; ya que al interceptar esa línea con el terreno proporciona la longitud de la base del contrafuerte de la puerta.

Las cargas del domo representadas en la ilustración 22, deben ser contrarrestadas con un contrafuerte para evitar que se desmorone el domo.

Ilustración 29: Fuerzas dinámica en un domo en súper adobe.

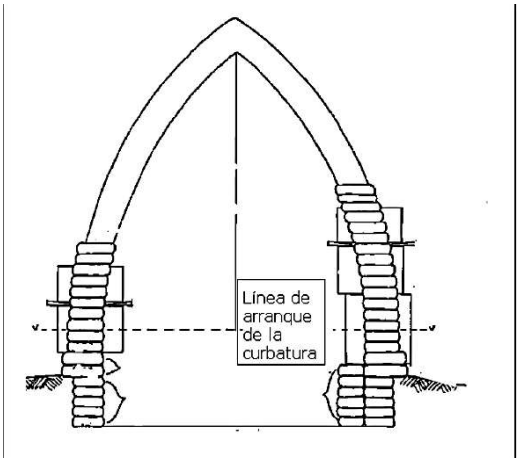


Fuente: (Ciutad, 2011)

Para reforzar la estructura en súper adobe según (Ciutad, 2011) se tienen 3 técnicas principales: enterrándolo hasta la línea de curvatura, colocar contrafuertes y construyendo Ábsides. El primero consiste en enterrar el domo hasta el nivel de la línea arranque más unos 50 cm extra donde inicia la curvatura del domo; el segundo hace referencia a método de poner como contrafuerte tiradas de saco unidas con alambre de espino y el ultimo es el manejo ábsides es la construcción de estructuras circulas apoyadas en el domo centrar que cumplen la función de refuerzo estructural.

Las ilustraciones 23, 24 y 25 exponen los tipos de contrafuertes explicados anteriormente en el orden en que fueron mencionados.

Ilustración 30: Contrafuerte técnica de enterrar el domo hasta la línea de arranque.



Fuente: (Ciutad, 2011)

Ilustración 31: Contrafuerte de unión de bloques con alambre de espino.



Fuente: (Ciutad, 2011)

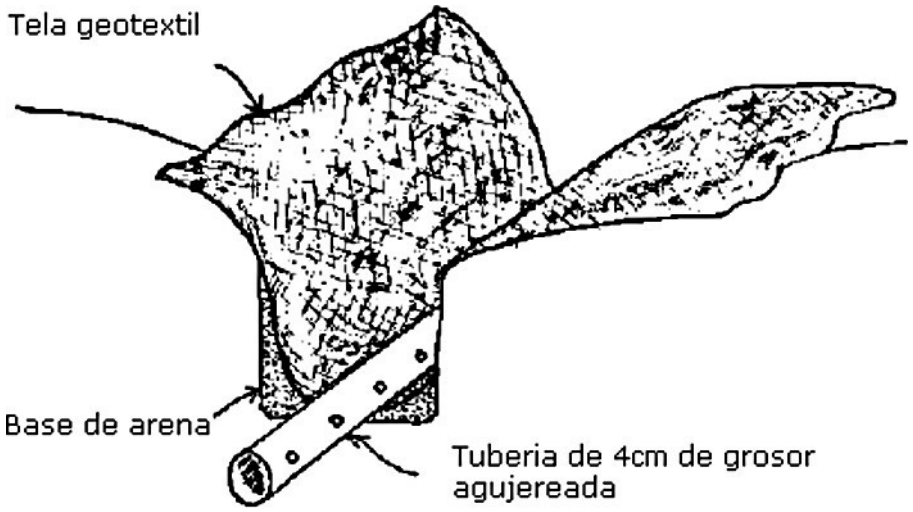
Ilustración 32: Utilización de ábsides como contrafuertes.



Fuente: (Ciutad, 2011)

La implementación de un sistema de drenaje en una construcción en súper adobe es un factor primordial para conservar la vida útil del material; por lo que se debe instalar un tubo poroso dentro la zanja de cimentación que recoja toda el agua lluvia que se filtra y la expulse lejos de la estructura para evitar condensaciones en la cimentación. En la ilustración 26, se evidencia un sistema de drenaje tradicional para estructuras en domo.

Ilustración 33: Sistema de drenaje de aguas lluvias.



Fuente: (Ciutad, 2011)

5.6 MARCO LEGAL

La Constitución Política Nacional establece que toda persona tiene derecho a una vivienda digna, lo cual permite entrever que no es necesario tener un amplio conocimiento de las leyes para identificar qué el gobierno está obligado a brindar programas de acuerdo a las capacidades de acceso de cada familia y que de una u otra forma el estado debe garantizar políticas públicas que permitan a toda la población la posibilidad de tener un lugar donde desarrollar su libre personalidad.

Sin embargo, lo que se conoce sobre políticas de interés social es mínimo en comparación con los esfuerzos del estado por brindar a la población el derecho a una vivienda digna (Higuera Espinosa, 2013). En la tabla 7, se ofrece un compendio de leyes y decretos que destacan el trabajo del estado para promover y garantizar este derecho fundamental.

Tabla 7: Resumen legislativo de vivienda en Colombia

Ley 25 de 1981	• En esta ley se establece la creación y regulación de la Superintendencia de Subsidio Familiar, definiendola como unidad administrativa especial y delegandole sus funciones y los entes a los cuales regirá.
Ley 21 de 1982	• En ella se define el término "subsidio familiar" como una prestación social a la que solo algunos pueden ser beneficiaros, limitando las caracteristicas y limitaciones para su otorgación por parte de los empleadores. Asi mismo, Define las generalidades de las cajas de compensación familiar, derechos y deberes de sus miembros en las juntas directivas.
Ley 31 de 1984	• Establece las modificaciones referentes a los requisitos y funciones que deben cumplir los miembros de las juntas directivas de las cajas de compensación familiar, delimitando su estructura funcional y la forma de tomar decisiones concernientes a la entrega de subsidios.

Ley 71 de 1988	• Se determinó que las cajas de compensación debían cobijar a los pensionados que solicitaran subsidios familiares, bajo los mismos parámetros de los empleados activos.
Decreto 341 de 1988	• Informa la manera en que todo usuario (empresa o persona natural) debe afiliarse a una caja de compensación,; y puede acceder a la documentación de las asambleas y demás reuniones que se organicen para definir sistemas de subsidios de bienestar economico o social.
Decreto 784 de 1989	• Estable las generalidades del las afiliaciones por régimen subsidiado y el método de identificación de posibles beneficiarios de la caja de compensación familiar; con el fin de determinar el otorgamiento de subsidios familiares.
Ley 49 de 1990	• Especifica la obligación que tienen todas las cajas de compensación familiar a formular e implementar proyectos de vivienda y planes de financiación para sus afiliados de acuerdo al número de empleados activos en las empresas y sus condiciones socioeconómicas.
Decreto 1531 de 1990	• Condiciona a las cajas de compensación a incluir en las juntas directivas representantes de los beneficiarios del subsidio familiar,con el objetivo de garantizar imparciabilidad en la participación y toma de decisiones en proyectos de beneficio colectivo. Así mismo, se especifican los métodos de elección y las funciones de los representantes.
Ley 03 de 1991	• En esta ley se contempla la creación del Sistema Nacional de Vivienda de interés social y el Instituto Nacional de Reforma Urbana (INURBE); los cuales están conformados por empresas públicas y privadas comprometidas con el desarrollo de esta actividad. El banco central hipotecario es integrado como subsistema del sistema nacional de vivienda de interés social.
Decreto 2150 de 1992	• Brinda la delimitación de funciones para cada una de las dependencias estatales que están relacionadas a la Superintendencia del subsidio familiar; de forma que su estructuración funcione en pro de la consolidación de mayor bienestar para la sociedad más vulnerable.
Ley 101 de 1993	• *"Se eliminan las Cajas de Crédito Agrario, industrial y Minero; Se da inicio a las Cajas de Compensación Familiar CAMPESINA, cuyo funcionamiento será supervisado por la superintendencia de subsidio familiar"*

Ley 115 de 1994	•Se establece y delimita la obligación que tienen todas las Cajas de Compensación Familiar a otorgarle a los afiliados beneficios de subsidios para invertir en programas de educación básica y media.
Ley 388 de 1997	•Brinda las caracteristicas y limitaciones para la localización de zonas aptas para el desarrollo de proyectos de vivienda de interés social. Teniendo en cuenta aspectos sociales, económicos y de división política.
Ley 617 de 2000	•En esta ley se define el término de la vivienda de interés prioritaria, como un apartado de vivienda de interés social para aquellas personas más vulnerables que necesitan este beneficio de carácter urgente.
Ley 633 de 2000	•Se define la conformación del fondo obligatorio para Vivienda de Interés Social (FOVIS), se dispone el manejo de los aportes a la entidad por parte de las cajas de compensación y se especifica los fondos para subsidios de estudio a hijos de afiliados.
Ley 708 de 2001	•Especifica las normas y requerimientos básicos para la asignación de los subsidios para la adquisición de unidades de vivienda de interés social.
Ley 789 de 2002	•Se definen los parametros para desarrolllar una propuesta para que los empleados puedan recibir el subsidio de vivienda en dinero de acuerdo a sus ingresos y horas laboradas. Asi mismo, se determina un régimen de inspección y vigilancia, transparencia para manejo de conflictos y liquidación de las cajas de compensación familiar.
Decreto 555 de 2003	•*Se crea el Fondo Nacional de vivienda y se delimitan sus objetivos, funciones, recursos, patrimonio, administración conformación directiva, manejo del patrimonio y disposición jurídica.*
Decreto 975 de 2004	•Menciona las campañas, aportes y proyectos desarrollados por el estado para la construcción de vivienda urbana por el fondo nacional de vivienda; junto a los principios y limitaciones que se tienen para la otorgación de los subsidios de vivienda.

Ley 920 de 2004	• Otorga el permiso para que las cajas de compensación familiar formulen y desarrollen proyectos para la realización de actividades financiera en servicio a sus empleados y afilados, sin obligación alguna.
Decreto 4429 de 2005	• Dicta las nuevas consideraciones de prioridad en la asignación de subsidios a la población vulnerable, estableciendo el orden entre personas víctimas de la violencia, familias con viviendas localizadas en zonas de alto riesgo o en zonas de conflicto armado.
Ley 1114 de 2006	• *Destinación de los subsidios de vivienda a nivel nacional para VIS rural y urbana. Define el ahorro voluntario en el fondo nacional del ahorro y reglamenta la participación e independencia del mismo por parte de las fuerzas militares.*
Decreto 2190 de 2009	• Brinda los parámetros de otorgación del subsidio de vivienda para zonas urbanas y la distribución de recursos a nivel departamental por parte del gobierno; asi como, los requerimientos mínimos que deben tener los beneficiarios para la asignación del mismo..
Decreto 2080 de 2010	• Estrcutura y delimita la manera de promover y asignar proyectos de vivienda de interés social por parte de las cajas de compensación familiar, de forma que cumplan las diferentes disposiciones de la ley.
Decreto 1160 de 2010	• Especifica las reglas de distribución a nivel departamental de los recursos del estado para el desarrollo de viviendas deinterés social y define los procedimientos y requisitos que deben tener los posibles beneficiarios para participar de las convocatorias a nivel municipal.
Ley 1537 de 2012	• Esta ley promueve y facilita el acceso a un subsidio de vivienda a las personas más vulnerables mediante campañas de identificación de poblaciones y lugares con problematicas sociales, economicas, ambientales o politicas.

Fuente: Elaboración propia, basada en información obtenida de (Higuera Espinosa, 2013)

Es importante para el País, si busca estar en la lista de países en vía de desarrollo y alcanzar dicha categoría, buscar políticas que impulsen el crecimiento de vivienda propia y que su propietario pueda cubrir las necesidades básicas familiares, ya que este es un factor importante para lograr esta meta, tal cual como lo describe Leonardo Higuera, quien especifica que los proyectos de vivienda de interés social, consisten en implementar programas, crear entidades financieras y de recaudo; que faciliten el desarrollo de viviendas, cuyas características principales son bajo costo, fácil acceso, calidad y habitabilidad.

Por otro lado, al realizar un seguimiento cronológico a la legislación colombiana de acuerdo a la Dra. Clemencia Escallón G:

> *"La vivienda en América Latina, sobre el buen propósito que se buscaba hace veinte años con el Sistema Nacional de Vivienda, no logró el efecto deseado; porque no se desarrollaron los mínimos niveles de coordinación, planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de las actividades de las entidades participantes para permitir racionalidad y eficiencia del desarrollo de la política de vivienda".*

Por lo tanto, en la actualidad se tiene políticas públicas poco fortalecidas que dejan inconclusas, a la deriva o juicio personal, la toma de decisiones gubernamentales periódicas con relación al desarrollo de proyectos de vivienda de interés social; lo que implica un reto para el gobierno presente y el futuro, en donde se genere el compromiso de obtener mayor desarrollo social con respecto a mayores oportunidades de acceso a subsidios de vivienda para poblaciones vulnerables.

6 DESARROLLO METODOLÓGICO

La presente investigación aplicada se realizó atendiendo el proceso descrito en tres cuadros metodológicos planteados para seguir una serie de actividades dependientes que llevarían a la consecución de cada uno de los objetivos específicos hasta lograr el objetivo general del proyecto, la consolidación de una propuesta de vivienda de interés social rural sostenible (VISRS) desde la adaptación del proyecto TIPO de vivienda de interés social rural (VISR) que promueve el

Inicialmente, uno de los hitos más importantes que permitieron el desarrollo del proyecto fue la consolidación de una matriz de 50 ítems en la que se sintetizó la revisión bibliográfica necesaria para lograr el objetivo N°1 cuyo resultado fue la identificación de los elementos técnicos de sostenibilidad requeridos para la formulación de una propuesta de vivienda de interés social rural sostenible.

Ilustración 34 Diagrama de proceso para la identificación de los elementos técnicos de sostenibilidad.



Fuente. Elaboración propia.

Tabla 8 Matriz inventario de la información.

N°	Tipo de documento	Título	Autor	Ciudad o país	Sinopsis	Aporte al proyecto de investigación
1	Libro- Editorial ISBN	The Cob Builders Handbook	Becky Bee Alex McMillan y Mitch Spiralstone	Nueva Zelanda	Este libro funciona como guía para el aprovechamiento de la técnica de construcción antigua denominada COB, que se basa en la utilización de arcilla, adobe, paja y cal; para realizar techos de viviendas artesanales. Expone las ventajas y desventajas económicas y ambientales que se obtienen con su aplicabilidad.(Site, 2006)	Requerimientos técnicos para la fabricación de techos sostenibles. Estudio del ciclo de vida de construcciones en COB y análisis costo beneficio de ésta técnica tradicional de construcción.
2	Libro- Editorial Fin del Siglo	Techos verdes: planificación, ejecución y consejos prácticos	Gernot Minke	Alemania	En este libro se presenta a detalle un proyecto de implementación de techos verdes, en donde se exponen los materiales y el ciclo de vida de este tipo se sistemas, junto a los costos requeridos para su desarrollo y la reducción de emisiones de CO2 a la atmósfera. (Minke, 2004)	Generalidades de techos verdes de leve o fuerte inclinación (empinados). Análisis costo/beneficio para la implementación de techos verdes en edificaciones con arquitectura sostenible. Análisis comparativo de costos entre el uso de techos verdes, tejas o ripias.
3	Trabajo de grado- Doctorado	Estabilización de morteros de barro para la protección de muros de tierra	Francisco Javier Castilla Pascual	Madrid	El documento se centra en la Identificación de edificaciones con revestimientos de barro que se han convertido en patrimonio arquitectónico tanto en España como en el extranjero. Analiza la evolución de los procesos de estabilización del barro y los embarrados utilizados en la	Análisis del impacto económico y ambiental para el desarrollo de viviendas sostenibles y de bajo costo. Técnicas de recubrimientos para la protección de muros en barro: lechadas de cal, revocos, pintura y calicastrado. Métodos de estabilización de morteros naturales o con resinas sintéticas.

					actualidad; así mismo, ofrece resultados de una serie de pruebas de laboratorio que permiten apreciar los diferentes comportamientos de los revestimientos al emplear estabilizantes sintéticos.(Castilla Pascual, 2004)	
4	Libro- Editorial Fin del Siglo	Manual de construcción en Tierra	GERNOT MINKE	Uruguay	Esta obra contiene un marco teórico robusto sobre la composición, características y uso de la tierra en técnicas de construcción; presenta la evolución de muchas propiedades del barro y los prejuicios generados en su utilización. De igual forma, describe técnicas de aprovechamiento de la tierra en conformidad con la normatividad anti sísmica y a la vanguardia de las edificaciones modernas que emplean otros materiales.(Minke, 2005)	Generalidades del barro y su aplicación en la construcción de muros, pisos, hornos, bóvedas y cúpulas. Aspectos técnicos de la tierra apisonada o tapial y la construcción de adobes y revoques de barro. Antecedentes del desarrollo de materiales como el Bahareque o Quincha y mejoras que se han implementados en construcciones contemporáneas.
5	Proyecto de Investigación	Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra	Gernot Minke	Alemania	En este trabajo se consolidan los aspectos técnicos sismoresistentes que se deben tener en cuenta para la construcción de edificaciones en tierra, analizando las propiedades del adobe o tapial en resistencia a sismos y métodos de reforzamiento de estos materiales de construcción.(Minke, 2001)	Técnicas y tipos de refuerzos, cimientos y sobre cimientos, para muros de bloques machihembrados, muros con costales rellenos de tierra, muros de bahareque o quincha, cubiertas, bóvedas, cúpulas, ventanas y puertas; con el fin de cumplir con la normatividad sismoresistente.

6	Módulo para la asignatura de Construcciones Agrícolas - Pregrado Ingeniería Agrícola	Fundamentos para el diseño de Biodigestores	Yeison Olaya Arboleda	Palmira	Investigación que considera el beneficio que se puede obtener a partir de la producción de energía por medio de biodigestores.(Wahid et al., 2017)	Fundamentos sobre la tecnología del biogás, la digestión anaeróbica, condiciones del proceso anaeróbico, biodigestores, productos obtenidos en los biodigestores: el biogás y el bioabono.
7	Proyecto de Investigación	Vivienda Sostenible	José García Serrano	No específica	En este trabajo se describe el desarrollo de un proyecto tecnológico de "vivienda sostenible", en el que se busca incluir un un sistema híbrido de generación de energía eléctrica de tipo: central eólica o solar fotovoltaica.(García Serrano, 2009)	Tecnologías para la captación de energía solar directa, distribución de la energía captada y acumulación energética. Planeación e implementación de paneles solares en viviendas sostenibles.
8	Artículo de Investigación	Anaerobic fermentative system based scheme for green energy sustainable houses	Chen-Yeon Chu, Shang-Yuan Chen, Chyi-How Lay, Jou-Hsien Wu, Ming-jen Cheng & Chiu-Yue Lin	Taiwan	El artículo de investigación presenta un esquema de sostenimiento de energía verde basado en la producción y almacenamiento de plantas verdes con el acompañamiento de descarga de aguas residuales producción de metano. (Chu et al., 2010)	Aspectos técnicos del funcionamiento y reutilización de aguas residuales, materiales y métodos del ahorro de energía y producción de casas autosustentables.
9	Proyecto Final de Maestría	Hacia una Vivienda de Interés Social Sostenible	Eduardo Montoya Reyes	Barcelona	Trabajo realizado en Tijuana México para definir los principios de una vivienda de interés social y sostenible, y así colaborar a la planeación de la demanda de 400 mil nuevas viviendas de interés social proyectadas para el año 2025. Para lograr el objetivo se desarrolló Backcasting, estudio de mercado y tecnologías.(Tijuana & Reyes, 2010)	Metodología de estudio social, aspectos técnicos de sostenibilidad y tabla de impactos.

10	Libro	Ecourbanismo: Ciudad, Medio ambiente y Sostenibilidad	Gabriel Leal Castillo	Bogotá D.C.	Expone los orígenes, características y aplicación de técnicas de sostenibilidad; así como, generalidades de los ecosistemas urbanos y las condiciones necesarias para su hábitat orientándolo a sistemas sostenibles.(Ediciones, n.d.)	Alternativas para crear sistemas urbanos sostenibles Compendio de normas colombianas que regulan el impacto ambiental y promueven el desarrollo de urbanizaciones sostenibles.
11	Proyecto de Investigación-Secretaría Distrital de Ambiente	Guía de techos verdes de Bogotá D.C.	Juan Antonio Nieto Escalante Juan Manuel Castañeda Vega	Bogotá D.C.	Este documento recopila definiciones, composición, clasificación, antecedentes y aplicaciones de los sistemas de techos verdes. Presentándolo como una alternativa para el desarrollo de construcciones amigables con el medio ambiente.(Nieto-escalante, 2011)	Aspectos técnicos de los sistemas de techos verdes. Análisis de los beneficios y desventajas económicas, sociales y ambientales, que tiene la implementación de techos verdes en edificaciones.
12	Proyecto de Grado. Ingeniería de Edificación	Vivienda Sostenible Vs Vivienda Tradicional	Daniel Bohigues Vallet	Valencia	Analizar los elementos de una vivienda cuya eficiencia energética se pueda mejorar.(Diulio et al., 2016)	Profundizar en la teoría de la arquitectura sostenible, teniendo en cuenta la implementación de los diferentes tipos de energías renovables, el uso de materiales amigables con el medio ambiente, bioconstrucciones, y demás actividades que permiten reducir la afectación al medio ambiente.
13	Artículo de Investigación	La vivienda de interés social en Colombia, principios y retos	Diego Echeverry Campos	Bogotá D.C.	El artículo presenta un estado del arte del cambio de las políticas de las viviendas, para los últimos veinte años. Además describe su institucionalidad, financiación y condiciones técnicas.(Frqvwux et al., 2011)	Línea de tiempo de las políticas de vivienda en Colombia y aspectos técnicos.

14	Trabajo de grado - Máster Oficial en Tecnología de la Arquitectura	ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN EN TIERRA: Estudio Comparativo de las Técnicas Contemporáneas en Tierra	Arch. Fabio Gatti Director Tesina: Arch. Jaume Avellaneda Diaz-Grande	Barcelona	Este trabajo recopila antecedentes históricos de edificaciones con tierra que han pasado a ser patrimonio arquitectónico en muchos lugares del mundo; y presenta un estado del arte en donde se puede observar la evolución de materiales y técnicas de construcción desde la época neoclásica hasta la contemporánea. (Gatti, 2012)	Análisis comparativo entre el manejo de la tierra cruda en la construcción, sus propiedades amigables con el medio ambiente y la salud del ser humano Vs materiales contemporáneos y técnicas modernas de construcción que han resultado ser tóxicos a la atmósfera y al ser humano.
15	Investigación - Universidad de San Carlos de Guatemala	Proyecto de Vivienda Sostenible	María Etelvina Ordoñez	Guatemala	Este proyecto se elaboró con el fin de presentar un prototipo de vivienda unifamiliar sostenible, el cual tendrá el fin de ayudar y aprovechar los recursos locales existentes tales como las hojas de palma, el coco, con el que podemos hacer diversos tipos de recubrimientos en muros, de una manera artesanal. (Escuintla, n.d.)	Diseño y construcción de viviendas con materiales renovables, arquitectura vernácula y bioclimática, arquitectura sostenible.
16	Artículo de Investigación	Modelo de cuantificación de las emisiones de CO2 producidas en edificación derivadas de los recursos materiales consumidos en su ejecución	M. P. Mercader, A. Ramírez de Arellano & M. Olivares	Sevilla	La investigación presenta un modelo de cuantificación de las emisiones de CO2, sustentada en la aplicación de diez proyectos de viviendas oficiales en Sevilla (España), para la medición por kg de material y por m2 construido.(Mercader et al., 2012)	Valores de kg por m2 de los materiales representativos del modelo constructivo habitual para el cálculo de las emisiones de CO2 de los materiales y posterior presupuesto.

17	Trabajo de grado - Máster de arquitectura, energía y medio ambiente.	Evaluación del comportamiento térmico de los domos de superadobe en climas fríos	Camila Andino Maldonado Tutor: Jaume Roset	Barcelona	Presenta las características técnicas de la construcción de edificaciones con sacos de tierra estabilizada y superadobe, estudios de viabilidad económicos, ambientales y sociales para regiones de clima frío. Características de la arquitectura de domos de superadobe vs la arquitectura de edificaciones convencionales.(Andino, 2014)	Estudio del comportamiento térmico de viviendas de autoconstrucción sustentables en climas fríos; en donde se obtuvo como resultados que el superadobe es una opción viable económicamente y ambientalmente.
18	Proyecto de Investigación	Diseño de una vivienda domótica autosustentable para el área rural en piso térmico frío	Ortiz Melendez Estefani Julieth & Velanda Prieto Maria Alejandra	Bogotá D.C.	El proyecto expone y soluciona la necesidad de diseñar una vivienda autosustentable para el área rural, utilizando la herramienta MCS (Modelo de construcción de soluciones) para un sistema domótico que pueda ser manipulado desde un dispositivo tecnológico; por ejemplo una app móvil para la manipulación de los electrodomésticos del hogar.(Ortiz Meléndez & Velandia Prieto, 2014)	Aspectos técnicos y análisis de la utilización de estructuras domóticas en viviendas autosostenibles, para el ahorro de energía, contribución positiva al cambio climático y disminución de costos.
19	Trabajo especial de grado- Pregrado Arquitectura	Posada Ecoturística en la población de calderas: Municipio Bolívar del estado Barinas	Yuri del Valle Peña González Tutor: Manuel Enrique Ortiz Mora	Venezuela	En este documento se resalta la importancia de la arquitectura sostenible y la bioconstrucción, en la reducción de emisiones de CO2; mencionando las edificaciones en tierra y el uso de energías renovables como alternativas ecológicas y	Requerimientos técnicos para la implementación de energías renovables en el suministro energético de viviendas sostenibles. Métodos de aprovechamiento de las aguas servidas y aguas lluvias. Definición de aspectos técnicos para el desarrollo de construcciones en tierra.

					sustentables. (Gil Pacheco, 2003)	
20	Trabajo de Grado para optar al Título de Ingeniero Civil	Diseño de un prototipo de viviendas sostenibles en madera para la región de La Mojana	Juan Sebastián Lemus Sánchez Yaider Stevens Romero Ruiz	Bogotá D.C	Esta investigación propone un diseño sostenible de vivienda con diferentes tipos de madera, que garanticen resistencia, estabilidad y durabilidad. Zona para poder generar un diseño sostenible y que pueda ser fácil de emplear por las personas menos favorecidas de esta región.(Pousette et al., 2014)	Tipos de Madera para construcción de vivienda sostenible, determinación del material óptimo desde el punto de vista estructural, ambiental y estético para la construcción.
21	Trabajo de grado - Título en Ingeniería de la Construcción	Estudio estructural de domos realizados con la técnica de falsa cúpula y superadobe.	Samuel Canadell Ruiz	Barcelona	Este estudio se enfoca en el uso de diferentes estructuras como solución constructiva sustentable y amigable con el medio ambiente para viviendas.(Canadell Ruiz, 2014)	Estudio del comportamiento de cúpulas con distintas curvaturas en altura, así como de otras técnicas de construcción con tierra como las casas de adobes (ladrillos de barro secados al sol), BTC bloques de tierra compactada), tapial (vertido del barro en moldes con la forma de la pared) y otra técnica adicional, El Earthbag.
22	Literatura	Materiales básicos para la construcción de Earthbag	Santiago Candell	Colombia	Construcción de Earthbags, cimientos, paredes y techos abovedados, con los que se puede constituir una vivienda media y amigable con el medio ambiente.(*No Title*, n.d.)	Méritos de la construcción Earthbag, materiales para la construcción, cimientos y características estructurales para viviendas amigables con el medio ambiente.
23	Trabajo Final de Grado en Arquitectura Técnica	La vivienda sostenible	Beatriz Santa Cruz Hellín	Valencia / España	Buscar soluciones a aspectos tales como el cambio climático, la destrucción de la capa de ozono o la escasez de energía no renovable, desde el sector de la construcción,	Vivienda sostenible, materiales sostenibles y sistemas constructivos seleccionados, energías renovables en viviendas.

					mediante el empleo de materiales reciclados y renovables y el uso e integración de las energías renovables en las edificaciones.(Sostenible, 2014)	
24	Artículo de investigación-Participación en la versión 15ª del SIACOT	Investigación teórico-práctica sobre la cultura constructiva regional en las terminaciones de muros de tierra cruda en dos climas de Argentina.	Giulia Scialpi; Natacha Hugón y Rodolfo Rotondaro	Buenos Aires	El objetivo principal de este proyecto es comparar los saberes empíricos de auto-constructores y profesionales en construcción, con respecto al manejo y aprovechamiento de revoques, busca rescatar técnicas y materiales tradicionales que han sido provechosos en construcciones de la región con relación a la situación climática-geográfica y al entorno local; pero suelen ser desconocidos por los profesionales de otras regiones, quienes se ven obligados a utilizar materiales industriales o importados que resultan más costosos.(Scialpi & Rotondaro, 2013)	Recopilación de conocimiento empírico sobre el manejo de “muros de tierra cruda, revoques finos con tierras arcillosas y arcillo-arenosas”, en construcciones modernas.
25	Proyecto de Investigación	Vivienda bioclimática sustentable en regiones de clima cálido árido: implicaciones ambientales, económicas y sociales	Dr. Yasuhiro Matsumoto Kuwabara & Dr. Miguem Ángel Porta Gándara	México D.F	El trabajo de investigación delimita tres mejoras que se le podrían realizar a las viviendas mexicanas de clima árido, con el fin apoyar la sustentabilidad del medio ambiente sin afectar la estructura e impactar positivamente el sector económico y ambiental.(Nayelly & Martínez, 2015)	Análisis de los beneficios económicos al utilizar herramientas autosustentables en las viviendas de climas áridos para zonas rurales vulnerables

26	Artículo de Investigación - Universidad de San Martin de Porres	ECO-DOMO. Una propuesta para protegerse de las heladas en las comunidades rurales.	YANN BARNET & FAOUZI JABRANE	Lima	Implementar la técnica constructiva "superadobe" para edificar viviendas de mejor calidad a un costo menor.(Barnet et al., 2015)	Evaluación de la resistencia de la construcción utilizando sacos de polipropileno anti-UV locales rellenados con tierra sin aditivos, optimizarlo y replicarlo (Superadobe), comparar la eficiencia de aislamiento térmico de la propuesta con las tipologías actuales, evaluar el diseño del "eco-domo" en términos de habitabilidad y construcción.
27	Trabajo de grado-Doctorado	La piel de la arquitectura de tierra: sustancias naturales al servicio de la restauración de superficies del patrimonio vernáculo edificado	Isolina Díaz Ramos Tutor: Dr. Francisco Ortega Andrade	Gran Canaria	Esta tesis doctoral presenta los antecedentes históricos de la implementación de biopolímeros que mejoran los morteros de acabado realizados en barro y especifica los aspectos positivos y negativos que tienen las edificaciones construidas con este material de construcción modificado.(*27. La piel de la arquitectura de tierra.pdf*, n.d.)	Descripción de las propiedades físico-mecánicas de materiales locales de construcción (vernáculos) como el barro y la paja. Técnicas de fabricación de adobe, superadobe y tapial para la construcción de edificaciones sostenibles.
28	Artículo de Investigación	An Energy Efficient Building System Using Natural Resources--Superadobe System Research	Ziling Zhaoa, Qi Lub & Xinbo Jiangc	China	El artículo de investigación expone un sistema de construcción eficiente realizado con superadobe, un material económico, eficiente en el tiempo, uso de energía y ecológico. El documento presenta los métodos, materiales, ventajas y desventajas para construir con este material.(Zhao et al., 2015)	Soporte del superadobe como material para la construcción de viviendas atosostenibles amigables al medo ambiente, ventajas y desventajas del superadobe y métodos de mezclas del material.

29	Acuerdo	Convención Marco sobre el Cambio Climático	Naciones Unidas	Paris / Francia	Hacer consciencia de que el cambio climático representa una amenaza y con efectos potencialmente irreversibles para las sociedades humanas y el planeta por lo tanto, exige la cooperación más amplia posible de todos los países y su participación en una respuesta internacional efectiva y apropiada, con miras a acelerar la reducción de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.(París & Presidente, 2015)	Aspectos legales de la protección del medio ambiente a nivel mundial, métodos de mitigación ambiental, características de la tecnología y financiación de la disminución del cambio climático
30	Trabajo de grado - Máster Arquitectura Energía y Medio Ambiente	ARQUITECTURA DE TIERRA: Caracterización de los tipos edificatorios	Beatriz Yuste Director: Gabriel Barbeta	Cataluña	En esta obra se resalta la importancia del material de construcción más común, LA TIERRA; el cual posee atributos destacados como: "excelente comportamiento térmico y acústico, bajo coste económico, ahorro energético, ausencia de contaminación, reutilización indefinida y disponibilidad en abundancia". Así mismo, se da a conocer un borrador normativo de edificación de Tierra Cruda con AENOR, que busca formalizar las normas UNE de adobe y tapial. (Yuste, 2009)	Datos e información técnica y tecnológica para la construcción de edificaciones en tierra, teniendo en cuenta la normatividad para su emplazamiento, las repercusiones climáticas y sísmicas, los beneficios al medio ambiente y la recuperación del patrimonio arquitectónico.

31	Artículo de investigación	Comprehensive design method for Earthbag and superadobe structures	Samuel Canadella; Ana Blanco; Sergio H.y P. Cavalaro	Barcelona	En este artículo se expone un proyecto de vivienda social sostenible, en el que se construyeron casas, refugios y ecoaldeas en sacos de tierra y superadobe; por lo que, se presentan todos los aspectos técnicos requeridos para la fabricación de estos materiales de construcción y se evalúa la seguridad y confort de estas estructuras de acuerdos a variables climáticas, geográficas y sísmicas.(Canadell et al., 2016)	Propuesta de un método de diseño racional y simple para la fabricación de muros y cúpulas con sacos de tierra y superadobe. Resultados de un modelo de simulación para medir la resistencia del superadobe frente a sismos.
32	Artículo científico	LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE APLICADA A LAS VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN COLOMBIA	Juan David Bautista Gordillo & Nelson Fabián Loaiza Elizalde	Bogotá D.C.	El artículo científico expone los métodos de construcción sostenible en Colombia, la tecnología que actualmente se utiliza para realizar viviendas autosostenibles y los aspectos técnicos para la construcción de las mismas. (Econ et al., 2017)	Estado del arte del proyecto, aspectos técnicos de la tecnología y métodos de la construcción sostenible en Colombia
33	Trabajo de Grado-Pregrado en Ingeniería Civil	Sistema Alternativo de Recolección y Aprovechamiento de Agua Lluvia, para una Vivienda de Interés Social en el Barrio La Victoria de la Localidad De San Cristóbal	Alejandro Benavides Alfonso Diego Fernando Arevalo	Bogotá D.C	El propósito de este trabajo es diseñar un sistema alternativo de recolección y aprovechamiento de agua lluvia, de fácil implementación y mantenimiento para una vivienda de interés social, con el fin de suplir las necesidades esenciales en sanitarios y aseo doméstico.(DIRSECIU, 2017)	Metodología CEPIS para la captación del agua de lluvia con fines domésticos, método SCAPT (sistema de captación de agua pluvial en techos), describe por medio de estos métodos como obtener el recurso hídrico con menor contaminación y solventando los gastos en el consumo de agua, por medio de una vivienda digna y auto sostenible.

34	Artículo de Investigación	Analysis of reduction of energy demands for Zero Emission Renovated Office Building by using thermal mass and ventilated cooling	Maria Justo Alonso & Hans Martin Mathisen	Noruega	El artículo presenta el estudio de un edificio en Noruega, el cual, fue modificado para realizar una estructura de cero emisiones. Después de un año de monitorear el cambio; se concluyó que las emisiones disminuyeron notablemente pero no a cero, ya que, la masa estructural sigue teniendo memoria, es decir, arrojando emisiones. (Justo et al., 2017)	Métodos de cuantificación de emisiones de CO2.
35	Tesis doctoral en Arquitectura - Universidad Politécnica de Madrid	Chozos y Casetas. Del barro a la piedra en la Arquitectura rural.	Oscar Abril Revuelta	Madrid	La presente tesis desarrolla una investigación dentro del marco de la arquitectura popular, mediante la construcción de chozos o casetas, utilizando materiales autóctonos, barro y piedra.(*Universidad politécnica de madrid*, 2017)	Entender y aplicar los diferentes procesos para la construcción de viviendas utilizando materiales como piedra y barro; así como, utilizar las construcciones mixturadas o híbridas; e identificar los valores patrimoniales que elevan estas edificaciones a obras de arte, como primer paso para su uso y protección.
36	Artículo de Investigación	A review on house design with energy saving system in the UK	Y. Xiea, M.S. Gilmourb, Y. Yuanc, H. Jind & H. Wue.	Reino Unido	El artículo de investigación expone un estudio realizado en Reino Unido con el fin de buscar soluciones para disminuir las emisiones de CO2 para el 2050. El documento presenta una revisión del estado del arte de la tecnología actual como, energía solar, bombas de calor, materiales de cambio de fase (PCM), entre otras. Además, muestra los aspectos financieros y medioambientales, ya que, estos son los dos aspectos	Estado del arte de las tecnologías de ahorro de energía actual, ventajas y desventajas de los aspectos financieros y medioambientales que produce la utilización de estas tecnologías.

					clave para la evaluación del proyecto.(Xie et al., 2017)	
37	Revista Ingenierías Universidad de Medellín	La vivienda sostenible, desde un enfoque teórico y de política pública en Colombia	Diana Elizabeth Valencia	Medellín	Proponer lineamientos para el diseño de prototipos de vivienda de interés social (VIS) sostenible, a partir de la aplicación de la matriz línea base.(Valencia, 2018)	Propuesta de lineamientos para el diseño arquitectónico y construcción de un prototipo VIS, que incluya en su diseño criterios de sostenibilidad, generar una matriz por cuatro ejes temáticos: selección del sitio o emplazamiento, uso racional del agua, materiales y habitabilidad.
38	Documento Informativo	Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2018 - 2022	Gobierno de Colombia	Colombia	Es la hoja de ruta que establece los objetivos de gobierno para realizar dentro del cuatrienio de 2018-2022, fijando tres pactos que contienen programas, inversiones y metas.(Desarrollo et al., 2018)	Estadísticas de la población rural sin vivienda, lineamientos del proyecto con el pacto de la equidad y objetivos del gobierno para la presentación del presente proyecto
39	Proyecto de ley	Proyecto de Ley Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo “Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad"	Congreso de Colombia	Colombia	Este proyecto de ley, tiene como objetivo sentar las bases de legalidad, emprendimiento y equidad que permitan lograr la igualdad de oportunidades para todos los colombianos.(Objetivos et al., 2018)	Pacto por la sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo. Pacto por los recursos minero-energéticos para el crecimiento sostenible y la expansión de oportunidades.
40	Trabajo de grado Magíster en Ingeniería - Pontificia Universidad Javeriana	Estrategias para reducir el impacto ambiental en pequeños generadores de residuos de construcción y demolición.	Angélica María Gómez Arteaga	Santiago de Cali	El objetivo de este trabajo es abordar la problemática de la generación de emisiones de gas carbónico que representan las construcciones menores a 2000 m2 y estudiar estrategias para reducir este impacto ambiental.(*No Title*, n.d.)	Propuestas ecológicas que reduzcan la generación de GEI, cálculo de la huella de carbono de diferentes materiales, factor de conversión para obtener kg/CO2 para analizar los materiales de construcción de viviendas.

41	Tesis de grado - Universidad de Guadalajara - Título en Arquitectura	Sustentabilidad en la Vivienda de Interés Social	Dulce Esmeralda García Ruiz Fernando Córdova Canela Tomás Antonio Moreira	Guadalajara	Comprender la sustentabilidad en la vivienda de interés social e identificar los beneficios e impactos en los nuevos sistemas de planeación.(Esmeralda et al., n.d.)	Se cuestionan los problemas de contaminación, desigualdad, altas demandas poblacionales, déficit de vivienda y problemáticas urbanas de la sociedad, con el fin de estudiarlas para ser un instrumento de apoyo para lograr la verdadera sustentabilidad a través de un enfoque multifacético y polidimensional.
42	Trabajo de Gado-Esp.Fundamentos de la Arquitectura	Uso del bambú en la arquitectura contemporánea	Paula Soler Soler	Valencia	Este trabajo presenta al bambú, como un material natural que ofrece gran variabilidad de aplicaciones en la construcción de viviendas sostenibles ambiental, económica y socialmente. Por lo que, recopila información específica de sus propiedades físico- mecánicas, antecedentes de su aplicación y propuestas de mejora para su máximo aprovechamiento en la arquitectura contemporánea.(Soler, 2017)	Análisis de la competitividad del bambú frente a materiales de construcción tradicionales, debido a sus propiedades de alta resistencia al impacto y disminución de las emisiones de CO2.
43	Trabajo de Grado-Pregrado en Arquitectura	Construcción con tierra: Reinterpretación de una tradición	RAQUEL CATALÁN DIEZ Tutor: Alberto Ballarín Iribarren	Madrid	Este documento presenta la evolución y los factores determinantes de la construcción en tierra, junto a información de técnicas tradicionales como la tapia, el adobe y el COB, que ha dado paso a innovaciones que buscan desarrollar arquitectura sostenible y saludable. (Catalán, 2017)	Técnicas de aprovechamiento de materiales como el superadobe, paneles de tierra prefabricados, sirewall y tapialblock; los cuales gracias a sus propiedades térmicas e higrotérmicas permiten el ahorro energético en viviendas bioclimáticas.

44	Proyecto académico - INSTITUTO TECNÓLOGICO SUPERIOR DE PÁTZCUARO	MANUAL DE CONSTRUCCIÓN (Bio-Construcción: a base de costales de tierra y pacas de paja)	BIOL. LETICIA OSEGUERA FIGUEROA	Michoacán	Este documento describe un proyecto de vivienda sostenible, en el que se emplearon materiales antiguos de construcción como "costales rellenos de tierra, bejucos, carrizos, arcillas, piedras y adobes o pacas de paja"; y expone al detalle las técnicas de construcción, actividades y costos que permitieron obtener el resultado final.(*Manual de construcción*, n.d.)	Análisis del impacto económico y ambiental ocasionado por el uso de materiales de construcción como el cemento, los tabiques y la varilla, entre otros; los cuales representan costos elevados en el mercado y desechos no biodegradables luego de culminada su vida útil.
45	Libro- Editorial Fin del Siglo	Manual de construcción con Fardos de Paja	Gernot Minke Friedemann Mahlke	No específica	Este trabajo recopila aspectos técnicos, antecedentes, aplicaciones de los fardos o las placas de paja, como material de construcción de techos, pisos y muros. Tratamientos para mejorar las propiedades de la paja y métodos de protección con revoques interiores y exteriores.(*Construcción-Con-Paja-G-Minke.Pdf*, n.d.)	Requerimientos técnicos para la fabricación de fardos y placas de paja, que son empleados en la construcción de viviendas sostenibles. Modelos de estructuras en paja de techos, muros, ventanas y pisos.
46	Artículo de Investigación	Diseño y Cálculo de una Vivienda Bioclimática Energéticamente Autosustentable	Ing. Andriotti Exequiel Gonzalo & Ing. González Emanuel	No específica	El artículo presenta las bases fundamentales para realizar una vivienda bioclimática energéticamente autosustentable, como lo son, la arquitectura bioclimática, el sistema eléctrico y su función de aerogenerador.(Andriotti et al., n.d.)	Aspectos técnicos de la arquitectura bioclimática aplicada a viviendas autosustentables y recomendaciones para determinar la ubicación sobre el terreno, orientación, adaptación a la temperatura, efecto invernadero, soleamiento y protección solar.

47	Artículo de investigación	Estructura sismo resistente en las estructuras de Superadobe.	RecuperandoMX917	No específica	Estudios realizados a construcciones de Superadobe.(Lunares & Espaciales, 1991)	Pruebas de resistencia en la estructura de domos de Superadobe, y su proceso constructivo. (No existen puntos de quiebre, cargas distribuidas, estructura resistente a sismos)
48	Proyecto de investigación	Calentadores solares: Energía renovable en tu hogar	Dr. José María Vertiz	México D. F.	El documento presenta las características físicas, informáticas y funcionales de los calentadores a base de energía solar, así mismo, hace una comparación de diferentes equipos presentando sus ventajas y desventajas con respecto a la economía, medio ambiente, estructura, durabilidad, entre otros.(Clim, n.d.)	Aspectos técnicos de los calentadores a base de energía solar, ventajas y desventajas de los equipos, propiedades termoquímicas, capacidad de los termotanques y diferencias entre los calentadores solares a base de agua, calentadores planos, entre otros
49	Publicación Departamento Nacional de Planeación	PROYECTO ESTÁNDAR: CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL RURAL	Departamento Nacional de Planeación	Bogotá Colombia	En este documento se presenta el proyecto estándar para la CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL RURAL, el cual consiste en la provisión adecuada de vivienda digna para la zona rural.(Nacional et al., 2015)	Identificación de los procesos constructivos y materiales utilizados en el proyecto TIPO o ESTÁNDAR de la vivienda de interés social rural promovido por el Baco Agrario y el Departamento Nacional de Planeación de Colombia.
50	Artículo de revista	Premio Corona Pro-Hábitat, Convocatoria profesional 2018 - Vivienda social sostenible para Sincelejo	CORONA	Colombia	El Premio Corona Pro-Hábitat ha sido un gestor de conocimiento al servicio del país. Sus principales actividades son las convocatorias profesionales y estudiantiles que se desarrollan en forma alterna para premiar los trabajos más destacados en vivienda social y su entorno.(*Vivienda social*	Reconocimiento de propuestas de vivienda con la implementación de técnicas sostenibles y amigables con el medio social y ambiental, el diseño bioclimático, el urbanismo sostenible, el reciclaje y las nuevas tecnologías constructivas, entre otros.

					sostenible para Sincelejo Vivienda social urbana con desarrollo progresivo, 2018)	

Fuente: Elaboración propia.

6.1 RECONOCIMIENTO DE LOS ASPECTOS TÉCNICOS A MODIFICAR EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

6.1.1 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO TIPO VISR

La vivienda de interés social rural estándar se desarrolla en el Título 3 de la Norma Sismo Resistente NSR10, el sistema estructural empleado es mampostería confinada y muros no estructurales, el sistema de disposición de aguas residuales escogido corresponde a un pozo séptico y pozo de infiltración cumpliendo con las disposiciones indicadas en el Título J de la RAS 2000.

6.1.1.1 CIMENTACIÓN:

"Consta de un sistema reticular de vigas que aseguran la transmisión de carga de la superestructura al suelo de forma integral, existiendo una viga para cada uno de los muros estructurales, la intersección de los elementos es monolítica y los refuerzos se anclan con ganchos estándar a 90° en la cara exterior del elemento transversal terminal.

6.1.1.1.1 Estructuración de los cimientos***:***

Las vigas de cimentación propuesta por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural como base a la tipología elaborada por el Banco Agrario cumplen con las especificaciones mínimas exigidas por el reglamento, ya que establecen las siguientes características para estos elementos estructurales.[11]

- *Ancho mínimo:* *b=250mm*

[11] Es importante resaltar que para estos elementos estructurales se cumplen con las especificaciones exigidas por el reglamento NSR-10 a través de su Tabla E.2.2-1.

- *Altura mínima:* *h=200mm*
- *Acero Longitudinal Superior:* *As(+)=2#3*
- *Acero Longitudinal Inferior:* *As(-)=2#3*
- *Acero Transversal (Estribos):* *E#2 cada 0.20m*
- *Acero de anclaje de muros:* *#3*

Es importante resaltar que para el PROYECTO TIPO no se establecieron ningún tipo de cimiento excéntrico debido a medianeras o juntas sísmicas ni cimientos sobre terrenos inclinados.

6.1.1.1.2 Sobrecimientos***:***

El nivel de las vigas de cimentación propuesta por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural como base a la tipología elaborada por el Banco Agrario cumplen con las especificaciones mínimas exigidas por el reglamento, ya que se establecen a una profundidad de desplante mínima de 500mm por debajo del nivel acabado del primer piso, disponiendo de un sobrecimiento que sobresale más de 80mm alcanzando los 150mm.

Es importante resaltar que para el PROYECTO TIPO no se establecieron ningún tipo de adecuación de los sobrecimientos debidos a pendientes mayores al 5% o profundidades del estrato portante mayores a los 700mm, condición que debe ser revisada dentro del condicionamiento geotécnico.

6.1.1.1.3 Losa de contrapiso

Este elemento estructural debe aislarse lateralmente del sobrecimiento y viga de cimentación evitando que esta trabaje en conjunto con todo el sistema de apoyo superficial de la vivienda de interés social rural.

6.1.1.1.4 Instalaciones Hidrosanitarias

Las instalaciones hidrosanitarias deben colocarse por encima de las vigas de cimentación al nivel del sobrecimiento, de localizarse por debajo de las vigas de cimentación debe disponerse una altura libre mayor a los 100mm, pero en ningún caso pueden empotrarse en las vigas de cimentación. Siempre se debe rellenar con concreto pobre la intersección entre el sistema de cimentación y la zanja de instalación de la red hidrosanitaria.

6.1.1.1.5 Apoyo muros divisorios

Bajo la configuración propuesta por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural como base a la tipología elaborada por el Banco Agrario se determinó que el sistema de cimentación para los muros divisorios y elementos no estructurales cumple con las características exigidas por el reglamento en su numeral E.2.4.2, es decir, un sistema de vigas que aseguran la transmisión de carga al suelo de forma integral.

6.1.1.2 MAMPOSTERÍA CONFINADA

Dentro del sistema estructural de la casa de vivienda de interés social rural se establecieron muros confinados de dos tipos, estructurales y no estructurales cumpliendo con las características establecidas por el reglamento a través de su numeral E.3.1, debidamente amarrados y sin que ninguno de ellos tenga ningún tipo

de pérdida de sección por interferencias con elementos ajenos a la estructura y que equivalgan al 50% de su sección.

Ilustración 35 Distribución de Muros confinados.

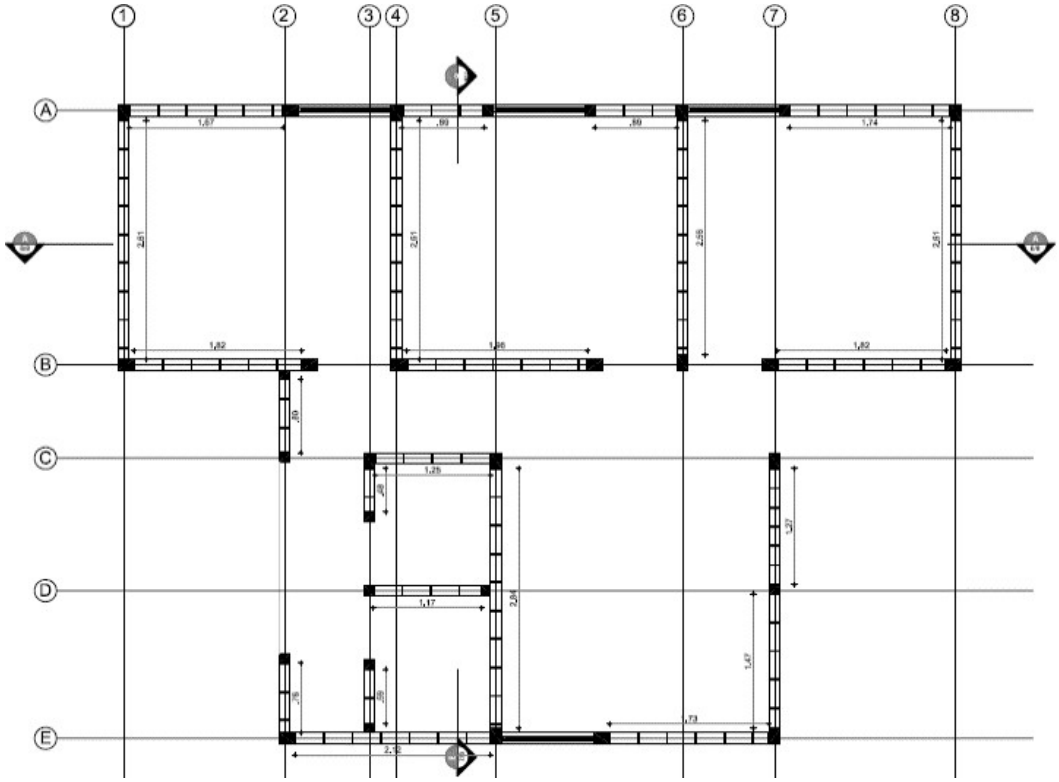
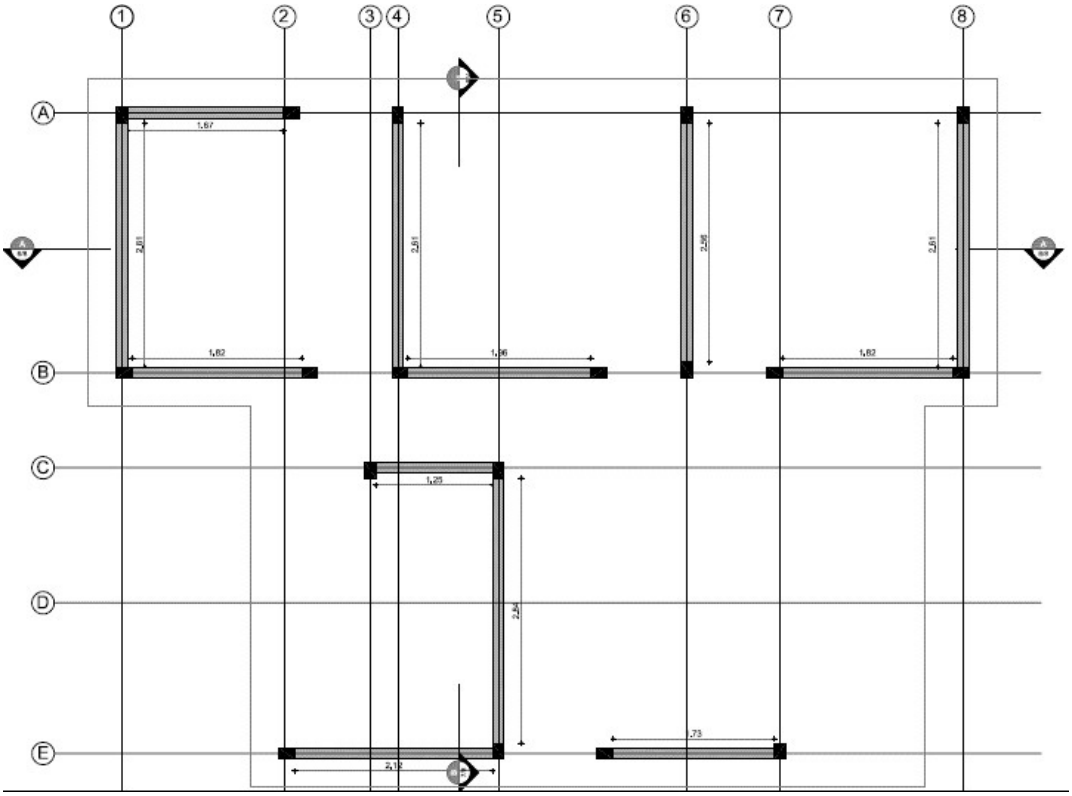


Ilustración 36 Distribución de Muros Estructurales.



Es importante resaltar que, para estos elementos estructurales que componen puntualmente los muros de mampostería (unidades y morteros de pega) cumplen las especificaciones exigidas por el reglamento NSR-10 por medio de sus capítulos E.3.2 y E.3.3.

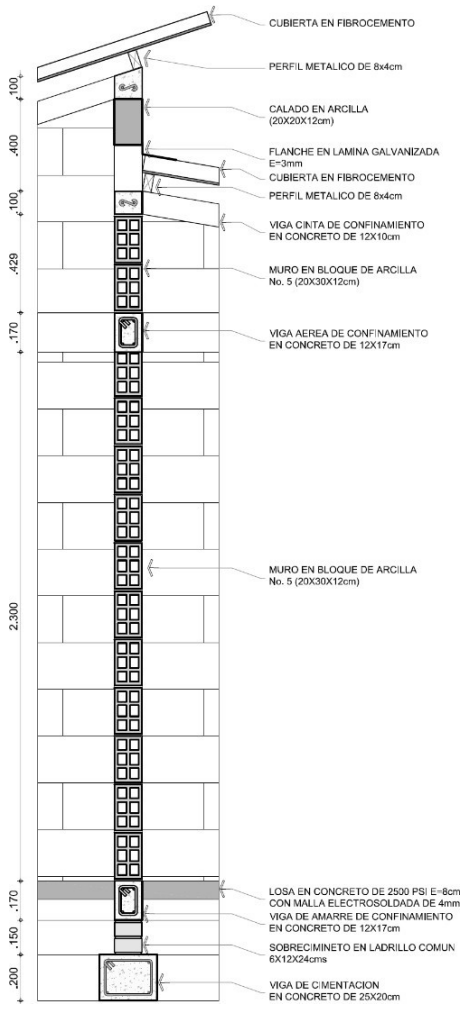
6.1.1.2.1 Aberturas en los muros

Validando los muros estructurales propuestos se verificó que ninguno de ellos contiene ningún tipo de abertura, lo que genera la no necesidad de corroborar distancias mínimas de aberturas, disposiciones esquineras de las mismas, refuerzos adicionales o áreas mayores al 35% del elemento estructural.

6.1.1.2.2 Espesor de muros

Para validar el espesor de los muros estructurales de la vivienda de interés social rural se deben corroborar tres aspectos fundamentales, el espesor debido a la altura libre, debido a la longitud libre y debido al espesor mínimo exigido por el NSR-10 para muros confinados.

Ilustración 37 Desarrollo Muros Estructurales.



– Altura libre del muro[12]: $H_{Libre} = 2.30m$

[12] Debido a que la edificación cuenta con un plano inclinado no se tomó la altura libre promedio entre vanos como lo recomienda el NSR-10, ya que debido a la existencia de una viga aérea de confinamiento a los 2.30m que garantiza el amarre de los muros se evalúa el espesor bajo este requerimiento.

- Espesor de muro: $e_{Muro} = 0.12m > \frac{2.30m}{25} = 0.092m$
- Longitud libre del muro[13]: $L_{Libre} = 2.84m$
- Espesor de muro: $e_{Muro} = 0.12m > \frac{2.84m}{35} = 0.081m$
- Espesor de muro mínimo[14]: $e_{Muro} = 0.12m > 0.11m$

6.1.1.2.3 Longitud de muros confinados

Para validar la capacidad estructural de la vivienda de interés social rural se deben corroborar las longitudes mínimas en cada una de las direcciones principales de la edificación, la correcta simetría cerca de la periferia de la edificación y una distribución uniforme de los muros en las dos direcciones principales, siendo estos elementos definidos como muros de carga a como elementos transversales de rigidez.

Requerimiento debido a longitud mínima:

- *Longitud mínima (m):* $L_{min} = \frac{M_o \times A_p}{t} = \frac{33 \times 36.52}{120} = 10.04m$
- *Coeficiente Modificación de Longitud[15]:* $M_o = 33.0$
- *Espesor efectivo de muros estructural (mm):* $t = 120\,mm$
- *Área edificación (m²)[16]:* $A_p = A \cdot \frac{2}{3} = 54.78\ m^2 \cdot \frac{2}{3} = 36.52\ m^2$
- *Longitud sentido longitudinal (m):* $L_x = 12.37m > 10.04m$
- *Longitud sentido transversal (m):* $L_y = 13.23m > 10.04m$

Requerimiento debido a simetría de los muros:

[13] Longitud libre máxima de muro estructural entre elementos de confinamiento.
[14] Espesor mínimo del muro según los requerimientos de la tabla E.3.5-1 del NSR-10 para viviendas de un piso en una zona de amenaza sísmica alta.
[15] Coeficiente obtenido de la Tabla E.3.6-1 del NSR-10 para zonas de amenaza sísmica alta y máxima aceleración horizontal pico efectiva de diseño Aa=0.40.
[16] El área de la edificación debe ir multiplicada por un factor de 2/3 por tratarse de una edificación de un solo piso y con una cubierta liviana.

Los muros deben estar distribuidos de manera aproximadamente simétrica cumpliendo la siguiente relación:

$$\left|\frac{\frac{\sum(L_{mi}\cdot b)}{\sum L_{mi}} - \frac{B}{2}}{B}\right| \leq 0.15$$

- *Sentido Longitudinal:* $\left|\frac{\frac{\sum(L_{mi}\cdot b)}{\sum L_{mi}} - \frac{B}{2}}{B}\right| = 0.038 \leq 0.15$
- *Sentido Transversal:* $\left|\frac{\frac{\sum(L_{mi}\cdot b)}{\sum L_{mi}} - \frac{B}{2}}{B}\right| = 0.025 \leq 0.15$

En donde,

L_{min}	*Longitud de cada muro en la dirección i (m),*
b	*Distancia perpendicular desde cada muro en la dirección i, hasta un extremo del rectángulo menor que contiene el área de la cubierta (m).*
B	*Longitud del lado perpendicular a la dirección i, del rectángulo menor que contiene el área de la cubierta (m).*

Debido a que esta disposición de muros de la vivienda de interés social rural cumple con las condiciones mínimas de los muros y la relación de simetría en los dos sentidos de sus elementos estructurales principales, no hay necesidad de realizar una verificación de la resistencia de los muros según el numeral E.3.6.7 del reglamento, ni de realizar una verificación de la simetría de los muros en planta según el numeral E.3.6.8 del NSR-10.

6.1.1.3 ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO MAMPOSTERÍA CONFINADA

Dentro del sistema estructural de la casa de vivienda de interés social rural se establecieron elementos de confinamiento de tres tipos, columnas, vigas y cintas de amarre cumpliendo con las características establecidas por el reglamento.

Es importante resaltar que para estos elementos estructurales que componen puntualmente los elementos de confinamiento (concreto y acero de refuerzo) cumplen las especificaciones exigidas por el reglamento NSR-10 por medio de sus capítulos E.4.2.

6.1.1.3.1 Columnas de Confinamiento

Las columnas de confinamiento propuestas por el Banco Agrario cumplen con las especificaciones mínimas exigidas por el reglamento, ya que establecen las siguientes características para estos elementos estructurales.[17]

- *Ancho mínimo:* $b = e_{muro}$
- *Área mínima:* $A = 200cm^2$
- *Acero Longitudinal:* $As = 4\#3$
- *Acero Transversal (Estribos):* $E\#2\ cada\ 0.20m$
- *Acero Transversal (6 primeros Estribos):* $E\#2\ cada\ 0.10m$

[17] Es importante resaltar que para estos elementos estructurales se cumplen con las especificaciones exigidas por el reglamento NSR-10 referente al debido anclaje a la cimentación, anclaje del refuerzo de las vigas de confinamiento y la correcta localización de los traslapos.

Las columnas de confinamiento se localizaron correctamente ya que la separación entre ellas no supera estas distancias mínimas establecidas presentándose la máxima a $2.84m$.

- *Separación Columnas de Confinamiento 1:* $S_1 = 35 \cdot e_{muro} = 4.20m$
- *Separación Columnas de Confinamiento 2:* $S_2 = 1.5 \cdot H_{Libre} = 3.45m$
- *Separación Columnas de Confinamiento 3:* $S_3 = 4.00m$

Como recomendación adicional se debe tener en cuenta que estos elementos se deben vaciar con posterioridad al alzado de los muros estructurales y directamente contra ellos

6.1.1.3.2 Vigas de Confinamiento

Las vigas de confinamiento propuesta por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural como base a la tipología elaborada por el Banco Agrario cumplen con las especificaciones mínimas exigidas por el reglamento, ya que establecen las siguientes características para estos elementos estructurales.[18]

- *Ancho mínimo:* $b = e_{muro}$
- *Área mínima*[19]*:* $A = 200cm^2$
- *Acero Longitudinal Superior:* $As(+) = 2\#3$

[18] Es importante resaltar que para estos elementos estructurales se cumplen con las especificaciones exigidas por el reglamento NSR-10 donde especifica que estas deben anclarse con ganchos a 90° en sus extremos.
[19] Al no requerirse enchape de vigas no es necesario reducir estas los 75mm propuestos por el NSR-10.

- *Acero Longitudinal Inferior:* $As(-) = 2\#3$

- *Acero Transversal (Estribos):* $E\#2\ cada\ 0.20m$

- *Acero Transversal (6 primeros Estribos):* $E\#2\ cada\ 0.10m$

Las vigas de confinamiento se localizaron correctamente ya que se están presentando a nivel de la cimentación y a nivel del enrase de cubierta aclarando que se presentan a nivel de dinteles y el remate de las culatas se realiza por medio de cintas de amarre.

Como recomendación adicional se debe tener en cuenta que estos elementos se deben vaciar directamente sobre los muros estructurales.

6.1.1.3.3 Cintas de Amarre

Las cintas de amarre propuesta por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural como base a la tipología elaborada por el Banco Agrario cumplen con las especificaciones mínimas exigidas por el reglamento, ya que establecen las siguientes características para estos elementos estructurales.

- *Altura mínima:* $h = 100mm$

- *Ancho mínimo:* $b = e_{muro}$

- *Acero Longitudinal:* $As = 2\#3$

- *Acero Transversal (Estribos):* $E\#2\ cada\ 0.20m$

Las cintas de amarre se localizaron correctamente ya que se están presentando como remates de culatas garantizando el trabajo monolítico con dicho elemento. Como

recomendación adicional se debe tener en cuenta que estos elementos se deben anclarse en los extremos terminales.

6.1.1.4 CUBIERTAS Y MUROS DIVISORIOS

6.1.1.4.1 Cintas de Amarre

La cubierta en especial las correas propuesta por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural como base a la tipología elaborada por el Banco Agrario cumplen con las especificaciones exigidas por el reglamento, ya que son capaces de soportar las cargas tanto verticales como horizontales ancladas correctamente a las cintas de amarre y por ende a las culatas de terminación de los muros confinados siguiendo los parámetros establecidos en el reglamento NSR-10 a través del numeral E.5.2.

6.1.1.4.2 Muros Divisorios

Los muros divisorios propuestos por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural como base a la tipología elaborada por el Banco Agrario cumplen con las especificaciones exigidas por el reglamento, ya que son capaces de resistir las fuerzas sísmicas impuestas bajo su peso propio, están adheridos a la estructura con mortero de pega en contacto con los diafragmas tanto superior como inferior y con los muros estructurales adyacentes siguiendo los parámetros establecidos en el reglamento NSR-10 a través del numeral E.5.3."(Nacional et al., 2015)

6.1.2 ELEMENTOS TÉCNICOS A MODIFICAR EN EL PROYECTO TIPO VISR

6.1.2.1 MATERIAL DE LA ESTRUCTURA

El proyecto TIPO VISR cuenta con una estructura ejecutada con métodos de construcción y materiales tradicionales, en términos generales, mampuestos (ladrillo o bloque), concreto, cemento y acero de refuerzo, siendo estos los materiales más contaminantes en el medio de la construcción, entre los objetivos de la presente investigación aplicada, se encuentra la revisión de técnicas de construcción vernáculas que permitan la utilización de los recursos presentes en el medio que rodea el lugar donde se va a ejecutar la vivienda, reduciendo las posibilidades de impacto en el medio ambiente por las emisiones que generan estos materiales tradicionales y el transporte de los mismos al sitio, por lo tanto, de acuerdo con la revisión bibliográfica realizada, se propone una estructura y cimentación en la técnica llamada superadobe para los muros estructurales y muros en bahareque o quincha para los muros divisorios.

6.1.2.2 MATERIAL DE LA CUBIERTA

La cubierta de fibrocemento es un material relativamente económico y ligero por lo que se utilizaba ampliamente en la construcción de almacenes y naves ganaderas. Las placas constituidas por este material se presentan lisas u onduladas en distintas longitudes, además se fabrican piezas especiales de las más variadas formas, sin embargo, la demolición de elementos en fibrocemento que contengan asbesto (amianto) es muy peligrosa y debe estar

estrictamente controlada, ya que las microfibras de asbesto inhaladas provocan asbestosis y elevan enormemente el riesgo de un tipo muy concreto de cáncer de pleura llamado mesotelioma, entre otras enfermedades, (Clavera, 2005). Por lo anterior, se buscará cambiar este tipo de teja a una que no presente riesgos para la salud de los habitantes de la vivienda.

6.1.2.3 SISTEMA SANITARIO

El sistema sanitario del proyecto estándar es el tradicional, con tubería de PVC, para la propuesta VISRS se presenta una opción del uso de baños secos, sin embargo, es opcional, dado que culturalmente en las familias regulares colombianas no es común el uso de estos, si bien, ambientalmente es más funcional, la costumbre de su uso se da sobre todo en comunidades orientadas a hacia la permacultura, donde desarrollan ciertos hábitos que facilitan el uso de los baños secos mientras que para una familia regular tomaría más tiempo acostumbrarse o por el contrario no aceptaría una vivienda con este mecanismo.

6.1.2.4 SISTEMA ELÉCTRICO

La conexión eléctrica del proyecto tipo es dependiente de un punto de conexión suministrado por el estado, en términos de sostenibilidad, la apropiación de la energía renovable solar-fotovoltaica representada en un sistema de paneles solares, es oportuna para ser propuesta en el abastecimiento de energía eléctrica para la vivienda permitiendo la independencia de esta, lo que la hace autosuficiente.

6.1.2.5 SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUAS LLUVIAS

El proyecto TIPO no tiene en cuenta un sistema de recolección de aguas lluvias direccionado a un tanque de reserva para hacer uso de esta en riego y demás actividades de limpieza en la

vivienda, se buscará proponer un sistema funcional con los materiales o sistemas constructivos a utilizar.

En la búsqueda de los materiales apropiados para cada uno de los cambios expuestos anteriormente, se realizaron tres visitas de campo hacia diferentes regiones del país sobre todo donde hay presencia del material de la guadua en abundancia y donde la cultura de la región ha promovido las técnicas de construcción vernáculas como tradición.

6.1.3 VISITAS DE CAMPO

6.1.3.1 VISITA DE CAMPO N°1 REGIÓN DEL QUINDÍO

La visita de campo N°1 se realizó hacia la región del Quindío, con el fin de apreciar las técnicas vernáculas utilizadas en esta zona, ya que en la revisión bibliográfica realizada algunos documentos resaltaron sobre todo el uso del bambú o guadua en la construcción debido a la presencia abundante de este árbol en esta región, de tal manera que, esto ha permitido que con los años el uso sea cada vez más tecnificado y frecuente en diferentes tipos de obras civiles.

Ilustración 38Peaje hecho en guadua, vía Pereira – Armenia.







Fuente: Elaboración propia.

Además del uso de la guadua se evidenciaron técnicas de construcción a base de tierra, como, por ejemplo, la tapia pisada y el bahareque, en el municipio de Salento la plaza principal está rodeada de viviendas coloniales construidas con estas técnicas.

Ilustración 39 Casas coloniales hechas en tapia y bahareque, Salento Quindío.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 40 Casas coloniales hechas en tapia y bahareque, Salento Quindío.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 41 Vivienda con fachada deteriorada, hecha con esterilla de guadua. Salento Quindío.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 42 Muros hechos en bahareque, Salento Quindío.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 43 Rehabilitación de un centro cultural con muros en bahareque, Salento



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 44 Muros con revoque de esterilla de guadua, viviendas coloniales en Salento Quindío.



Fuente: Elaboración propia.

6.1.3.1.1 Conclusiones de la visita a la región del Quindío.

En esta visita se pudo apreciar que la técnica de bahareque vuelve a tomar fuerza como método de construcción. La visualización en sitio de las viviendas construidas con esta técnica permite reconocer la durabilidad del material, sus características amigables con el medio ambiente y se elige material para hacer parte de la estructura de la propuesta VISRS en el levantamiento de los muros internos de la vivienda.

6.1.3.2 VISITA DE CAMPO N°2 CURSO EN SUPERADOBE ANTIOQUIA

En la consulta bibliográfica realizada se encontró la técnica del superadobe como una opción acertada para los objetivos de la presente investigación aplicada, ya que esta técnica involucra el uso del material más abundante en el medio natural, la tierra, por lo tanto, en la búsqueda teórica se encontraron manuales y diferentes documentos que permitieron un acercamiento general, sin embargo, además del recurso teórico se llevó a cabo un acercamiento práctico y específico en la ejecución de un proyecto de construcción en esta técnica, se tomó un taller

con una duración de 10 días en San Vicente Antioquia, impartido por el grupo Superadobe Creativo con la dirección de un superadobista bioconstructor con 8 años de experiencia, el cual ha impartido este curso en diferentes países de Latinoamérica y ejecutado algunos proyectos de este tipo en Colombia.

Ilustración 45 Certificado del taller de bioconstrucción en superadobe.



Fuente: Certificado suministrado por el grupo de Superadobe Creativo.

En el marco teórico del presente documento se encuentra la descripción del procedimiento constructivo de la técnica del Superadobe, las siguientes imágenes darán una vista general del taller anteriormente mencionado, el proyecto fue llamado SANALMA, consta de la construcción de dos domos, un domo de dos pisos con habitación, espacio de descanso y un domo para ducha, sanitario y lavamanos.

Ilustración 46 Replanteo, Proyecto Sanalma.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 47 Cimentación, Proyecto Sanalma.





Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 48 Estructura y contrafuertes, Proyecto Sanalma.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 49 Escalera en guadua para segundo nivel, Proyecto Sanalma.



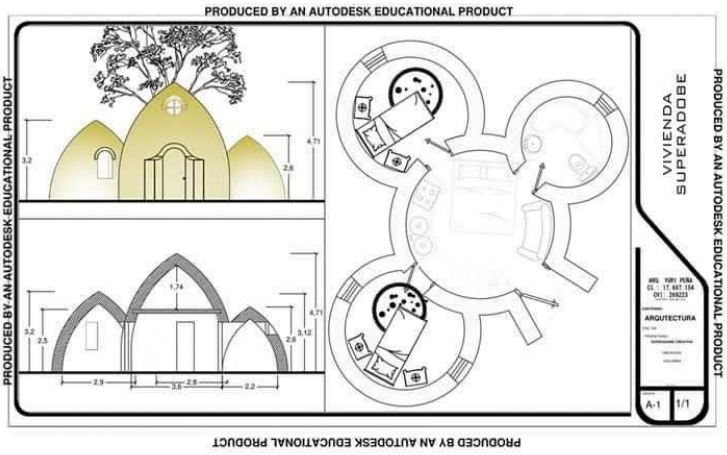
Fuente: Elaboración propia.

6.1.3.3 VISITA DE CAMPO N°3 CASA TETRADOMO EN DOSQUEBRADAS RISARALDA

La visita a este lugar se realizó con el objetivo de hacer el reconocimiento de una vivienda construida con la técnica de superadobe. El proyecto consta de una casa tetradomo de 40 m2, arquitectónicamente está compuesta por dos habitaciones, un baño y el área de la sala comedor.

La siguiente imagen es la planta arquitectónica diseñada por el grupo de Superadobe Creativo.

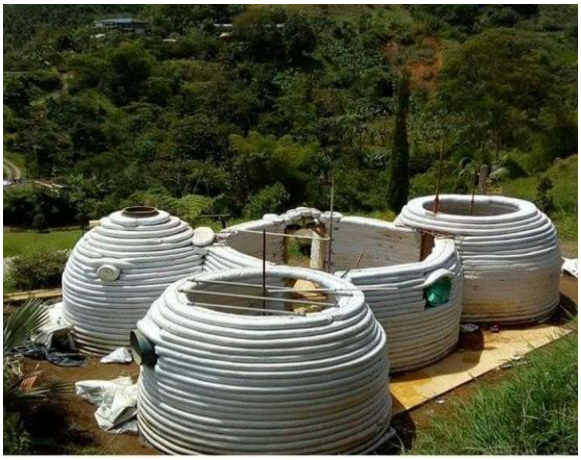
Ilustración 50 Planta arquitectónica de la casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda.



Fuente: Fotografía suministrada por el Grupo de Superadobe.

La anterior imagen fue la planta arquitectónica que se diseñó inicialmente, sin embargo, en la ejecución de este proyecto el diseño se modificó a gusto del comprador, apropiando el domo del centro como el espacio de sala comedor y la cocina se construyó en un área exterior a la casa domótica.

Ilustración 51 Casa tetradomo en ejecución. Dosquebradas Risaralda



Fuente: Fotografía suministrada por el Grupo de Superadobe.

Las siguientes imágenes corresponden al registro fotográfico de la visita realizada por la autora de la presente investigación.

Ilustración 52 Fachada principal casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 53 Fachada lateral derecha casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración Baño casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 54 Sala comedor casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 55 Cocina exterior casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 56 Estufa de la cocina exterior casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 57 Cúpula vista desde el interior casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 58 Ventana casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda.



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 59 Ilustración 28 Autora y representante del Grupo Superadobe Creativo en la casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda.



Fuente: Elaboración propia.

6.1.3.3.1 Conclusiones de la visita a la casa tetradomo en Dosquebradas Risaralda:

De esta visita realizada la principal característica que se evidenció fue la apreciación de las propiedades termorreguladoras de la técnica de construcción del superadobe, ya que al interior de la casa se percibió una temperatura ambiente considerablemente menor a la que se experimentaba al exterior, lo que significa que el uso de este material en la construcción permite el ahorro o disminución del consumo de energía en la calefacción de las viviendas, además de brindar confort a los habitantes de las mismas.

Adicionalmente, se evidenció una vivienda completamente terminada, construida con la técnica del superadobe, con instalaciones eléctricas e hidrosanitarias tradicionales y funcionales en las necesidades básicas de las personas que la habitarán, por lo anterior, esta vivienda puede ser adaptable a las áreas requeridas del proyecto TIPO VISR y desarrollar el análisis objetivo de la presente investigación, sin embargo, es importante resaltar, los comentarios que hizo la representante del Grupo de Superadobe creativo en la entrevista de la visita, donde mencionaba que, según su experiencia de construcción con esta técnica tras ocho años de trabajo, en términos culturales no todas las familias ya sean de Colombia u otro país están dispuestas a vivir en un casa "redonda", por lo tanto, se tomó la decisión que para la propuesta VISRS de la presente investigación se utilizaría la técnica del superadobe para la estructura de la vivienda pero se conservara la planta cuadrada del diseño del proyecto TIPO VISR.

7 APORTES

7.1 PROPUESTA DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL RURAL SOSTENIBLE VISRS

La planimetría de esta propuesta se encuentra en el anexo 1 al presente documento, el principal cambio con respecto al proyecto TIPO VISR son las técnicas de construcción utilizadas para los muros estructurales e internos de la vivienda, retomando una técnica antes utilizada en diferentes regiones del país, el bahareque o quincha y proponiendo la técnica del superadobe como una opción viable hacia la construcción de viviendas construidas en menor tiempo, amigables con el medio ambiente y confort interno en términos de regulación de la temperatura, que es una de las propiedades más aprovechables de este material.

Se propone la guadua como elemento estructural en las cerchas de la cubierta y columnas, la madera como elemento estructural en los dinteles de puertas, ventanas y en formaletas. En la cubierta se descartan las tejas de fibrocemento y se proponen tejas techoline, las cuales son más livianas y con características ecológicas según la ficha técnica comercial.

Además de los cambios anteriores mencionados, se proponen los siguientes sistemas autosustentables, los cuales fueron descritos en el marco teórico del presente documento.

- Paneles solares como fuente de energía eléctrica independiente.
- Biodigestor como fuente de biogás.
- Calentador solar

- Sistema de captación de aguas lluvias.
- Baño seco

Los anteriores sistemas son adaptables para las diferentes necesidades de la población a beneficiar, la región en donde se encuentra ubicada y las costumbres culturales del entorno en donde se desarrolla.

La propuesta VISRS base para clima cálido, de los anteriores sistemas contará sólo con los paneles solares y el sistema de captación de aguas lluvias, dado que, se propone una estufa ecológica a base de leña o carbón se descarta la opción de biodigestor. De esta propuesta se presentará en el capítulo siguiente el análisis presupuestal y evaluación de las emisiones de CO2.

De acuerdo con el análisis realizado acerca de las técnicas de construcción que se incluyen en la propuesta y la revisión de los sistemas autosustentables referenciados en el marco teórico, surgen dos propuestas de vivienda adicionales, una para clima frio y otra para las familias que estén interesadas o relacionadas hacia la permacultura, una filosofía de vida que permite la inclusión de diferentes hábitos que consolidan una cultura orientada hacia el aprovechamiento de la vida en el campo.

La propuesta de vivienda para clima frío incluiría el uso el calentador solar para el agua de la ducha, paneles solares, sistema de captación de aguas lluvias y la estufa ecológica a base de leña o carbón.

La propuesta de vivienda para familias relacionadas con la permacultura incluiría el baño seco, el biodigestor, el sistema de captación de aguas lluvias y los paneles solares, en

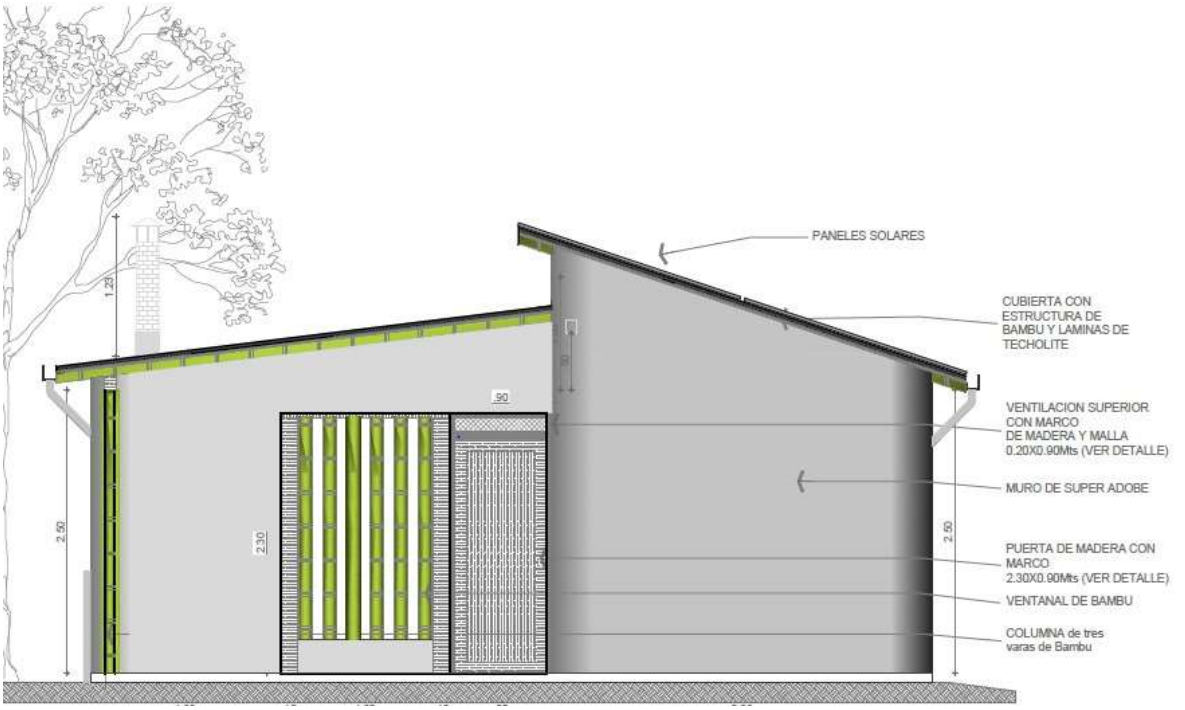
determinado caso el calentador solar, es decir, esta propuesta incluiría todos los sistemas autosustentables estudiados.

El objetivo general de la presente investigación aplicada fue la comparación de una propuesta de vivienda articulada bajo elementos técnicos de sostenibilidad para ser comparar con la vivienda TIPO VISR que promueve el Banco Agrario de Colombia y esta última está planteada para clima cálido, por lo tanto, la propuesta VISRS que se analizará presupuestalmente en el siguiente capítulo incluirá los sistemas expuestos anteriormente que satisfacen las necesidades básicas y se consolida como una vivienda autosuficiente, dado que no depende de puntos de conexión que sean suministrados por el estado.

7.1.1 VISUALIZACIÓN DE LA PROPUESTA VISRS

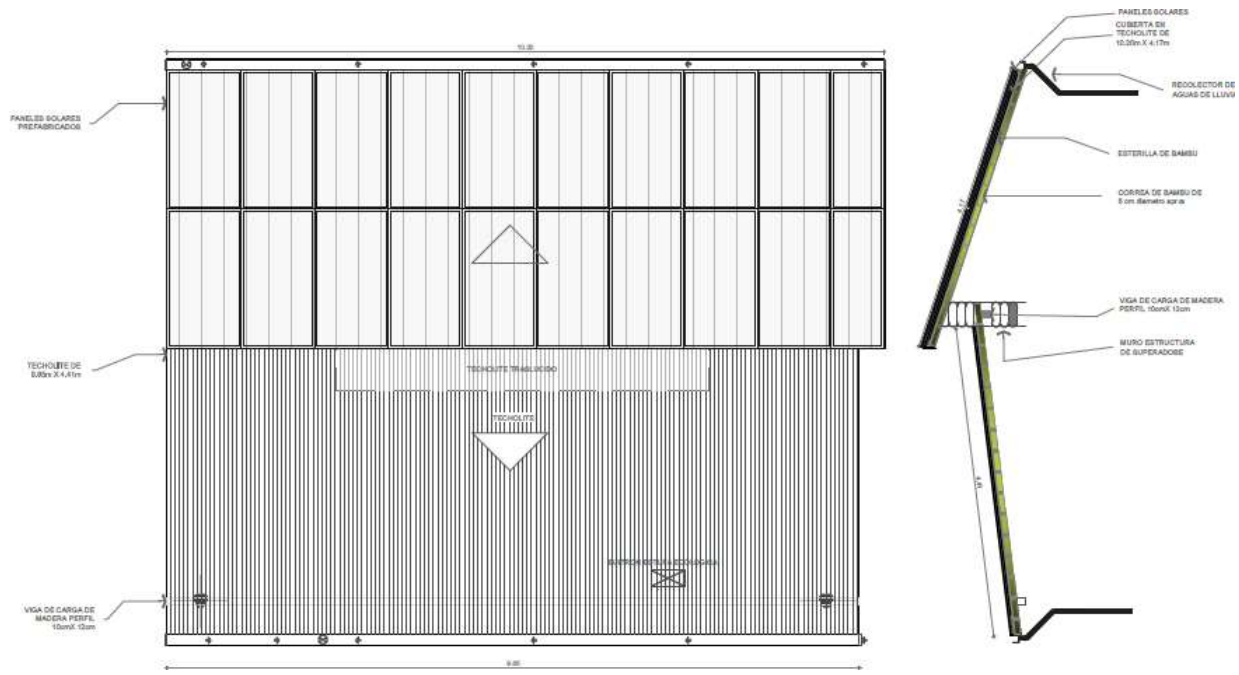
A continuación, se presenta el resultado y aporte final de la presente investigación aplicada, una propuesta de vivienda de interés social rural sostenible (VISRS), articulada bajo los elementos técnicos de sostenibilidad definidos en el literal No.6.1.2. del desarrollo metodológico en el presente documento, los cuales fueron producto de dos procesos principalmente, la adaptación del Proyecto Tipo VISR promovido por el Banco Agrario de Colombia en compañía del Departamento Nacional de Planeación y una revisión bibliográfica que permitió el reconocimiento de diferentes sistemas y métodos a incluir en el proyecto Tipo direccionándolo hacia un proyecto con consideraciones de sostenibilidad, consolidando una vivienda autosuficiente.

Ilustración 60 Fachada principal Propuesta VISRS.



Fuente: Elaboración propia.

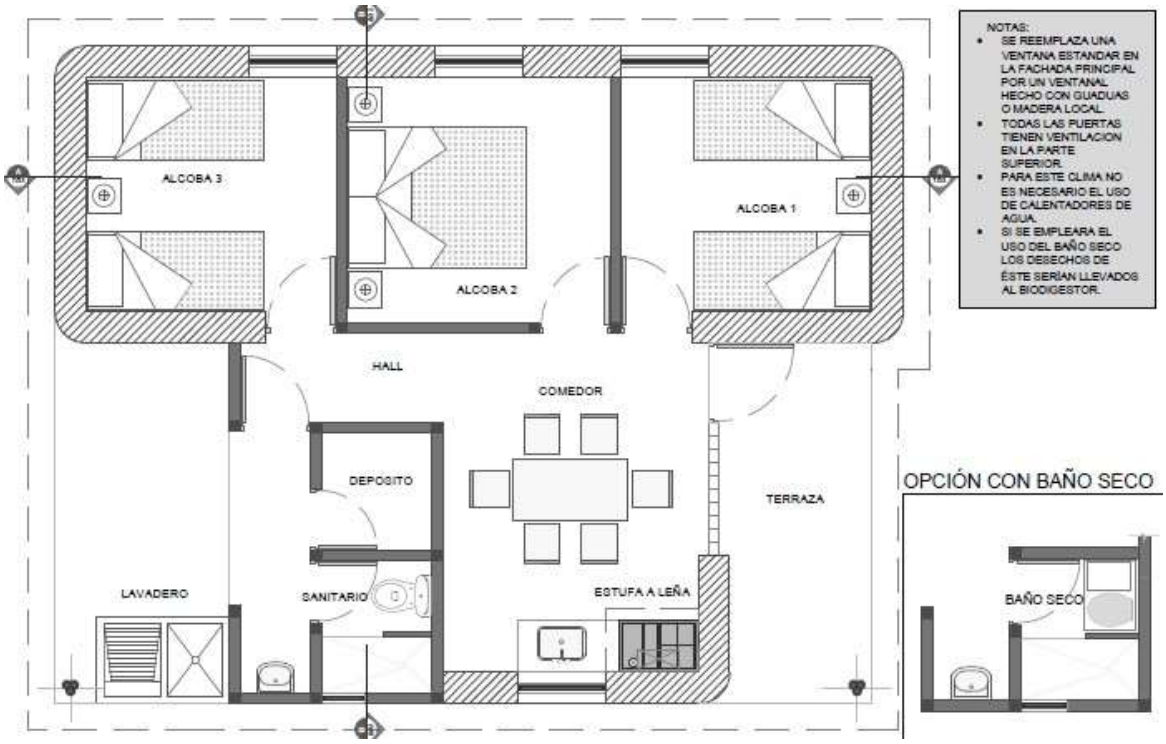
Ilustración 61 Planta de cubierta de la propuesta VISRS.



Fuente: Elaboración propia.

En las ilustración 64 se observan diferentes cambios en la fachada del modelo, debido a la inclusión de la guadua como material para las columnas y cerchas de la cubierta. La cubierta de conserva a dos aguas, sin embargo, en una parte la misma que propone un sistema de paneles solares como fuente de captación de energía solar fotovoltaica para el suministro y abastecimiento de red eléctrica de la vivienda. En la imagen 65 se muestra la vista en planta de la cubierta, donde se observan los paneles solares en la parte superior.

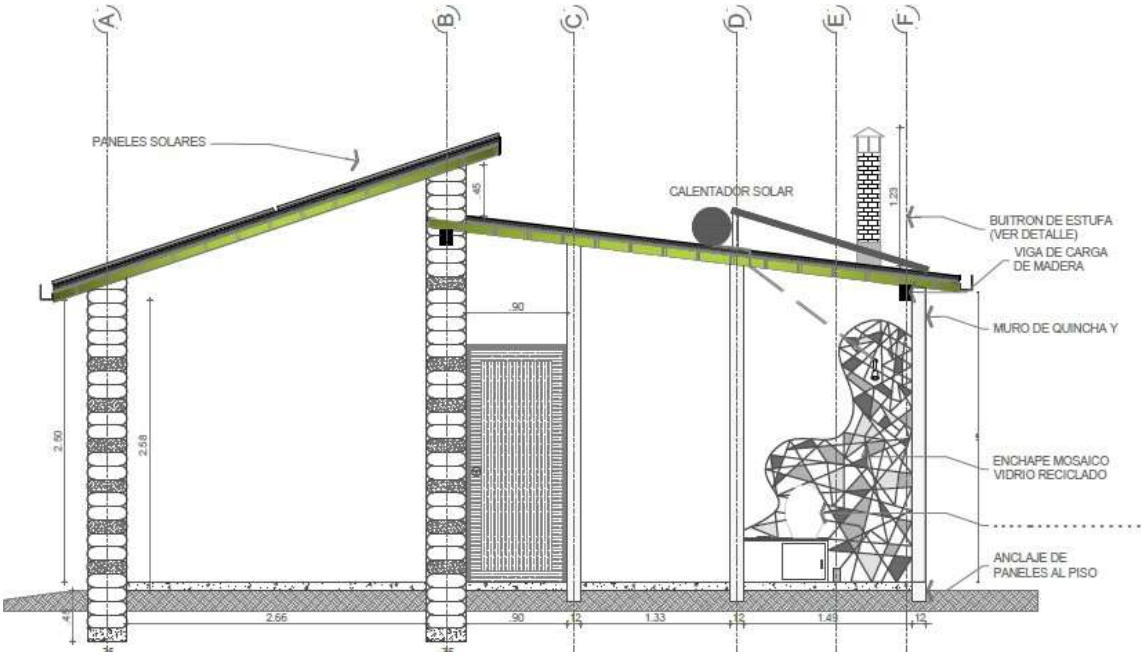
Ilustración 62 Distribución arquitectónica de la vivienda, Propuesta VISRS.



Fuente: Elaboración propia.

En la imagen 62 se observa la distribución arquitectónica de la vivienda, la cual cumple con la totalidad de las áreas del Proyecto tipo, se puede apreciar la diferencia entre los anchos de los muros en superadobe y los muros en quincha o bahareque.

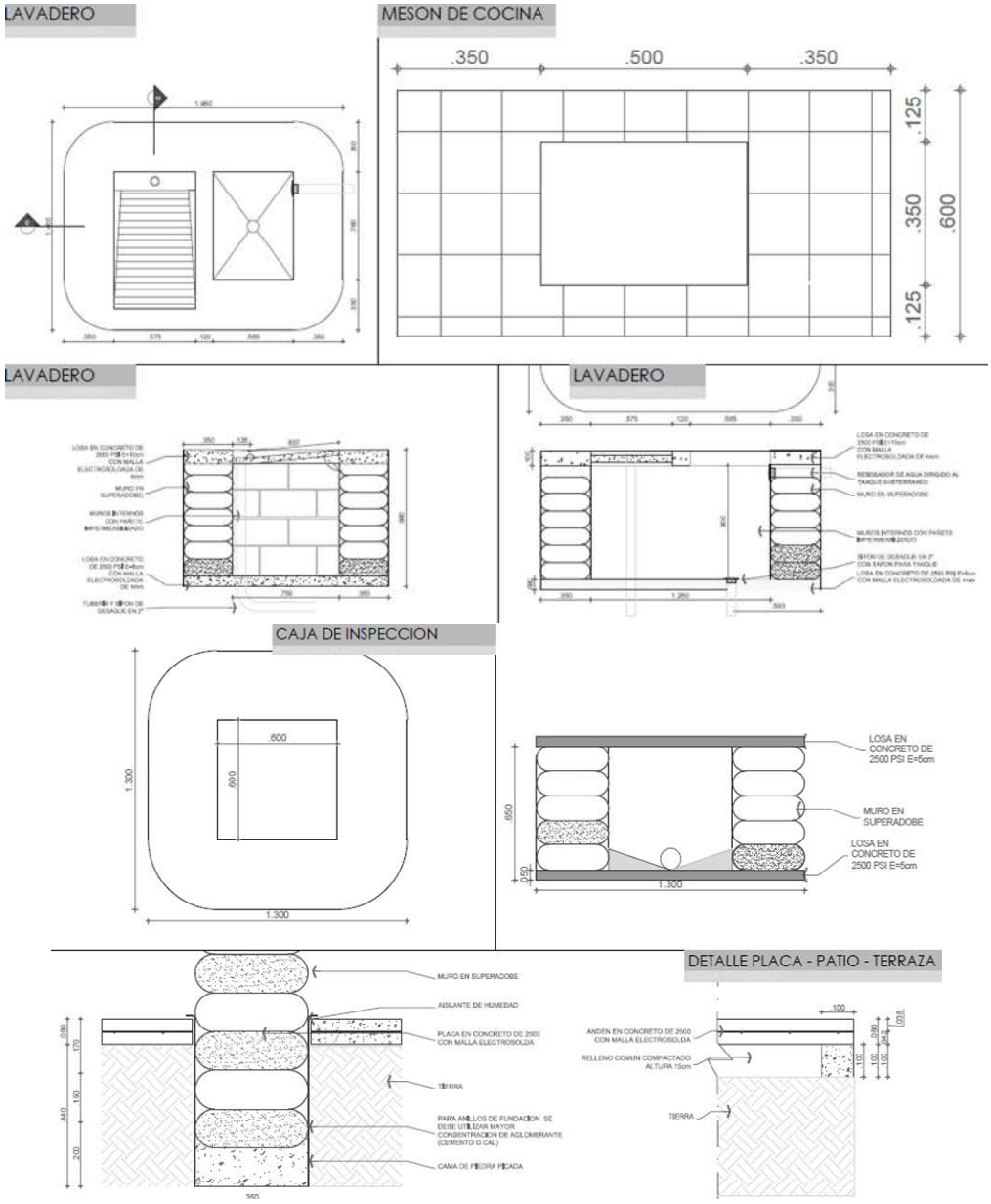
Ilustración 63 Corte transversal de la propuesta VISRS.



Fuente: Elaboración propia.

En la imagen 63 y 64 se puede observar la técnica del superadobe como el material propuesto para los muros de la vivienda, lavadero y cajas de inspección, la descripción de esta técnica se presenta en el capítulo No.5 Marco teórico, donde se exponen los antecedentes, proceso constructivo y validación estructural de la técnica, adicionalmente, en el desarrollo metodológico literal 6.1.3 Visitas de campo pág. 111, se encuentra la descripción del taller tomado por la autora de la presente investigación aplicada, donde se llevó a cabo el acercamiento práctico hacia la técnica del superadobe, mediante la construcción de un domo ubicado en el municipio de San Vicente Antioquia. Por otro lado, en la imagen 63se puede observar también un mosaico en cerámica reciclada para el baño de la vivienda.

Ilustración 64 Estructura del lavadero y cajas de inspección en superadobe, Propuesta VISRS.



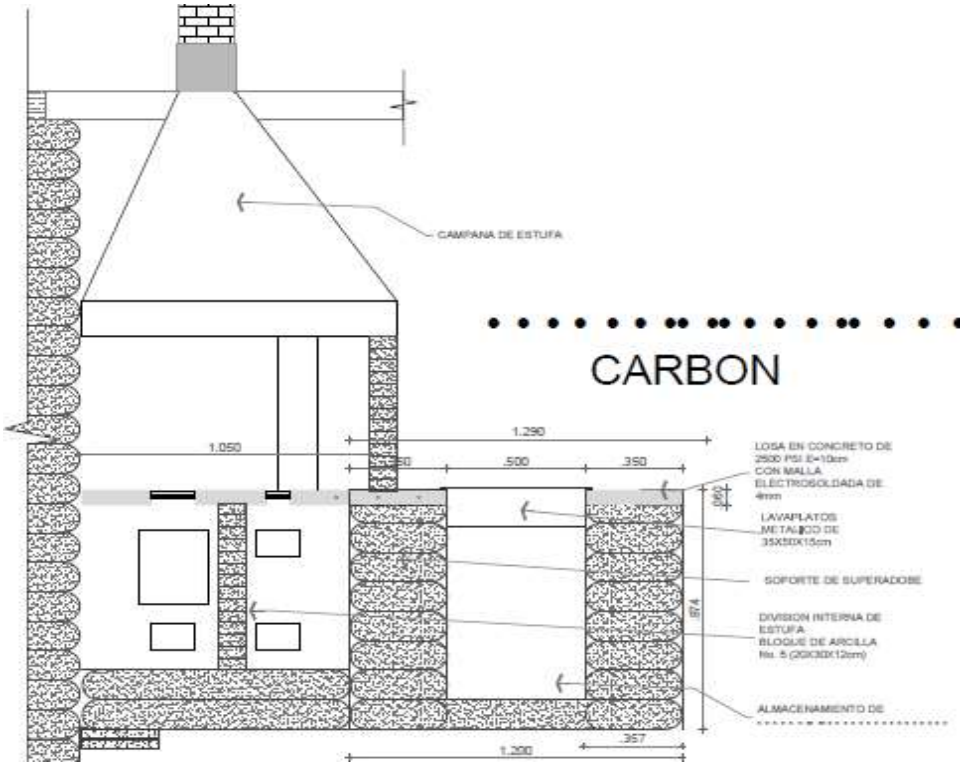
Fuente: Elaboración propia.

En el Capítulo 6. Desarrollo metodológico se informó acerca de dos propuestas más que surgieron, una para clima frío y otra para familias relacionadas culturalmente con la permacultura, esto se dio debido a la incorporación de algunos sistemas autosustentables

adicionales a los de la propuesta base de clima cálido, y que se encuentran dentro de los estudiados en la revisión bibliográfica del marco teórico, estos permiten suplir ciertas necesidades de la vivienda mediante otros procesos de transformación de la energía.

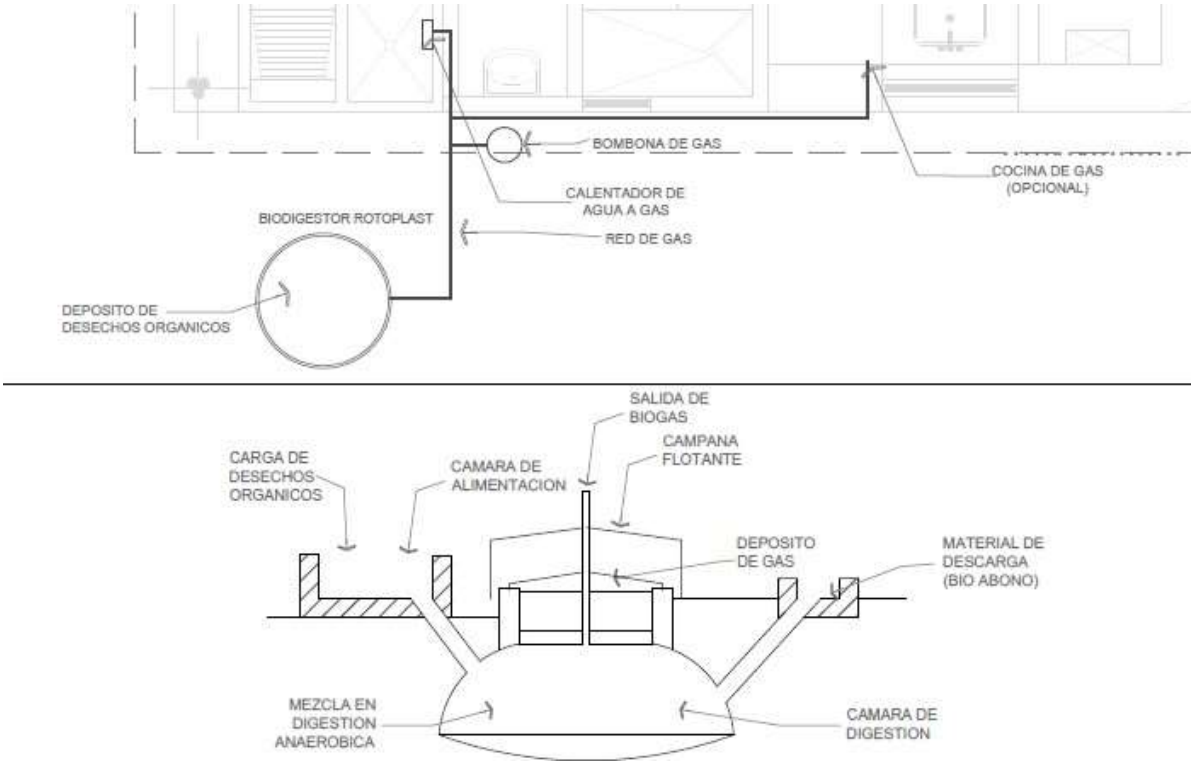
La estufa ecológica a base de carbón o leña se conserva para la propuesta de clima frío y cálido, para la propuesta con permacultura se propone un biodigestor el cual permite la obtención de biogás como fuente de abastecimiento para la estufa, el funcionamiento de esta energía renovable llamada biomasa, se encuentra descrito en el marco teórico del presente documento. Otro cambio a resaltar es la incorporación de un calentador solar para el agua de la ducha del baño en la propuesta para clima frío.

Ilustración 65 Estufa ecológica a base de carbón, leña o biogás.



Fuente: Elaboración propia.

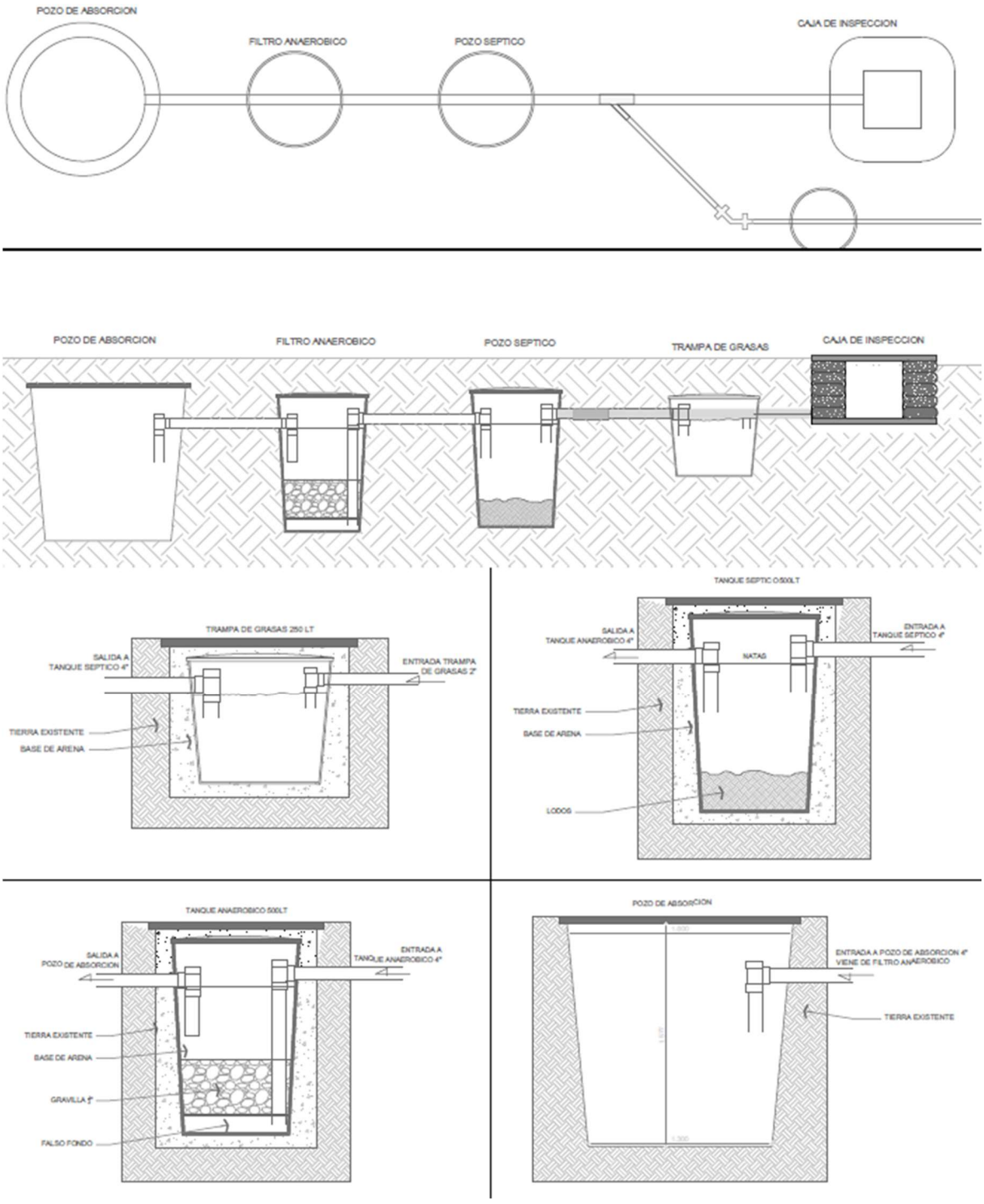
Ilustración 66 Biodigestor, fuente de biogás en la Propuesta VISRS.



Fuente: Elaboración propia.

En la imagen 67 se muestra el sistema de tratamiento de aguas residuales de la propuesta VISR, dado que el planteamiento inicial contempla técnicas anaeróbicas funcionales y presupuestalmente viables, se conservó este sistema para la propuesta VISRS, la única modificación que se propone es realizar la estructura de la caja de inspección en superadobe como se puede observar en la imagen.

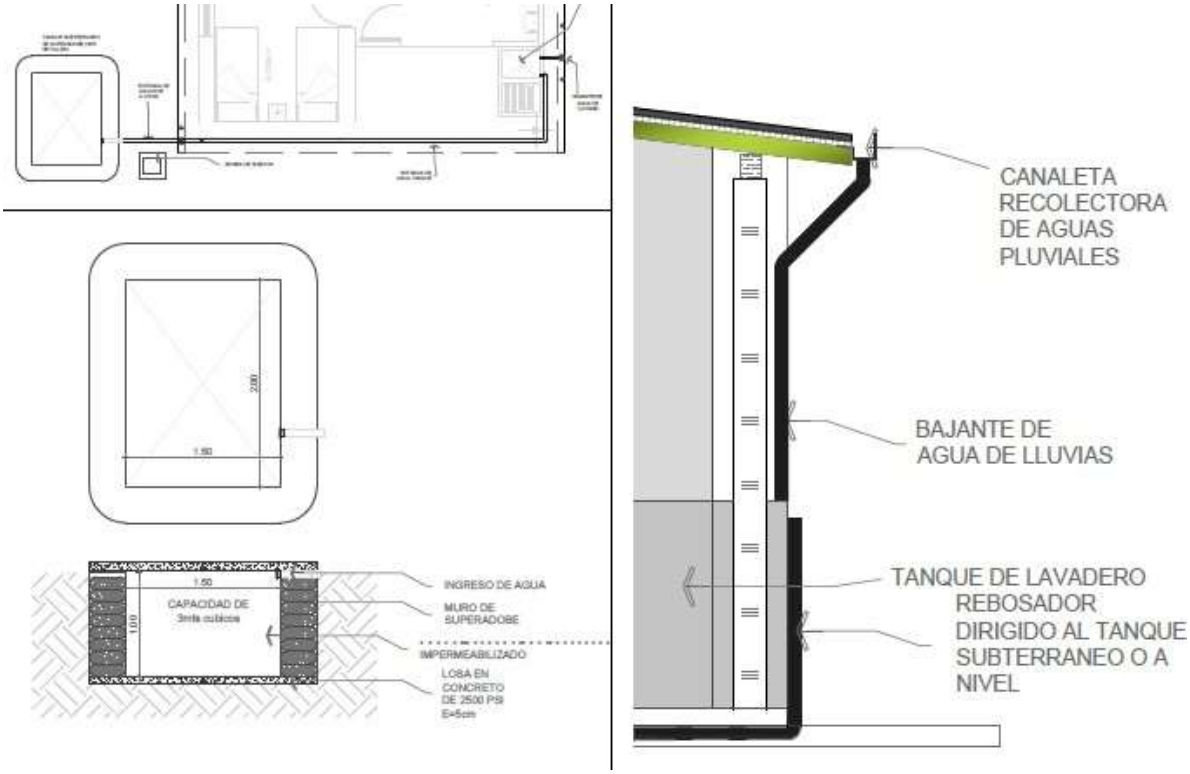
Ilustración 67 Sistema de tratamiento de aguas residuales.



Fuente: Adaptado de la propuesta Tipo VISR Banco Agrario de Colombia.

El sistema de recolección de aguas lluvias se conserva para las tres propuestas, debido a la economía e importancia del servicio de mismo, la estructura de tanque de recolección se propone en superadobe y se presenta a continuación.

Ilustración 68 Sistema de recolección de aguas lluvias, Propuesta VISRS.



Fuente: Elaboración propia.

7.1.2 FICHAS TÉCNICAS DE LOS SISTEMAS AUTOSUSTENTABLES DE LA PROPUESTA VISRS

7.1.2.1 FICHA TÉCNICA SISTEMA ELÉCTRICO SOLAR-FOTOVOLTAICO

El sistema eléctrico solar seleccionado para la propuesta VISRS es un **Kit Solar 3000W 24V 8100 Wh/día**, el cual se puede visualizar en la ilustración No.60, tiene la capacidad de recibir

energía de 5040 Wh/día en invierno y 11760 Wh/día en verano y permite abastecer un consumo habitual de 8100 Wh/día, gracias a su capacidad de almacenamiento. Dentro de los componentes con los que cuenta este sistema eléctrico se tienen:

- **Panel Solar 280:** Policristalino por 6 unidades de 60 células Bauer de conexión a red de gran rendimiento y calidad; debe usarse con reguladores MPPT para zonas aisladas o en sistemas de bombeo o conexión a red. Es capaz de proporcionar casi 1000W al día en invierno a nuestra instalación solar y prácticamente el doble en el verano.
- **Inversor cargador 3000W 24V MPPT NETSOLAR**: útil para sistemas fotovoltaicos aislados, ya que permite integrar todos los componentes del sistema en un mismo aparato. Además tiene una pantalla LCD que permite ver mucha información: estado de carga, tensión de las baterías, los amperios a tiempo real de salida y de entrada, producción de los paneles, etc.
- **Batería Estacionaria 200Ah 6V:** Este tipo de batería supone una excelente opción dada la gran relación calidad-precio que ofrece. Perfecta para sistemas fotovoltaicos ofrecen una buena durabilidad y rendimiento para cargas y descargas lentas. Estas baterías estacionarias son perfectas para descargas de hasta el 50% de manera regular, así aseguraremos una buena longevidad realizando pequeños mantenimientos periódicos como rellenar con agua destilada.
- **Cable PowerFlex PV ZZ-F Top:** Se utiliza en las instalaciones solares entre los paneles para hacer los paralelos en el repartidor de corriente o para llevar la energía de los mismos hasta el regulador de carga. Este cable soporta elevadas tensiones de

funcionamiento por lo que es perfecto para conectar las series en sistemas de conexión a red o con inversores híbridos.

- **Repartidor de Corriente y Caja Estanca:** Permite la realización de los paralelos de los paneles de un modo sencillo, fiable y ampliable. Deberá de colocarse lo más próximo al grupo de paneles solares para así poder juntar el cableado de todos ellos en una sola pareja de cables positivo y negativo, ya que por él pasará la suma de las corrientes de todos los módulos fotovoltaicos. Es de gran utilidad ya que permite hacer instalaciones limpias con un ahorro de cableado importante.



Ilustración 69 Sistema Eléctrico solar-fotovoltaico de la Propuesta VISRS.

La estimación de la capacidad de abastecimiento de este sistema ha sido producto de la toma de muestras en Quindío Colombia así: un mínimo de 3 horas de sol pico para invierno y de

6 horas de sol en verano y permite tener en la vivienda los electrodomésticos y utensilios que se exponen en la tabla 9.

Tabla 9 Elementos que abastece el sistema eléctrico solar-fotovoltaico de la Propuesta VISRS.

ELEMENTO BÁSICOS	ELEMENTOS DE LUJO
• 1 x NEVERA A+++ • 8 x Luces Led 10W durante 4h/día • 2 x Cargas de móvil durante 3h/día • 1 x TV Plana 75W durante 8h/día • 1 x Lavadora 2 veces por semana (de día y con agua fría)	• 1 x Microondas • 1 x Ordenador portátil durante 4h/día • 1 x Maquinaria de trabajo (como por ejemplo un taladro) durante 2h/día • 1 x Alarma bajo consumo (tipo GSM)

7.1.2.2 FICHA TÉCNICA CALENTADOR SOLAR DE AGUA.

Los calentadores solares son equipos altamente eficientes y de muy bajo mantenimiento, sustituyen el uso de energía eléctrica, gas o combustibles fósiles, no causan ningún daño ambiental y no tienen cargos mensuales en servicios públicos, ya que aprovechan la luz solar la cual es gratuita. En la ilustración 61, se puede visualizar un calentador solar de agua, el cual función mediante una serie de tubos especialmente diseñados y revestidos con materiales que absorben los rayos del sol y calientan el agua a su paso. El Calentador Solar de Agua tiene un tanque especial que permite que el agua conserve buena parte del calor que se absorbió con el sol durante el día.

El calentador de agua seleccionado para la propuesta VISRS, tiene una capacidad de calentamiento: 250 litros de Agua en 1 Día y temperatura de calentamiento de hasta 80 grados

centígrados. Es de tipo NO presurizado (la presión del agua es por gravedad); funciona con un controlador electrónico altamente eficiente (TK 8 A), el cual puede controlar estas funciones:

- Nivel de llenado del tanque
- Hora de llenado del tanque
- Encendido de resistencia de 1500 vatios si se requiere calentar a más temperatura el agua, o para calentar más cantidad de agua de la capacidad del tanque.
- En el controlador se puede visualizar temperatura del agua del tanque, nivel de agua del tanque, encendido de la electrobomba encargada de realizar el llenado del tanque.



Ilustración 70 Calentador solar de agua para la Propuesta VISRS para clima frío.

7.1.2.3 FICHA TÉCNICA DEL BIODIGESTOR ROTOPLAST.

El Biodigestor además de la fuente de biogás, podría ser la solución para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas, que mediante un proceso de biodegradación anaeróbica de la carga orgánica, realiza una alta remoción de sólidos, y corrige otros

parámetros presentes en las aguas depositadas. Su mecanismo de auto limpieza se da por medio de una llave de salida de lodos tratados y neutralizados en el tanque séptico como se puede visualizar en la ilustración 62.

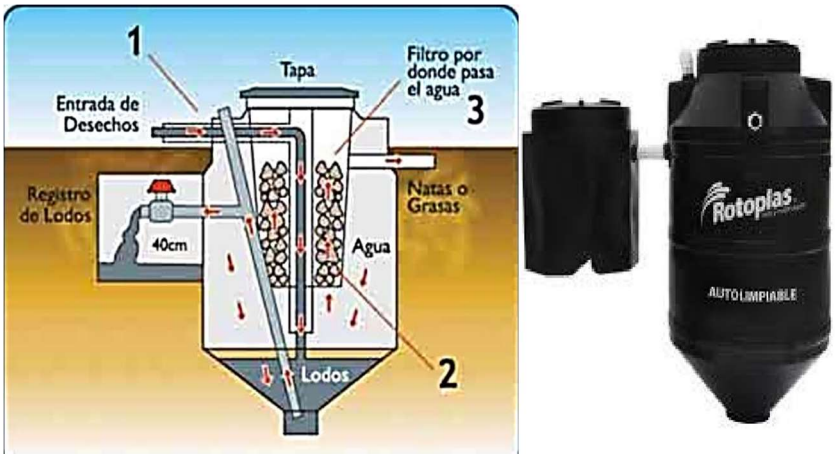


Ilustración 71 Biodigestor de la Propuesta VISRS – Permacultura.

Dentro de las características principales que tiene el biodigestor estudiado para la propuesta VISRS, se tiene que está construido con tres capas de polietileno de alta densidad que permiten tener mayor resistencia. Posee una trampa de Grasa fabricada con doble capa de polietileno de media densidad para mayor durabilidad con alta eficiencia y capacidad de 600 Litros.

El tiempo de vida útil estimada es de 30 años, instalado y utilizado adecuadamente según recomendaciones. El uso de agua de mar en los servicios (inodoros), no altera su eficiencia de tratamiento. Incluye caja de grasas 500 litros X 2 pulgadas, tapa tanque séptico y adaptabilidad de aguas negras 4".

7.1.2.4 FICHA TÉCNICA DEL BAÑO SECO

El baño seco estudiado para la propuesta VISRS que se presenta en la ilustración 63, tiene como propósito principal contribuir en el ahorro de agua, por lo que funciona sin descarga hídrica. Tiene dentro de su estructura dos ventanillas que permiten separar los desechos sólidos (heces) y líquidos (Orina).

Las heces caen a un pozo séptico en donde deben ser cubiertos por una mezcla de tierra, ceniza y cal; para que se lleve a cabo su proceso de descomposición y se conviertan en compost o abono para el suelo. Por otra parte, la orina es transportada por una manguera a un tanque donde se realiza el proceso de descontaminación de ácidos y es evacuada para que la tierra absorba los nutrientes contenidos en la misma.

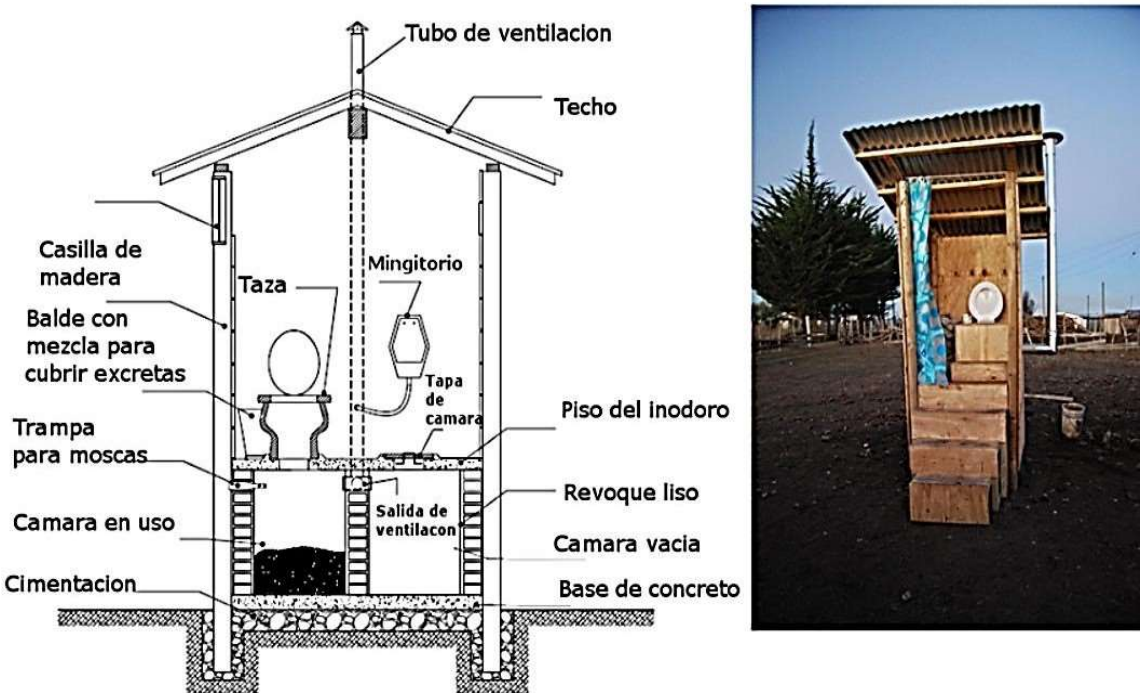


Ilustración 72 Baño seco para la Propuesta VISRS - Permacultura.

7.2 ANÁLIS PRESUPUESTAL

7.2.1 PRESUPUESTO PROPUESTA TIPO VISR PROMOVIDA POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

Tabla 10 Presupuesto general propuesta TIPO VISR.

PRESUPUESTO GENERAL PROTOTIPO VIVIENDA NUEVA.						
Capitulo	**Ítem**	**Actividades**	**Un**	**Cant**	**Valor Unitario**	**Valor Total**
1. PRELIMINARES	1.1	Localización y Replanteo	m2	54.78	$ 3,142	$ 172,133
	1.2	Excavación a Mano	m3	11.57	$ 17,473	$ 202,216
	1.3	Suministro, Instalación y Compactación de Relleno con Recebo Común.	m3	2.82	$ 58,319	$ 164,562
					TOTAL PRELIMINARES	**$ 538,910**
2. CIMENTACION	2.1	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500) psi hecho en obra para Viga de Cimentación. Dim. 20cm x 25cm.	m3	2.69	$ 320,767	$ 862,815
	2.2	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Viga de Cimentación en Concreto de 175 kg/cm2 (2500 psi). Dim. 20cm x 20cm.	m3	0.18	$ 320,767	$ 57,546
	2.3	Suministro y Construcción de Sobre cimiento en Ladrillo Común de 0,06m x 0.12m x 0.24m.	m2	7.75	$ 21,604	$ 167,481
	2.4	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Viga de Amarre de Sobre cimiento. Dim 0.12m x 0.17m.	m3	1.23	$ 329,450	$ 406,463
	2.5	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Placa de Contrapiso e= 0,08m	m3	3.93	$ 329,450	$ 1,294,878

	2.6	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500psi) hecho en obra para Andén e=0.08m	m3	0.56	$ 329,450	$ 185,494
	2.7	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Bordillo. e=0,10m x 0,10m de ancho.	m3	0.06	$ 322,618	$ 19,218
	2.9	Hierro 1/4" figurado	kg	229.31	$ 2,659	$ 609,679
	2.8	Hierro 3/8" figurado	kg	629.10	$ 3,807	$ 2,395,047
	2.10	Suministro e Instalación de Malla Electrosoldada de 4mm 15 x15.	Kg	74.27	$ 5,012	$ 372,235
	2.11	Suministro e Instalación de concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Construcción de Lavadero. e=0.10m.	m3	0.21	$ 322,618	$ 68,266
					TOTAL CIMENTACION	**$ 6,439,120**
3. ESTRUCTURA	3.1	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Columnas. Dim 0.17m x 0.12m.	m3	1.24	$ 330,892	$ 411,346
	3.2	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para columnetas. Dim. 0,12m x 0,10m.	m3	0.29	$ 330,892	$ 94,522
	3.3	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Vigas Aéreas. Dim 0.17m x 0,12m	m3	1.23	$ 336,716	$ 415,427
	3.4	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Dinteles / Alfajías. Dim.0.12m x 0.10m.	m3	0.11	$ 325,067	$ 35,887
	3.5	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Vigas Cinta. Dim 0.12m x0,10m	m3	0.59	$ 336,716	$ 199,761

	3.6	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Dado. Dim 0.20 x0,20m x 0,20m	m3	0.01	$ 324,365	$ 2,984
					TOTAL ESTRUCTURA	**$ 1,159,928**
4. MUROS	4.1	Suministro y Construcción de Muros y Culatas en Mampostería Bloque N° 5 o Similar.	m2	99.65	$ 21,567	$ 2,149,052
	4.2	Suministro y Construcción de Muros en Bloque Calado.Dim 20cm x20cm.	m2	4.75	$ 40,017	$ 189,961
	4.3	Suministro y Construcción de muros para Lavadero en Bloque N° 5 o Similar. Dim 2.00m x 1.00m.	m2	4.73	$ 21,447	$ 101,335
					TOTAL MUROS	**$ 2,440,348**
5. CUBIERTA	5.1	Suministro e Instalación de Teja en Fibrocemento N° 5. Dim (1.10m x1,52m).	m2	36.78	$ 23,631	$ 869,260
	5.2	Suministro e Instalación de Teja en Fibrocemento N° 6. Dim (1.10m x1,83m).	m2	13.23	$ 23,316	$ 308,498
	5.3	Suministro e Instalación de Teja en Fibrocemento N° 8 . Dim (1.10m x 2,44m).	m2	23.77	$ 24,784	$ 589,001
	5.4	Suministro e Instalación de perfil Metálico Rectangular de 0,08m x 0,04m x 6m.	m	66.192	$ 29,998	$ 1,985,659
	5.5	Suministro e instalación de Flanche en Lámina cal 26	m	7.23	$ 14,180	$ 102,523
	5.6	Suministro e instalación de Canal y Bajante.	m	8.73	$ 61,552	$ 537,351
	5.7	Suministro e Instalación de Perfil Metálico Rectangular de 0,10m x 0,10m x 6m	m	2.60	$ 42,328	$ 110,223
					TOTAL CUBIERTA	**$ 4,502,515**
6. CARPINTERIA MADERA	6.1	Suministro e Instalación de puerta en madera (0,80m x 2.30m). Incluye Marco, Ventilación Superior y Cerradura	un	4.00	$ 148,349	$ 593,395

	6.2	Suministro e Instalación de Puerta en Madera (0,70m x 2.30m). Incluye Marco, Ventilación Superior y Cerradura	un	2.00	$ 139,349	$ 278,697
	TOTAL CARPINTERÍA MADERA					**$ 872,092**
7. CARPINTERIA METALICA	7.1	Suministro e Instalación de Puerta Metálica (0.90m x 2.30m). Incluye Marco, Ventilación Superior y Cerradura.	un	1.00	$ 543,588	$ 543,588
	7.2	Suministro e Instalación de Ventana en Aluminio (1.00m x 1.00m). Incluye Vidrio color azul 3mm.	un	4.00	$ 195,724	$ 782,897
	TOTAL CARPINTERIA METÁLICA					**$ 1,326,485**
8. INSTALACIONES HIDRAULICAS	8.1	Red Hidráulica	gl	1.00	$ 146,839	$ 146,839
	8.2	Suministro e Instalación de Lavamanos. Incluye Grifería.	un	1.00	$ 88,724	$ 88,724
	8.3	Suministro e Instalación de Sanitario. Incluye Incrustaciones	un	1.00	$ 121,649	$ 121,649
	8.4	Suministro e Instalación de Ducha. Incluye Grifería.	un	1.00	$ 81,649	$ 81,649
	8.5	Suministro e Instalación de Lavaplatos. Dim 35cm x 50cm	un	1.00	$ 81,449	$ 81,449
	TOTAL INSTALACIONES HIDRÁULICAS					**$ 520,309**
9.INSTALACIONES SANITARIAS	9.1	Red Sanitaria PVCS 2"	gl	1.00	$ 137,432	$ 137,432
	9.2	Red Sanitaria PVCS 4"	gl	1.00	$ 54,970	$ 54,970
	TOTAL INSTALACIONES SANITARIAS					**$ 192,403**
10. INSTALACION ELECTRICA	10.1	Red Eléctrica	gl	1.00	$ 1,014,004	$ 1,014,004
	TOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA					**$ 1,014,004**
11. ACABADOS	11.1	Suministro e Instalación de Enchape de 30 x30 cm Color Blanco para Muros en Baño.	m2	11.73	$ 23,152	$ 271,566

	11.2	Suministro e Instalación de Enchape de 30 x30 cm Color Blanco para Piso Baño.	m2	2.63	$ 21,172	$ 55,672
	11.3	Suministro y Construcción de Mesón en Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi). 2.00 x 0.60m x 0,06m.	m3	0.08	$ 337,022	$ 27,905
	11.4	Suministro e instalación de Estufa Ecológica. Incluye Cuello de Camisa en Cubierta.	un	1.00	$ 391,649	$ 391,649
	11.5	Suministro e Instalación de Mortero 1:4 para Afinado de Piso e=0,02m	m3	0.98	$ 293,878	$ 288,766
	11.6	Suministro e Instalación de Pañete en Mortero 1:4 Impermeabilizado para Muros Internos del Lavadero. e=0.01m	m2	4.83	$ 12,475	$ 60,252
	11.7	Suministro e Instalación de Pañete en Mortero 1:4 para Muros e=0.01m	m2	257.4	$ 8,897	$ 2,290,144
	11.8	Suministro y Aplicación de Pintura Vinilo color blanco para muros interiores a 2 manos.	m2	154.7	$ 13,194	$ 2,040,852
	11.9	Suministro y Aplicación de Pintura tipo Koraza Color Blanco para Fachada a 2 manos.	m2	80.4	$ 13,564	$ 1,089,981
					TOTAL ACABADOS	**$ 6,516,789**
12. SISTEMA DE POSTRATAMIENTO PREFABRICADO AGUAS RESIDUALES	12.1	Suministro y Construcción de Caja de Inspección en Ladrillo Común. Dim. 60cm x 60cm x 60cm.	un	1.00	$ 254,348	$ 254,348
	12.2	Suministro e instalación de Trampa de Grasas de 250 L	un	1.00	$ 76,737	$ 76,737
	12.3	Suministro e Instalación de Tanque Séptico 500 L	un	1.00	$ 119,728	$ 119,728
	12.4	Suministro e Instalación de Filtro Anaeróbico de 500 L	un	1.00	$ 103,424	$ 103,424
	12.5	Suministro e Instalación de Pozo de Absorción	un	1.00	$ 226,499	$ 226,499
						$ 780,736

13. CAPACITACION						**$**	**550,000**
			TOTAL COSTOS DIRECTOS			**$**	**26,303,639**
			Administración	**AIU**	18%	$	4,734,655
			Imprevistos		3.0%	$	789,109
			Utilidades		4%	$	1,052,146
			Interventoría		7%	$	1,841,255
			TOTAL SIN TRANSPORTES			**$**	**35,270,804**

Fuente: Banco Agrario de Colombia.

7.2.2 PRESUPUESTO PROPUESTA VISRS

Tabla 11 Presupuesto propuesta VISRS.

PRESUPUESTO GENERAL PROPUESTA VISRS						
Capitulo	**Ítem**	**Actividades**	**Un**	**Cant**	**Valor Unitario**	**Valor Total**
1. PRELIMINARES	1.1	Localización y Replanteo	m2	81.00	$ 3,142	$ 254,520
	1.2	Excavación a Mano	m3	4.40	$ 17,473	$ 76,881
	1.3	Suministro, Instalación y Compactación de Relleno con Recebo Común.	m3	2.82	$ 58,319	$ 164,562
					TOTAL PRELIMINARES	**$ 495,963**
2. CIMENTACION	2.1	Suministro e Instalación de mezcla de tierra y cemento hecho en obra para primeros anillos de Cimentación. Dim. 35cm x 45cm.	m3	13.00	$ 320,767	$ 4,169,971
	2.3	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Placa de Contrapiso e= 0,08m	m3	3.93	$ 329,450	$ 1,294,878

	2.4	Suministro e Instalación de Malla Electrosoldada de 4mm 15 x15.	Kg	81.00	$	5,012	$	405,963
	2.5	Construcción de Lavadero.	m2	0.89	$	322,618	$	287,130
						TOTAL CIMENTACION	**$**	**6,157,942**
3. ESTRUCTURA	3.1	Suministro e Instalación de columnas de 3 varas de guadua unidas Dim 3m	m	2.00	$	70,000	$	140,000
	3.2	Suministro e Instalación de Vigas de cargas de madera para techo Dim 9.85m x 0,12m x 0,10	un	2.00	$	336,716	$	673,432
	3.3	Suministro e Instalación de Dinteles de madera para puertas y ventanas Dim.1.5m x 35cm x 5cm	un	5.00	$	40,000	$	200,000
	3.4	Suministro e Instalación de Dintel de madera para abertura posteriorDim.2.4m x 35cm x 5cm	un	1.00	$	65,000	$	65,000
	3.5	Suministro e Instalación de Dintel de madera para puertas Dim.1m x 35cm x 5cm	un	7.00	$	35,000	$	245,000
						TOTAL ESTRUCTURA	**$**	**1,323,432**
4. MUROS	4.1	Suministro y Construcción de Muros en superadobe	m3	38.05	$	690,000	$	26,252,789
	4.3	Suministro y Construcción de muros en quincha	m3	15.85	$	175,000	$	2,773,547
						TOTAL MUROS	**$**	**29,026,336**
5. CUBIERTA	5.1	Suministro e Instalación de láminas de techoline	m2	85.95	$	23,631	$	2,031,126
	5.4	Suministro e Instalación de esterilla de guadua	m2	85.95	$	6,000	$	515,700
	5.5	Suministro e instalación de Flanche en Lámina cal 26	m	7.23	$	14,180	$	102,523
	5.6	Suministro e instalación de Canal y Bajante.	m	8.73	$	61,552	$	537,351
		Suministro e Instalación de correas de bambú 4.17m	m	15.00	$	42,328	$	634,920

	5.7	Suministro e Instalación de correas de bambú 4.76m	m	15.00	$ 43,520	$ 652,800
	TOTAL CUBIERTA					**$ 4,474,419**
6. CARPINTERIA MADERA	6.1	Suministro e Instalación de puerta en madera (0,80m x 2.30m). Incluye Marco, Ventilación Superior y Cerradura	un	4.00	$ 148,349	$ 593,395
	6.2	Suministro e Instalación de Puerta en Madera (0,70m x 2.30m). Incluye Marco, Ventilación Superior y Cerradura	un	2.00	$ 139,349	$ 278,697
	TOTAL CARPINTERÍA MADERA					**$ 872,092**
7. ESTUFA ECOLOGICA		Suministro y Construcción de estufa a leña o carbón	un	1.00	$ 3,200,000	$ 3,200,000
	TOTAL ESTUFA ECOLÓGICA					**$ 3,200,000**
8. INSTALACIONES HIDRAULICAS	8.1	Red Hidráulica	gl	1.00	$ 146,839	$ 146,839
	8.2	Suministro e Instalación de Lavamanos. Incluye Grifería.	un	1.00	$ 88,724	$ 88,724
	8.3	Suministro e Instalación de Sanitario. Incluye Incrustaciones	un	1.00	$ 121,649	$ 121,649
	8.4	Suministro e Instalación de Ducha. Incluye Grifería.	un	1.00	$ 81,649	$ 81,649
	8.5	Suministro e Instalación de Lavaplatos. Dim 35cm x 50cm	un	1.00	$ 81,449	$ 81,449
	TOTAL INSTALACIONES HIDRÁULICAS					**$ 520,309**
9. INSTALACIONES SANITARIAS	9.1	Red Sanitaria PVCS 2"	gl	1.00	$ 137,432	$ 137,432
	9.2	Red Sanitaria PVCS 4"	gl	1.00	$ 54,970	$ 54,970
	TOTAL INSTALACIONES SANITARIAS					**$ 192,403**
10. SISTEMA ELECTRICO SOLAR		Suministro e instalación de red eléctrica con paneles solares	un	1.00	$ 12,000,000	$ 12,000,000
	TOTAL INSTALACIÓN ELÉCTRICA					**$ 12,000,000**

11. ACABADOS	11.1	Suministro e Instalación de Enchape de mosaico de vidrio reciclado para Muros en Baño.	m2	11.73	$ 23,152	$ 271,566
	11.2	Suministro e Instalación de Enchape de mosaico con cerámica reciclada para Piso Baño.	m2	2.63	$ 21,172	$ 55,672
	11.3	Suministro y Construcción de Mesón en Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi). 1.00 x 0.60m x 0,06m.	m3	0.08	$ 337,022	$ 27,905
	11.5	Suministro e Instalación de Mortero 1:4 para Afinado de Piso e=0,02m	m3	0.98	$ 293,878	$ 288,766
	11.6	Suministro e Instalación de Pañete en Mortero 1:4 Impermeabilizado para Muros Internos del Lavadero. e=0.01m	m2	4.83	$ 12,475	$ 60,252
	11.7	Suministro e Instalación de Pañete en Mortero 1:4 para Muros e=0.01m	m2	257.4	$ 8,897	$ 2,290,144
	11.8	Suministro y Aplicación de Pintura Vinilo color blanco para muros interiores a 2 manos.	m2	154.7	$ 13,194	$ 2,040,852
	11.9	Suministro y Aplicación de Pintura tipo Koraza para Fachada a 2 manos.	m2	80.4	$ 13,564	$ 1,089,981
					TOTAL ACABADOS	**$ 6,125,140**
12. SISTEMA DE POSTRATAMIENTO PREFABRICADO AGUAS RESIDUALES	12.1	Suministro y Construcción de Caja de Inspección en superadobe. Dim. 60cm x 60cm x 60cm.	un	1.00	$ 254,348	$ 254,348
	12.2	Suministro e instalación de Trampa de Grasas de 250 L	un	1.00	$ 76,737	$ 76,737
	12.3	Suministro e Instalación de Tanque Séptico 500 L	un	1.00	$ 119,728	$ 119,728
	12.4	Suministro e Instalación de Filtro Anaeróbico de 500 L	un	1.00	$ 103,424	$ 103,424
	12.5	Suministro e Instalación de Pozo de Absorción	un	1.00	$ 226,499	$ 226,499

	TOTAL SISTEMA DE POSTRATAMIENTO PREFABRICADO AGUAS RESIDUALES						**$**	**780,736**
13. SISTEMA DE AGUAS FLUVIALES		Suministro y Construcción de recolección de aguas fluviales	un	1.00	$	350,000	**$**	**350,000**
	TOTAL SISTEMA DE AGUAS FLUVIALES						**$**	**350,000**
TOTAL DE LA OBRA							**$**	**65,518,772**
14. CAPACITACION							**$**	**550,000**
	TOTAL COSTOS DIRECTOS						**$**	**65,518,772**
	Administración		**AIU**		18%		$	12,049,855
	Imprevistos				3.0%		$	2,008,309
	Utilidades				4%		$	2,677,746
	Interventoría		7%				$	4,686,055
	TOTAL SIN TRANSPORTES						**$**	**87,034,780**

Fuente: Elaboración propia.

7.3 EVALUACION DE LAS EMISIONES DE CO2

7.3.1 EVALUACION DE LAS EMISIONES DE CO2 DE LA PROPUESTA TIPO VISR PROMOVIDA POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

Tabla 12 Evaluación de las emisiones de CO2 de la propuesta TIPO VISR

Capitulo	Ítem	Actividades	MATERIAL	Un	Cant	Cant (kg)	EMISIONES KgCO2/Kg	SUBTOTAL EMISIONES KgCO2
1. PRELIMINARES	1.1	Localización y Replanteo	N.A.	m2	54.78	NA	0.0000	0.00
	1.2	Excavación a Mano	Excavación a Mano. Ver insumos del APU	m3	11.57	NA	0.0000	0.00
	1.3	Suministro, Instalación y Compactación de Relleno con Recebo Común.	Recebo Común. Ver insumos del APU	m3	2.82	4232.64	0.0060	25.40
	PRELIMINARES							
2. CIMENTACION	2.1	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500) psi hecho en obra para Viga de Cimentación. Dim. 20cm x 25cm.	Concreto de 175 kg/cm2 (2500) psi. Ver insumos del APU	m3	2.69	6186.66	0.1631	1009.04
	2.2	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Viga de Cimentación en Concreto de 175 kg/cm2 (2500 psi). Dim. 20cm x 20cm.	Concreto de 175 kg/cm2 (2500) psi. Ver insumos del APU	m3	0.18	412.62	0.1631	67.30
	2.3	Suministro y Construcción de Sobre cimiento en Ladrillo Común de 0,06m x 0.12m x 0.24m.	Ladrillo Común de 0,06m x 0.12m x 0.24m.	m2	7.75	589.16	0.0404	23.80

	2.4	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Viga de Amarre de Sobre cimiento. Dim 0.12m x 0.17m.	Concreto de 175 kg/cm2 (2500) psi. Ver insumos del APU	m3	1.23	2837.65	0.1631	462.82
	2.5	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Placa de Contrapiso e= 0,08m	Concreto de 175 kg/cm2 (2500) psi. Ver insumos del APU	m3	3.93	9039.98	0.1631	1474.42
	2.6	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500psi) hecho en obra para Andén e=0.08m	Concreto de 175 kg/cm2 (2500) psi. Ver insumos del APU	m3	0.56	1294.99	0.1631	211.21
	2.7	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Bordillo. e=0,10m x 0,10m de ancho.	Concreto de 175 kg/cm2 (2500) psi. Ver insumos del APU	m3	0.06	137.01	0.1631	22.35
	2.9	Hierro 1/4" figurado	Hierro 1/4" figurado. Ver insumos del APU	kg	229.31	229.31	0.2953	67.72
	2.8	Hierro 3/8" figurado	Hierro 3/8" figurado. Ver insumos del APU	kg	629.10	629.10	0.5168	325.12
	2.10	Suministro e Instalación de Malla Electrosoldada de 4mm 15 x15.	Malla Electrosoldada de 4mm 15 x15. Ver insumos del APU	Kg	74.27	74.27	0.5968	44.32
	2.11	Suministro e Instalación de concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Construcción de Lavadero. e=0.10m.	Concreto de 175 kg/cm2 (2500) psi. Ver insumos del APU	m3	0.21	486.68	0.1631	79.38
	CIMENTACION							
3. ESTRUCTURA	3.1	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Columnas. Dim 0.17m x 0.12m.	Concreto de 175 kg/cm2 (2500) psi. Ver insumos del APU	m3	1.24	2859.23	0.1631	466.34
	3.2	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para columnetas. Dim. 0,12m x 0,10m.	Concreto de 175 kg/cm2 (2500) psi. Ver insumos del APU	m3	0.29	657.02	0.1631	107.16

	3.3	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Vigas Aéreas. Dim 0.17m x 0,12m	Concreto de 175 kg/cm2 (2500) psi. Ver insumos del APU	m3	1.23	2837.65	0.1631	462.82
	3.4	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Dinteles / Alfajías. Dim.0.12m x 0.10m.	Concreto de 175 kg/cm2 (2500) psi. Ver insumos del APU	m3	0.11	253.92	0.1631	41.41
	3.5	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Vigas Cinta. Dim 0.12m x0,10m	Concreto de 175 kg/cm2 (2500) psi. Ver insumos del APU	m3	0.59	1364.50	0.1631	222.55
	3.6	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Dado. Dim 0.20 x0,20m x 0,20m	Concreto de 175 kg/cm2 (2500) psi. Ver insumos del APU	m3	0.01	21.16	0.1631	3.45
	ESTRUCTURA							
4. MUROS	4.1	Suministro y Construcción de Muros y Culatas en Mampostería Bloque N° 5 o Similar.	Bloque N° 5 o Similar. Ver insumos del APU	m2	99.65	7573.18	0.0404	305.96
	4.2	Suministro y Construcción de Muros en Bloque Calado. Dim 20cm x20cm.	Bloque Calado. Dim 20cm x20cm. Ver insumos del APU. Ver insumos del APU	m2	4.75	360.78	0.0404	14.58
	4.3	Suministro y Construcción de muros para Lavadero en Bloque N° 5 o Similar. Dim 2.00m x 1.00m.	Bloque N° 5 o Similar. Dim 2.00m x 1.00m. Ver insumos del APU	m2	4.73	359.10	0.0404	14.51
	MUROS							
5. CUBIERTA	5.1	Suministro e Instalación de Teja en Fibrocemento N° 5. Dim (1.10m x1,52m).	Teja en Fibrocemento N° 5. Dim (1.10m x1,52m). Ver insumos del APU	m2	36.78	501.73	0.1534	76.97
	5.2	Suministro e Instalación de Teja en Fibrocemento N° 6. Dim (1.10m x1,83m).	Teja en Fibrocemento N° 5. Dim (1.10m x1,52m). Ver insumos del APU	m2	13.23	180.47	0.1534	27.68
	5.3	Suministro e Instalación de Teja en Fibrocemento N° 8 . Dim (1.10m x 2,44m).	Teja en Fibrocemento N° 5. Dim (1.10m x1,52m). Ver insumos del APU	m2	23.77	324.16	0.1534	49.73

	5.4	Suministro e Instalación de perfil Metálico Rectangular de 0,08m x 0,04m x 6m.	Perfil Metálico Rectangular de 0,08m x 0,04m x 6m. Ver insumos del APU	m	66.192	152.90352	0.5168	79.02
	5.5	Suministro e instalación de Flanche en Lámina cal 26	Flanche en Lámina cal 26. Ver insumos del APU	m	7.23	75.915	3.0847	234.18
	5.6	Suministro e instalación de Canal y Bajante.	Canal y Bajante. Ver insumos del APU	m	8.73	11.09	1.0659	11.82
	5.7	Suministro e Instalación de Perfil Metálico Rectangular de 0,10m x 0,10m x 6m	Perfil Metálico Rectangular de 0,10m x 0,10m x 6m. Ver insumos del APU	m	2.60	11.72	0.5168	6.06
	CUBIERTA							
6. CARPINTERIA MADERA	6.1	Suministro e Instalación de puerta en madera (0,80m x 2.30m). Incluye Marco, Ventilación Superior y Cerradura	Puerta en madera (0,80m x 2.30m). Incluye Marco y Cerradura Ver insumos del APU	un	4.00	264.96	0.4680	124.00
	6.2	Suministro e Instalación de Puerta en Madera (0,70m x 2.30m). Incluye Marco, Ventilación Superior y Cerradura	Puerta en Madera (0,70m x 2.30m). Incluye Marco y Cerradura Ver insumos del APU	un	2.00	115.92	0.4680	54.25
	CARPINTERÍA MADERA							
7. CARPINTERIA METALICA	7.1	Suministro e Instalación de Puerta Metálica (0.90m x 2.30m). Incluye Marco, Ventilación Superior y Cerradura.	Puerta Metálica (0.90m x 2.30m). Incluye Marco y Cerradura. Ver insumos del APU	un	1.00	167.67	3.0847	517.21
	7.2	Suministro e Instalación de Ventana en Aluminio (1.00m x 1.00m). Incluye Vidrio color azul 3mm.	Ventana en Aluminio (1.00m x 1.00m). Incluye Vidrio color azul 3mm. Ver insumos del APU	un	4.00	61.56	3.0847	189.89
	CARPINTERIA METÁLICA							
8. INSTALACIONES HIDRAULICAS	8.1	Red Hidráulica	Ver insumos del APU	gl	1.00	18.16	1.0659	19.36
	8.2	Suministro e Instalación de Lavamanos. Incluye Grifería.	Lavamanos. Incluye Grifería. Ver insumos del APU	un	1.00	7.00	0.0404	0.28
	8.3	Suministro e Instalación de Sanitario. Incluye Incrustaciones	Sanitario. Incluye Incrustaciones Ver insumos del APU	un	1.00	39.79	0.0404	1.61

	8.4	Suministro e Instalación de Ducha. Incluye Grifería.	Ducha. Incluye Grifería. Ver insumos del APU	un	1.00	1.20	3.0847	3.70
	8.5	Suministro e Instalación de Lavaplatos. Dim 35cm x 50cm	Lavaplatos. Dim 35cm x 50cm Ver insumos del APU	un	1.00	12.00	3.0847	37.02
	INSTALACIONES HIDRÁULICAS							
9.INSTALACIONES SANITARIAS	9.1	Red Sanitaria PVCS 2"	Red Sanitaria PVCS 2" Ver insumos del APU	gl	1.00	26.04	1.0659	27.75
	9.2	Red Sanitaria PVCS 4"	Red Sanitaria PVCS 4" Ver insumos del APU	gl	1.00	26.16	1.0659	27.89
	INSTALACIONES SANITARIAS							
10. INSTALACION ELECTRICA	10.1	Red Eléctrica	Red Eléctrica Ver insumos del APU	gl	1.00	4.79	1.0756	5.15
	INSTALACIÓN ELÉCTRICA							
11. ACABADOS	11.1	Suministro e Instalación de Enchape de 30 x30 cm Color Blanco para Muros en Baño.	Enchape de 30 x30 cm Color Blanco	m2	11.73	140.75	0.0404	5.69
	11.2	Suministro e Instalación de Enchape de 30 x30 cm Color Blanco para Piso Baño.	Enchape de 30 x30 cm Color Blanco	m2	2.63	31.55	0.0404	1.27
	11.3	Suministro y Construcción de Mesón en Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi). 2.00 x 0.60m x 0,06m.	Concreto de 175 kg/cm2 (2500 psi). 2.00 x 0.60m x 0,06m.	m3	0.08	190.44	0.1631	31.06
	11.4	Suministro e instalación de Estufa Ecológica. Incluye Cuello de Camisa en Cubierta.	Estufa Ecológica. Incluye Cuello de Camisa en Cubierta.	un	1.00	15.00	3.0847	46.27
	11.5	Suministro e Instalación de Mortero 1:4 para Afinado de Piso e=0,02m	Mortero 1:4 para Afinado de Piso e=0,02m	m3	0.98	1277.39	0.2227	284.45
	11.6	Suministro e Instalación de Pañete en Mortero 1:4 Impermeabilizado para Muros Internos del Lavadero. e=0.01m	Pañete en Mortero 1:4 Impermeabilizado	m2	4.83	62.79	0.2227	13.98
	11.7	Suministro e Instalación de Pañete en Mortero 1:4 para Muros e=0.01m	Pañete en Mortero 1:4	m2	257.4	3346.4	0.2227	745.25

	11.8	Suministro y Aplicación de Pintura Vinilo color blanco para muros interiores a 2 manos.	Pintura Vinilo color blanco	m2	154.7	11.4	2.5400	28.90
	11.9	Suministro y Aplicación de Pintura tipo Koraza Color Blanco para Fachada a 2 manos.	Pintura tipo Koraza Color Blanco	m2	80.4	5.9	3.6430	21.54
	ACABADOS							
12. SISTEMA DE POSTRATAMIENTO PREFABRICADO AGUAS RESIDUALES	12.1	Suministro y Construcción de Caja de Inspección en Ladrillo Común. Dim. 60cm x 60cm x 60cm.	Ladrillo Común. Dim. 60cm x 60cm x 60cm.	un	1.00	432.00	0.53	228.96
	12.2	Suministro e instalación de Trampa de Grasas de 250 L	Trampa de Grasas de 250 L Ver insumos del APU	un	1.00	242.50	1.5859	384.58
	12.3	Suministro e Instalación de Tanque Séptico 500 L	Tanque Séptico 500 L Ver insumos del APU	un	1.00	485.00	1.5859	769.16
	12.4	Suministro e Instalación de Filtro Anaeróbico de 500 L	Filtro Anaeróbico de 500 L Ver insumos del APU	un	1.00	485.00	1.5859	769.16
	12.5	Suministro e Instalación de Pozo de Absorción	Pozo de Absorción Ver insumos del APU	un	1.00	211.63	1.0759	227.69
	SISTEMA DE POSTRATAMIENTO PREFABRICADO AGUAS RESIDUALES							
TOTAL EMISIONES								**10503.19**

FUENTE: Arquitecture and the environment. Comparison of building elements-Life Cycle Analysis, New Zealand Institute of Architects; D2. María Jesús González.

7.3.2 EVALUACION DE LAS EMISIONES DE CO2 DE LA PROPUESTA VISRS.

Tabla 13 Evaluación de las emisiones de CO2 de la propuesta VISRS.

Capitulo	Ítem	Actividades	MATERIAL	Un	Cant	Cant (kg)	EMISIONES KgCO2/Kg	SUBTOTAL EMISIONES KgCO2
1. PRELIMINARES	1.1	Localización y Replanteo	N.A.	m2	81.00	NA	0.00	0.00
	1.2	Excavación a Mano	Excavación a Mano. Ver insumos del APU	m3	4.40	NA	0.00	0.00
	1.3	Suministro, Instalación y Compactación de Relleno con Recebo Común.	Recebo Común. Ver insumos del APU	m3	2.82	4232.64	0.006	25.40
	PRELIMINARES							
2. CIMENTACION	2.1	Suministro e Instalación de mezcla de tierra y cemento hecho en obra para primeros anillos de Cimentación. Dim. 35cm x 45cm.	Tierra, cemento en % muy bajo, rollo de lona, alambre de púa, cal en % muy bajo	m3	13.00	2595.00	0.21	544.95
	2.3	Suministro e Instalación de Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi) hecho en obra para Placa de Contrapiso e= 0,08m	Concreto de 175 kg/cm2 (2500) psi. Ver insumos del APU	m3	3.93	9039.98	0.04	365.21
	2.4	Suministro e Instalación de Malla Electrosoldada de 4mm 15 x15.	malla electrosoldada de 4 mm	Kg	81.00	81.00	0.60	48.34
	2.5	Construcción de Lavadero.	Tierra, cemento en % muy bajo, rollo de lona, alambre de púa, cal en % muy bajo	m2	0.89			
	CIMENTACION							
3. ESTRUCTURA	3.1	Suministro e Instalación de columnas de 3 varas de guadua unidas Dim 3m	guadua	m	2.00	NA	0.00	0.00
	3.2	Suministro e Instalación de Vigas de cargas de madera para techo Dim 9.85m x 0,12m x 0,10	madera para techo	un	2.00	283.68	0.47	132.76

	3.3	Suministro e Instalación de Dinteles de madera para puertas y ventanas Dim.1.5m x 35cm x 5cm	madera para dinteles	un	5.00	157.50	0.47	73.71
	3.4	Suministro e Instalación de Dintel de madera para abertura posteriorDim.2.4m x 35cm x 5cm	madera para dinteles	un	1.00	50.40	0.47	23.59
	3.5	Suministro e Instalación de Dintel de madera para puertas Dim.1m x 35cm x 5cm	madera para dinteles	un	7.00	147.00	0.47	68.80
	ESTRUCTURA							
4. MUROS	4.1	Suministro y Construcción de Muros en superadobe	Tierra, cemento en % muy bajo, rollo de lona, alambre de púa, cal en % muy bajo	m3	38.05	3566.96	0.21	749.06
	4.3	Suministro y Construcción de muros en quincha	guadua, adobe, paja	m3	15.85	NA	0.00	0.00
	MUROS							
5. CUBIERTA	5.1	Suministro e Instalación de láminas de techoline	tejas techoline	m2	85.95	1172.36	0.86	1008.23
	5.4	Suministro e Instalación de esterilla de guadua	esterilla de guadua	m2	85.95	NA	0	0.00
	5.5	Suministro e instalación de Flanche en Lámina cal 26	Flanche en Lámina cal 26. Ver insumos del APU	m	7.23	75.915	3.0847	234.18
	5.6	Suministro e instalación de Canal y Bajante.	Canal y Bajante. Ver insumos del APU	m	8.73	11.09	1.0659	11.82
		Suministro e Instalación de correas de bambú 4.17m	correas de bambú	m	15.00	NA	0.00	0.00
	5.7	Suministro e Instalación de correas de bambú 4.76m	correas de bambú	m	15.00	NA	0.00	0.00
	CUBIERTA							
6. CARPINTERIA MADERA	6.1	Suministro e Instalación de puerta en madera (0,80m x 2.30m). Incluye Marco, Ventilación Superior y Cerradura	Puerta en madera (0,80m x 2.30m). Incluye Marco y Cerradura Ver insumos del APU	un	4.00	264.96	0.4680	124.00

	6.2	Suministro e Instalación de Puerta en Madera (0,70m x 2.30m). Incluye Marco, Ventilación Superior y Cerradura	Puerta en Madera (0,70m x 2.30m). Incluye Marco y Cerradura Ver insumos del APU	un	2.00	115.92	0.4680	54.25
	CARPINTERÍA MADERA							
7. INSTALACIONES HIDRAULICAS	8.1	Red Hidráulica	Red hidráulica Ver insumos del APU	gl	1.00	18.16	1.0659	19.36
	8.2	Suministro e Instalación de Lavamanos. Incluye Grifería.	Lavamanos. Incluye Grifería. Ver insumos del APU	un	1.00	7.00	0.0404	0.28
	8.3	Suministro e Instalación de Sanitario. Incluye Incrustaciones	Sanitario. Incluye Incrustaciones Ver insumos del APU	un	1.00	39.79	0.0404	1.61
	8.4	Suministro e Instalación de Ducha. Incluye Grifería.	Ducha. Incluye Grifería. Ver insumos del APU	un	1.00	1.20	3.0847	3.70
	8.5	Suministro e Instalación de Lavaplatos. Dim 35cm x 50cm	Lavaplatos. Dim 35cm x 50cm Ver insumos del APU	un	1.00	12.00	3.0847	37.02
	INSTALACIONES HIDRÁULICAS							
8. INSTALACIONES SANITARIAS	9.1	Red Sanitaria PVCS 2"	Red Sanitaria PVCS 2" Ver insumos del APU	gl	1.00	26.04	1.0659	27.75
	9.2	Red Sanitaria PVCS 4"	Red Sanitaria PVCS 4" Ver insumos del APU	gl	1.00	26.16	1.0659	27.89
	INSTALACIONES SANITARIAS							
9. INSTALACION ELECTRICA	10.1	Red Eléctrica	Red Eléctrica Ver insumos del APU	gl	1.00	4.79	1.0756	5.15
	INSTALACIÓN ELÉCTRICA							
10. ACABADOS	11.1	Suministro e Instalación de Enchape de mosaico de vidrio reciclado para Muros en Baño.	Enchape de 30 x30 cm Color Blanco	m2	11.73	140.75	0.0404	5.69
	11.2	Suministro e Instalación de Enchape de mosaico con cerámica reciclada para Piso Baño.	Enchape de 30 x30 cm Color Blanco	m2	2.63	31.55	0.0404	1.27
	11.3	Suministro y Construcción de Mesón en Concreto de 175 kg/cm^2 (2500 psi). 1.00 x 0.60m x 0,06m.	Concreto de 175 kg/cm2 (2500 psi). 2.00 x 0.60m x 0,06m.	m3	0.08	190.44	0.1631	31.06

	11.5	Suministro e Instalación de Mortero 1:4 para Afinado de Piso e=0,02m	Mortero 1:4 para Afinado de Piso e=0,02m	m3	0.98	1277.39	0.2227	284.45
	11.6	Suministro e Instalación de Pañete en Mortero 1:4 Impermeabilizado para Muros Internos del Lavadero. e=0.01m	Pañete en Mortero 1:4 Impermeabilizado	m2	4.83	62.79	0.2227	13.98
	11.7	Suministro e Instalación de Pañete en Mortero 1:4 para Muros e=0.01m	Pañete en Mortero 1:4	m2	257.4	3346.4	0.2227	745.25
	11.8	Suministro y Aplicación de Pintura Vinilo color blanco para muros interiores a 2 manos.	Pintura Vinilo color blanco	m2	154.7	11.4	2.5400	28.90
	11.9	Suministro y Aplicación de Pintura tipo Koraza para Fachada a 2 manos.	Pintura tipo Koraza Color Blanco	m2	80.4	5.9	3.6430	21.54
	TOTAL ACABADOS							
11. SISTEMA DE POSTRATAMIENTO PREFABRICADO AGUAS RESIDUALES	12.1	Suministro y Construcción de Caja de Inspección en superadobe. Dim. 60cm x 60cm x 60cm.	Tierra, cemento en % muy bajo, rollo de lona, alambre de púa, cal en % muy bajo	un	1.00	1201.80	0.21	252.38
	12.2	Suministro e instalación de Trampa de Grasas de 250 L	Trampa de Grasas de 250 L Ver insumos del APU	un	1.00	242.50	1.5859	384.58
	12.3	Suministro e Instalación de Tanque Séptico 500 L	Tanque Séptico 500 L Ver insumos del APU	un	1.00	485.00	1.5859	769.16
	12.4	Suministro e Instalación de Filtro Anaeróbico de 500 L	Filtro Anaeróbico de 500 L Ver insumos del APU	un	1.00	485.00	1.5859	769.16
	12.5	Suministro e Instalación de Pozo de Absorción	Pozo de Absorción Ver insumos del APU	un	1.00	211.63	1.0759	227.69
12. BAÑO SECO		Suministro y Construcción de baño seco		un	1.00			
13. SISTEMA DE AGUAS FLUVIALES		Suministro y Construcción de recolección de aguas fluviales		un	1.00	20.32	1.2759	25.93

14. SISTEMA ELECTRICO SOLAR		Suministro e instalación de red eléctrica con paneles solares		un	1.00			
15. BIODIGESTOR		Suministro e instalación de biodigestor		un	1.00			
16. CALENTADOR SOLAR		Suministro e instalación de calentador solar		un	1.00			
17. ESTUFA		Suministro y Construcción de estufa a leña o carbón		un	1.00	15.00	3.0847	46.27
TOTAL EN IMPLEMENTACION DE SISTEMAS SUSTENTABLES								
TOTAL EMISIONES								7194.36

FUENTE: Arquitecture and the environment. Comparison of building elements-Life Cycle Analysis, New Zealand Institute of Architects; D2. María Jesús González.

8 ANALISIS DE RESULTADOS

PRESUPUESTO	
PROYECTO TIPO VISR	**$35,270,804**
PROPUESTA VISRS	**$ 87,034,780**

EMISIONES KgCO2	
PROYECTO TIPO VISR	**10503.19**
PROPUESTA VISRS	**7194.36**

La evaluación de las emisiones de CO2 arrojó un resultado favorable para la propuesta VISRS, la vivienda presentada con consideraciones de sostenibilidad arrojó una huella de carbono del 31.5% menos en comparación con la vivienda evaluada del proyecto TIPO VISR promovido por el Banco Agrario de Colombia. Este resultado arrojado representa que el impacto ambiental de la propuesta VISRS es menor al proyecto que en la actualidad se ejecuta en el país, por lo que se puede considerar cierta viabilidad en términos ambientales de la apropiación del presente proyecto, para ser consolidado y presentado como proyecto TIPO SOSTENIBLE hacia las entidades estatales.

El principal factor que influye en la diferencia evidenciada en la evaluación de emisiones de CO2 es el cambio de materiales tradicionales a materiales de construcción a base de tierra y

técnicas vernáculas que permiten el aprovechamiento de los materiales presentes en la región en donde se ejecutaría el proyecto de vivienda de interés social rural.

Por otro lado, presupuestalmente la vivienda que presenta consideraciones de sostenibilidad cuenta con un costo más elevado al de la propuesta TIPO VISRS, esto debido a que se incluyen sistemas adicionales que permiten a la vivienda ser autosuficiente en el abastecimiento de los servicios públicos básicos, agua, gas y luz eléctrica, sin embargo es importante dejar claridad que los costos de transporte no son representativos en el presupuesto de esta a diferencia del proyecto tipo que está consolidado con materiales tradicionales que efectivamente requieren del uso de transporte masivo no solo para llevarlos al sitio de ejecución sino también para su obtención, lo que se ve representado en las elevadas cantidades de emisiones de CO_2 evaluadas, que finalmente terminan causando un impacto ambiental 31.5% más significativo que el proyecto sostenible.

En un análisis presupuestal específico acerca del transporte de materiales en los dos casos comparados y de acuerdo con el documento referenciado en la matriz del inventario de la información, ítem No.49 llamado PROYECTO ESTÁNDAR: CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL RURAL, en el capítulo 5 – Presupuesto, cronograma y sostenibilidad numeral 5.1 Presupuesto, afirman que.

“Los costos de transporte de material a cada una de las viviendas no está incluido, sin embargo se estima que el transporte de este material puede ascender al 13% de los costos directos del proyecto.”

Por lo tanto, en el presupuesto base tomado como referencia, el cual es el utilizado por el Banco Agrario de Colombia, en la ejecución del proyecto VISR Tipo, no están contemplados los costos del transporte de los materiales a sitio, luego este es un factor que como lo menciona en el documento referenciado significa un aumento de los costos directos en un 13%, en el análisis presupuestal, el costo directo de una vivienda del proyecto Tipo sin transportes está en $ 26,303,639.25, el costo del transporte ascendería al valor de
$ 3,419,473, si se calcula con el AIU arroja un valor de $38,690.277 como se puede evidenciar en la siguiente tabla.

Tabla 13 Apreciación del costo de la vivienda del proyecto Tipo con transporte incluido.

13. Capacitación			$	550,000
TOTAL COSTOS DIRECTOS			$	26,303,639.25
Administración	**AIU**	18%	$	4,734,655
Imprevistos		3.0%	$	789,109
Utilidades		4%	$	1,052,146
Interventoría		7%	$	1,841,255
Transportes		13%	$	3,419,473
TOTAL CON TRANSPORTES			**$**	**38,690,277**

En una proyección de los costos de transporte de la propuesta VISRS, la estimación sería alrededor del 1.5% ya que la mayoría de los materiales según los sistemas constructivos propuestos se encuentran en sitio y la los faltantes no necesitarían de un transporte masivo sino que este puede ser reemplazado por animales de carga o entre las mismas personas que estarían involucradas en la ejecución del proyecto y no son materiales pesados, los materiales significativos serían la herramienta menor, tejas livianas de techoline, el rollo de polipropileno para en sistema constructivo en superadobe, bultos de cemento y cal, alambre de púa, paneles solares y en determinado caso alguna madera reciclada para formaletas en los vanos de la vivienda entre otros.

La evaluación presupuestal del transporte de la propuesta VISRS proyectando un 1.5% sobre el costo directo de $ 65,518,772 el costo del transporte ascendería al valor de $ 982,872 más el AIU arroja un valor de $ 88,017,561 como se puede evidenciar en la siguiente tabla.

Tabla 14 Apreciación del costo de la vivienda de la propuesta VISRS con transporte incluido.

15. Capacitación			$	550,000
TOTAL COSTOS DIRECTOS			**$**	**65,518,772**
Administración	**AIU**	18%	$	11,793,379
Imprevistos		3.0%	$	1,965,563
Utilidades		4%	$	2,620,751
Interventoría	7%		$	4,586,314
Transportes	1.5%		$	982,782
TOTAL CON TRANSPORTES			**$**	**88,017,561**

Comparación de valores del costo del transporte entre el proyecto Tipo VISR y la propuesta VISRS:

Tabla 15 Comparación de valores del costo del transporte entre el proyecto Tipo VISR y la propuesta VISRS.

TRANSPORTE	% RESPECTO DEL COSTO DIRECTO	VALOR
Proyecto Tipo VISR	13	$ 3,419,473.10
Propuesta VISRS	1.5	$ 982,782

9 CONCLUSIONES

En el marco del reconocimiento de los elementos técnicos de sostenibilidad, se llevó a cabo una revisión bibliográfica que permitió identificar las fuentes renovables de energía, tecnologías limpias y metodologías promovidas por diferentes instituciones como LEED y el USGBC, los anteriores fueron expuestos en el marco teórico del presente documento.

El resultado de la revisión bibliográfica se evidencia mediante el inventario y reducción de la información en una matriz de 50 ítems expuesta en el capítulo No.6 llamado desarrollo metodológico, en esta matriz se consolidan las bases teóricas que permitieron la postulación de los aspectos técnicos a modificar en el Proyecto Tipo VISR, desde una perspectiva del reconocimiento de diferentes artículos y proyectos de investigación que muestran cómo se puede direccionar un diseño hacia la búsqueda de la reducción de los impactos ambientales del mismo, de esta manera surgen los elementos técnicos de sostenibilidad y materiales de construcción sostenibles que permitieron la consolidación de la propuesta VISRS.

De acuerdo con los materiales y técnicas de construcción utilizados en la propuesta VISRS, este proyecto se postula para ser ejecutado sobre todo en las regiones del país donde hay presencia de guadua abundante, por lo tanto la región del Quindío sería una opción efectiva para desarrollar un proyecto piloto, también se podría contemplar la región de Antioquia, esto teniendo en cuenta también que, en las tres visitas de campo realizadas, expuestas en el literal 6.1.3, la comunidad mostró gran aceptación hacia la implementación de las técnicas de construcción a base de tierra.

En términos de costos, si bien la vivienda de la propuesta sostenible termina siendo más costosa que el proyecto tipo, es importante resaltar que, es una vivienda autosuficiente, que cuenta con la totalidad de los servicios públicos satisfaciendo las necesidades básicas de las familias beneficiadas, es una

vivienda que ofrece confort térmico al interior de la vivienda debido a las propiedades termorreguladoras del material escogido para la estructura, el superadobe.

Luego de realizar el taller de bioconstrucción en superadobe y haber obtenido el acercamiento no solo teórico sino también práctico con esta técnica, se confirmó que este método de construcción a base de tierra, se puede ejecutar en comunidad con otras personas que no necesariamente cuenten con mano de obra calificada o experiencia en el medio de la construcción, ya que es una técnica que se aprende de forma versátil; para el caso del taller fue suficiente contar con la capacitación del superadobista durante el desarrollo del curso, lo anterior, permite que un proyecto pueda ser ejecutado con al menos una persona capacitada y varios voluntarios, lo que permite que se pueda construir en periodos de tiempo más cortos a los de la construcción tradicional y con calidad garantizada.

Con el modelo de vivienda propuesto se demostró que la apropiación e inclusión de energías renovables y conceptos de sostenibilidad en los proyectos de construcción más básicos como lo es una vivienda de interés social para el área rural, representa una oportunidad para miles de familias que se encuentran ubicadas en la condición más dispersa, de tener una vivienda digna y mejorar su calidad de vida, lo anterior es uno más de los beneficios que se obtienen de los materiales y métodos constructivos utilizados ya que no se requiere del transporte masivo de estos al sitio, dado que la mayoría se encuentran en el medio donde se ejecutará el proyecto y los demás pueden ser transportados por personas o animales de carga, en el análisis presentado, el transporte de la propuesta VISRS representa el 28.74% del valor del transporte del proyecto Tipo, en términos ambientales es muy significativo que se reduzca el transporte masivo ya que es alta fuente de emisiones de CO_2.

RECOMENDACIONES

El uso de energías alternativas como la energía solar-fotovoltaica, eólica, biomasa e hidroeléctrica en el desarrollo de proyectos de vivienda o cualquier tipo de obra civil, debería ser propuesto como requisito en la estructuración de los proyectos de la industria de la construcción en Colombia, específicamente, en los proyectos TIPO que promueve el Estado, esto promovería en la sociedad un mayor compromiso en el cuidado del medio ambiente en las emisiones de CO2 que genera sobre todo este sector y una oportunidad para involucrarse en la creación o adquisición de tecnologías que faciliten el aprovechamiento de los recursos locales y preservación de los recursos naturales no renovables.

Este proyecto VISRS, para los objetivos de la presente investigación aplicada cumplió con los objetivos planteados al inicio de la investigación, sin embargo, presenta un alto potencial de ser mejorado y estructurado como un proyecto ejecutable en el territorio nacional inicialmente, tiene características que pueden ser adaptables para diferentes condiciones geográficas o climáticas, de tal manera que mediante la continuidad de esta investigación, se puede llegar a obtener proyectos de ejecución real que contribuyan al disminuir el déficit habitacional del sector rural en el país y beneficiar a muchas familias en necesidad.

10 REFERENCIAS

Andino, C. (2014). Evaluación del comportamiento térmico de los domos de Superadobe en climas fríos. *Universitat Politécnica De Catalunya, Etsab*. http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/2650/1/T-SENESCYT-00848.pdf

Andriotti, I., Gonzalo, E., & Emanuel, I. G. (n.d.). *Diseño y Cálculo de una Vivienda Bioclimática Energéticamente Autosustentable*.

Banco Agrario de Colombia. (01 de Enero de 2019). *Departamento Nacional de Planeación.* Recuperado el 09 de Mayo de 2019, de Proyectos tipo: https://proyectostipo.dnp.gov.co/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=130&Itemid=236

Bautista Gordillo, J. D., & Loaiza Elizalde, N. F. (2017). LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE APLICADA A LAS VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN COLOMBIA. *Semillas Ambientales*, 86-110.

Barnet, Y., Jabrane, F., & USMP. (2015). Eco-Domo. Una Propuesta Para Protegerse De Las Heladas En Las Comunidades Rurales. *Campus*, *20*, 69–100. http://www.usmp.edu.pe/ivuc/pdf/articulo_eco-domo_3.pdf

Carazas Aedo, W., & Rivero Olmos, A. (2002). *BAHAREQUE: Guía de construcción parasísmica.* Francia: CRATerre.

Comisión Europea. (4 de Diciembre de 2015). *Materiales nuevos para reducir la energía incorporada de los edificios*. Obtenido de Servicio de información para la comunidad de investigación y desarrollo (CORDIS): https://cordis.europa.eu/article/id/400001-embodied-energy/es

Consejo Nacional de Política Económica y Social (COMPES) 3934. (2018). *POLÍTICA DE CRECIMIENTO VERDE.* Bogotá: -.

Constitución política de Colombia. (1991). *Constitución política de Colombia.* Bogotá, Colombia: Cooperativa Editorial Magisterio.

Contraloría General de la República. (31 de Marzo de 2016). *Vivienda de Interés Social Rural: Un derecho sin una política eficiente y eficaz.* Bogotá: Boletin Macro Fiscal 14. Obtenido de Contraloría General de la República: https://www.contraloria.gov.co/web/finanzas-publicas/ley-617-de-20001?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=483717&_101_type=document&inheritRedirect=false

Canadell Ruiz, S. (2014). Estudio estructural de domos realizados con la técnica de falsa cúpula y superadobe. *Escola de Camins*. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/23904/TFGSCR.pdf

Canadell, S., Blanco, A., & Cavalaro, S. H. P. (2016). Comprehensive design method for earthbag and superadobe structures. *Materials and Design*, *96*, 270–282. https://doi.org/10.1016/j.matdes.2016.02.028

Castilla Pascual, F. J. (2004). *Estabilización de morteros de barro para la protección de muros de tierra*. 121. http://oa.upm.es/8826/5/FRANCISCO_JAVIER_CASTILLA_PASCUAL_I.pdf

Catalán, R. (2017). *Construcción con tierra Reinterpretación de una tradición*. 35.

Chu, C., Chen, S., Lay, C., Wu, J., Cheng, M., & Lin, C. (2010). Anaerobic fermentative system based scheme for green energy sustainable houses. *International Journal of Hydrogen Energy*, *36*(14), 8719–8726. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2010.06.076

Clavera, I. (2005). *B. Marín Martínez, I. Clavera*. *28*, 37–44.

Clim, C. (n.d.). *Calentadores solares: energía renovable en tu hogar*. 1–19.

Construccion-Con-Paja-G-Minke.Pdf. (n.d.).

Desarrollo, P. N. D. E., Másmela, G. A., Salazar, R. A., Estévez-bretón, J. B., & Castro, D. U. (2018). *Bases del plan nacional de desarrollo 2018-2022*.

DIRSECIU, P. (2017). *No*. 1–14.

Diulio, M. de la P., Netto, G. R., Berardi, R., & Czajkowski, J. D. (2016). Impacto de la envolvente en la demanda de energía en calefacción residencial de la región metropolitana de La Plata, tomando como caso testigo el reciclado energético de una vivienda. *Ambiente Construído*, *16*(1), 55–70. https://doi.org/10.1590/s1678-86212016000100060

Departamento Nacional de Planeación. (2017). *Construcción de Vivienda de Interés social Rural.* Bogotá: -.

Departamento Nacional de Planeación. (2017). *PROYECTOS TIPO: 18 Construcción de Vivienda de Interés Social Rural.* Bogotá: -.

División geotérmica de Chile. (2008). *Energía geotérmica.* Obtenido de http://www.url.edu.gt/PortalURL/Archivos/44/Archivos/CGA_GEOTERMIA.pdf

Econ, S. C., Ambiental, M., Curricular, P., Autores, A., David, J., Gordillo, B., Fabi, N., Elizalde, L., & Rivera, M. P. (2017). *La construcción sostenible aplicada a las viviendas de interés social en colombia*. *11*(1), 86–110.

Ediciones, E. (n.d.). *Ecoe ediciones*.

Escuintla, P. D. E. I. (n.d.). *02_3328*.

Esmeralda, D., Ruiz, G., Canela, F. C., & Moreira, T. A. (n.d.). *SUSTENTABILIDAD EN LA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL . Guadalajara-Curitiba contemporáneas*.

Frqvwux, T. X. H., Od, H. F., Duwlfxodgd, J. L., Ri, T., Flw, W. K. H., Wkh, D. Q. G., & Pdqdjhphqw, L. (2011). *La vivienda de interés social en Colombia , principios y retos*. *1*, 55–60.

Fernández Díez, P. (2015). *Energía Mareomotriz.* Obtenido de http://files.pfernandezdiez.es/EnergiasAlternativas/mar/PDFs/01Mareas.pdf

Fernández, F. (2018). *Periódico la Voz de Galicia.* Obtenido de Un molino de viento que vale por diez.

García Serrano, J. (2009). *Proyecto tecnológico: VIVIENDA SOSTENIBLE*.

Gatti, F. (2012). *ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN EN TIERRA, Estudio Comparativo de las Técnicas Contemporáneas en Tierra*. 3–45.

García Ubaque, C. A., & Gil Hernandez, M. F. (Enero - Junio de 2018). Estado del arte sobre vivienda de interés social rural en Colombia. Ajustes normativos desde 1930 hasta 2015. *Revista Vínculos, 15*(1), 12. doi:https://doi.org/10.14483/2322939X.13006.

Generalitat de Catalunya . (2010). *Estratègia per al Desenvolupament Sostenible de Catalunya*. Obtenido de http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/educacio_i_sostenibilitat/desenvolupament_sostenible/estrategia_per_al_desenvolupament_sostenible_de_catalunya/archivos/estrategia_para_el_desarrollo_sostenible_de_cataluna_2010.pdf

http://mastersuniversitaris.upc.edu/tecnologiaarquitectura

Gil Pacheco, K. A. (2003). Trabajo Especial De Grado. *Bibliogeo.Ing.Ucv.Ve*, 138. http://bibliogeo.ing.ucv.ve/DB/bfiegucv/EDOCS/SRed/2012/10/T041500005176-0-TEG_ANAYA_RAQUEL_2004-000.pdf

Gimenez Alvarez, J. M., & Gómez Targarona, J. C. (2011). *Generación eólica empleando distintos tipos de generadores considerando su impacto en el sistema de potencia.* Obtenido de http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v78n169/a11v78n169.pdf

Higuera Espinosa, L. (2013). *Políticas sobre vivienda de interés social y vivienda de interés prioritaria en Colombia*. Obtenido de Universidad Militar Nueva Granada: https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/11703/Politicas%20sobre%20VIS%20Y%20VIP%20en%20Colombia.pdf;jsessionid=E749DA8F7FDB0A1FF12BD09FB2481169?sequence=1

Infocol Ltda. (2016). *HIDROENERGÍA.* Obtenido de https://www1.upme.gov.co/Energia_electrica/Atlas/Atlas_p25-36.pdf

Justo, M., Martin, H., Fournier, J., Lacarrière, B., & Corre, O. Le. (2017). *ScienceDirect ScienceDirect Analysis of reduction of energy demands for Zero Emission Renovated Office Building by using thermal mass and ventilative Assessing the feasibility cooling of using the heat demand-outdoor temperature function for a long-term d*.

Lunares, B., & Espaciales, A. (1991). *Estructura sismo resistente en las estructuras de Superadobe*.

La piel de la arquitectura de tierra.pdf. (n.d.).

Manual de construcción. (n.d.).

Mercader, M. P., Arellano, A. R. De, & Olivares, M. (2012). *CO 2 producidas en edificación derivadas de los recursos materiales consumidos en su ejecución*. *64*, 401–414. https://doi.org/10.3989/ic.10.082

Minke, G. (2001). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra*. Forschungslabor für Experimentelles Bauen Universidad de Kassel.

Minke, G. (2004). *Techos verdes. Planificación, ejecución y consejo prácticos.pdf* (p. 88).

Minke, G. (2005). *Manual Construccion En Tierra: La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual* (p. 222). www.entrelibros.com

Ministerio de Ambiente y Vivienda y Desarrollo Territorial. (2011). *Los materiales en la construcción de la vivienda de interés social.* Boogotá: Guías de Asistencia Técnica para Vivienda de Interés Social No 2.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2009). *Definición Vivienda de Interés Social*. Obtenido de http://www.minvivienda.gov.co/ConceptosJuridicos/Concepto%20101503%20del%2010%20de%20septiembre%20de%202009%20-%20Definici%C3%B3n%20vivienda%20de%20inter%C3%A9s%20social.pdf

Moreno Cortés, P. A. (2013). *Energía eólica: ventajas y desventajas de su utilización en Colombia* . Obtenido de https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10602/Monograf%C3%ADa.pdf?sequence=1

Nacional, D., Subdirecciòn, D. P., & Pùblicas, D. I. (2015). *CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL RURAL*.

Nayelly, B., & Martínez, V. (2015). *Vivienda bioclimática sustentable en regiones de clima cálido árido : implicaciones ambientales , económicas y sociales* .

Nieto-escalante, J. A. (2011). *Guia_De_Techos_Verdes_2011.Pdf* (pp. 1–87).

No Title. (n.d.).

Naredo, J. M. (2004). *Sobre el origen, el uso y el contenido del término sostenible*. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1333758

National Geographic. (2010). *Energía hidroeléctrica.* Obtenido de https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/energia-hidroelectrica

Objetivos, A., Plan, D. E. L., Desarrollo, N. D. E., & Plan, E. (2018). *No Title*.

Ortiz Meléndez, E. J., & Velandia Prieto, M. A. (2014). *Diseño de una vivienda domótica autosustentable para el área rural en piso térmico frío (Design of a self-sustaining domotic house for the rural area in cold thermal floor)*. http://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/1376

París, A. De, & Presidente, P. (2015). *Convención Marco sobre el Cambio Climático*. *21930*.

Pousette, A., Larsman, P., Hemlin, S., Kauth, M. R., Sullivan, G., Blevins, D., Cully, J. A., Landes, R. D., Said, Q., Teasdale, T. A., Boasberg, J., The Department of Education, Academy, T., Academy, R., Trakt, S. S., Quinot, G., Liebenberg, S., Miller JC, I. I. I., Walton, T. F., … Logan, J. (2014). No Title. *Implementation Science*, *39*(1), 1–15. https://doi.org/10.4324/9781315853178

Pascual, E. (2018). *¿Cómo hacer paneles solares caseros?* Obtenido de https://elblogverde.com/paneles-solares-caseros/

Perpiñán Lamigueiro, O. (2018). *Energía solar fotovoltaica.* Obtenido de https://oscarperpinan.github.io/esf/ESF.pdf

Quintero González, J. R., & Quintero González, L. E. (2015). *Energía mareomotriz: potencial energético y medio ambiente.* Obtenido de http://bdigital.unal.edu.co/65492/1/46511-278712-1-PB.pdf

Regsistem. (2016). *Molinos de viento.* Obtenido de https://www.regsistem.com/es/molinos-de-viento/

Rodriguez, J. S., & Pinzón, J. G. (2016). *Estado del arte de la autoconstrucción sostenible en Colombia.* Bogotá.

Rodriguez, J. S., & Pinzón, J. G. (2016). *Estado del arte de la autoconstrucción sostenible en Colombia*. Obtenido de http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3457/1/RodriguezRodriguezJennySofia2016.pdf

Scialpi, G., & Rotondaro, R. (2013). *Investigacion teórico-práctica sobre la cultura constructiva regional en las terminaciones de muros de tierra cruda en dos climas de argentina*. 1–12.

Site, C. Y. (2006). *The Cob Builders Handbook*.

Soler, P. (2017). *Uso del bambú en la arquitectura contemporánea*. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/106203/SOLER - CSA-F0111 Uso del bambú en la arquitectura contemporánea.pdf?sequence=1

Sostenible, L. A. V. (2014). *La vivienda sostenible*.

Santoyo, É., & Barragán Reyes, R. M. (2010). *Energía Geotérmica.* Obtenido de https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/61_2/PDF/EnergiaGeotermica.pdf

Sec. de Energía Barcelona. (2008). *Energía de Biomasa.* Obtenido de http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_biomasa.pdf

Secretaría de Energía Barcelona. (2008). *Energía Solar*. Obtenido de http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_solar.pdf

Susunaga Monrroy, J. M. (2014). *CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE, UNA ALTERNATIVA PARA LA EDIFICACIÓN DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL Y PRIORITARIO.* Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

Tijuana, D., & Reyes, E. M. (2010). *Hacia una Vivienda de Interés Social Sostenible*. *Universidad politécnica de madrid*. (2017).

Valencia, D. (2018). Universidad de Medellín. *Universidad de Medellín*, *17*, 18.

https://doi.org/https://doi.org/10.22395/rium.v17n33a2

Vivienda social sostenible para Sincelejo Vivienda social urbana con desarrollo progresivo. (2018).

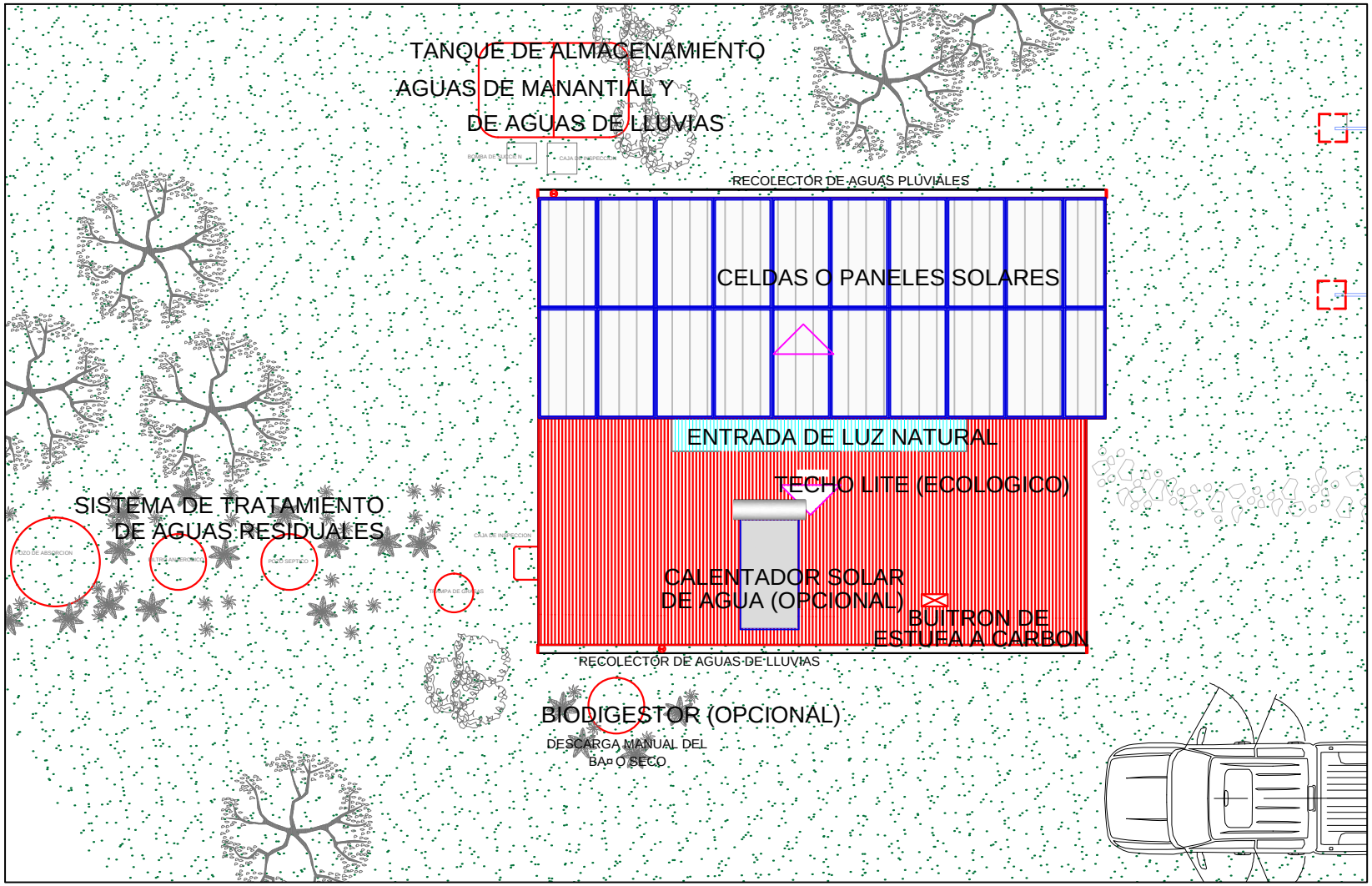
Wahid, H., Ahmad, S., Nor, M. A. M., & Rashid, M. A. (2017). FUNDAMENTOS PARA EL DISEÑO DE BIODIGESTORES Módulo para la asignatura de Construcciones Agrícolas. *Jurnal Ekonomi Malaysia*, *51*(2), 39–54. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Wadel, G., Avellaneda, J., & Cuchí, A. (2010). *La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: cerrando el ciclo de los materiales.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/41804886_La_sostenibilidad_en_la_arquitectura_industrializada_cerrando_el_ciclo_de_los_materiales

Xie, Y., Gilmour, M. S., Yuan, Y., Jin, H., & Wu, H. (2017). *A review on house design with energy saving system in the UK*. *71*(January 2016), 29–52.

Yuste, B. (2009). *Arquitectura de tierra: caracterización de los tipos edificatorios*. 122.

Zhao, Z., Lu, Q., & Jiang, X. (2015). *An Energy Efficient Building System Using Natural Resources-- Superadobe System Research*. *121*, 1179–1185. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.09.133



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

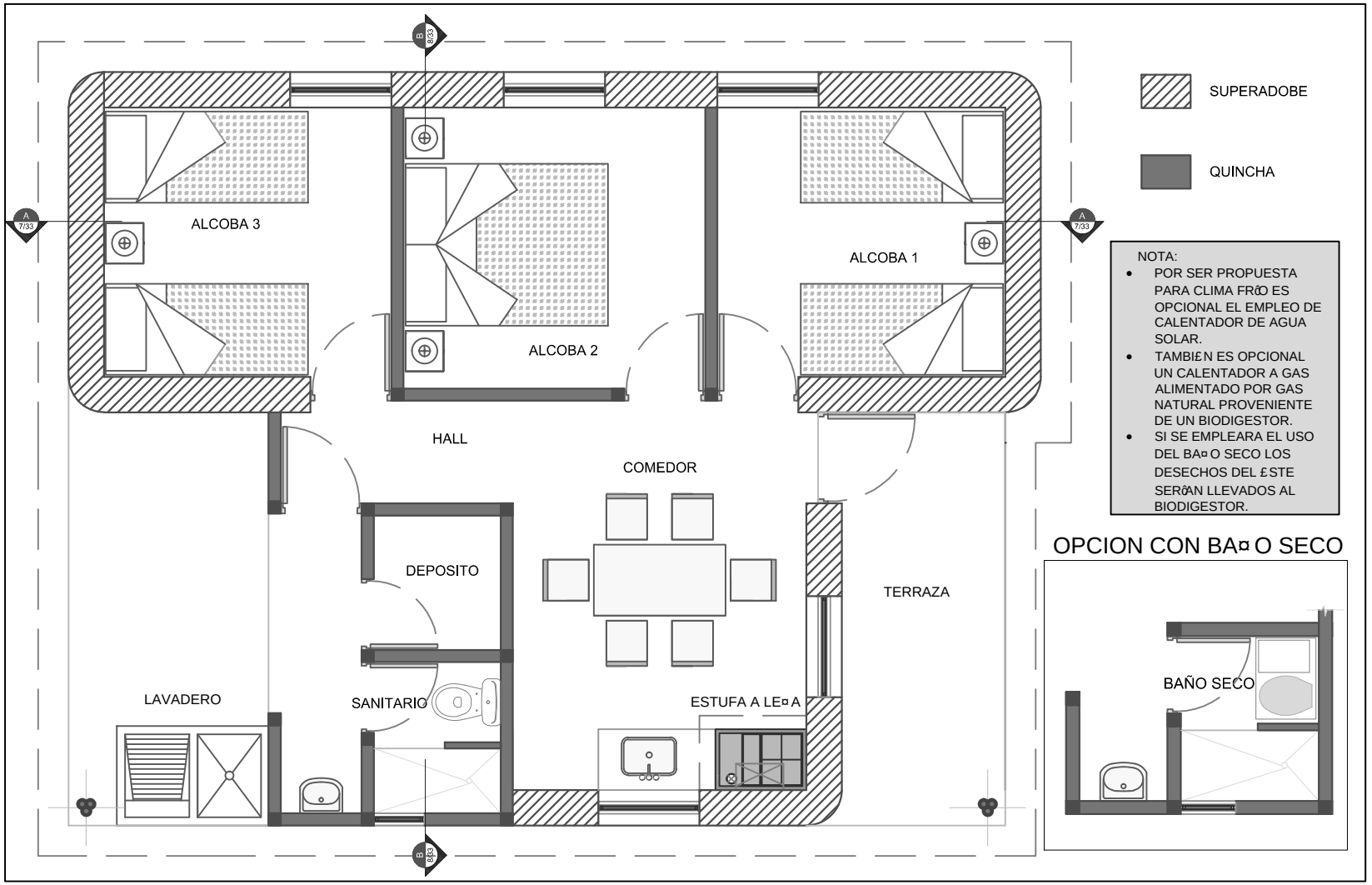
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
PLANO DE CONJUNTO

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
1 /31

Fecha:
17 /Enero /2019



NOTA:

- POR SER PROPUESTA PARA CLIMA FRÕO ES OPCIONAL EL EMPLEO DE CALENTADOR DE AGUA SOLAR.
- TAMBI£N ES OPCIONAL UN CALENTADOR A GAS ALIMENTADO POR GAS NATURAL PROVENIENTE DE UN BIODIGESTOR.
- SI SE EMPLEARA EL USO DEL BA¤O SECO LOS DESECHOS DEL £STE SERÕAN LLEVADOS AL BIODIGESTOR.

OPCION CON BA¤O SECO

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

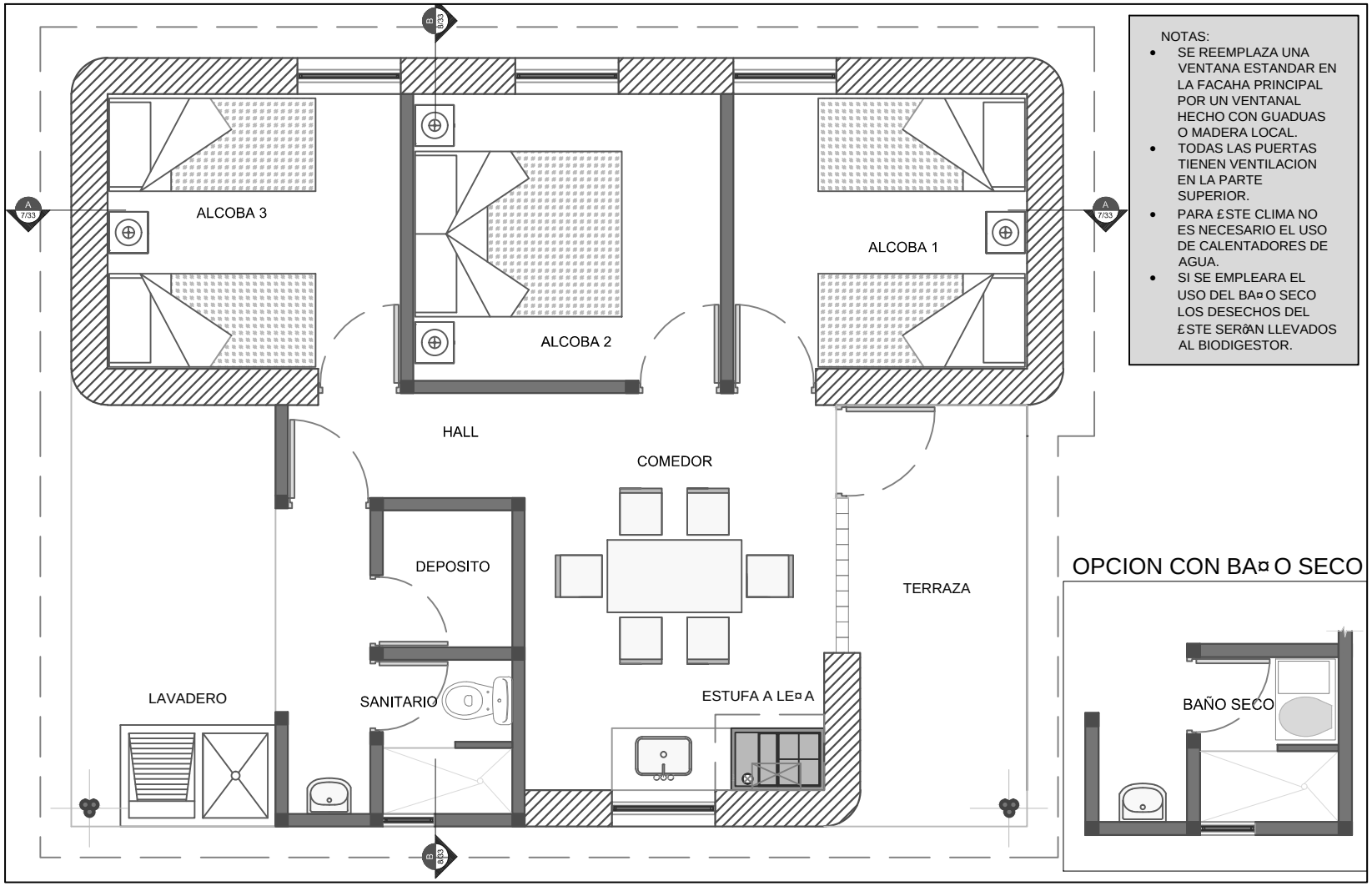
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
Planta Arquitectonica
PARA CLIMA FRIO

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
2A/31

Fecha:
17 /Enero /2019



NOTAS:

- SE REEMPLAZA UNA VENTANA ESTANDAR EN LA FACAHA PRINCIPAL POR UN VENTANAL HECHO CON GUADUAS O MADERA LOCAL.
- TODAS LAS PUERTAS TIENEN VENTILACION EN LA PARTE SUPERIOR.
- PARA £STE CLIMA NO ES NECESARIO EL USO DE CALENTADORES DE AGUA.
- SI SE EMPLEARA EL USO DEL BA¤O SECO LOS DESECHOS DEL £STE SERÖAN LLEVADOS AL BIODIGESTOR.

OPCION CON BA¤O SECO

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

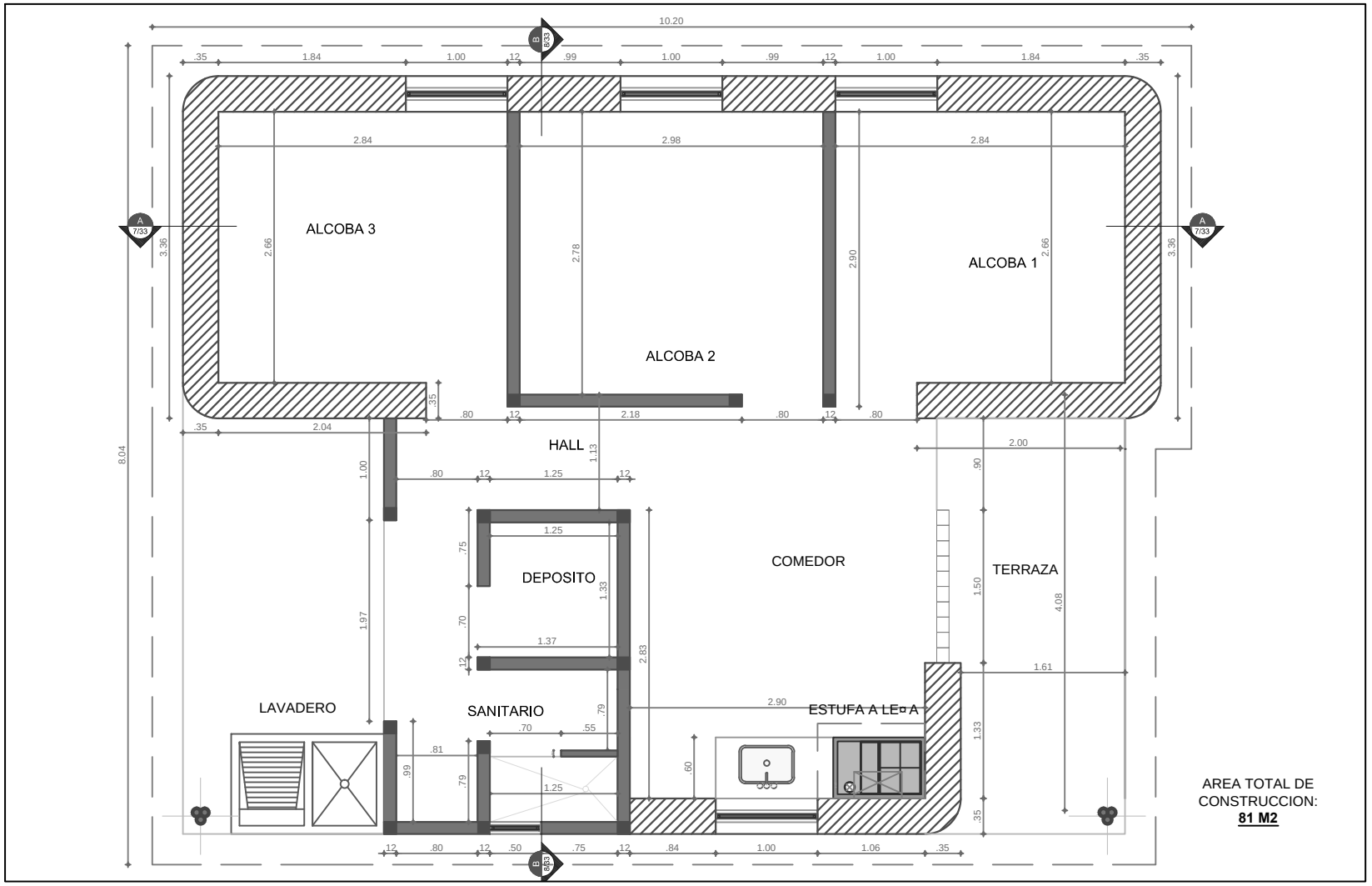
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
Planta Arquitectonica
PARA CLIMA CALIDO

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
2B/31

Fecha:
17 /Enero /2019



AREA TOTAL DE CONSTRUCCION:
81 M2

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

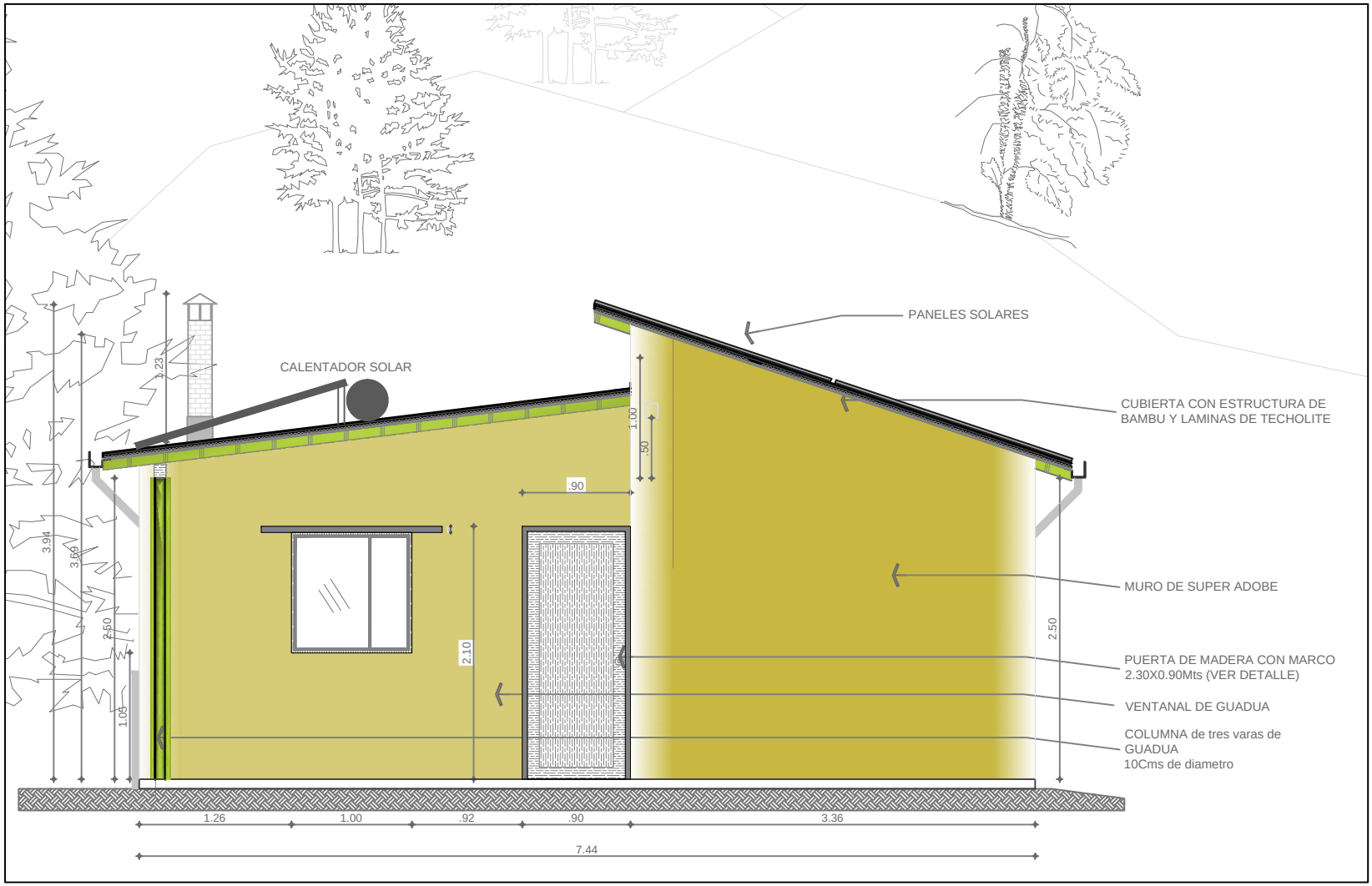
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
Planta de Acotados

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
3 /31

Fecha:
17 /Enero /2019



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

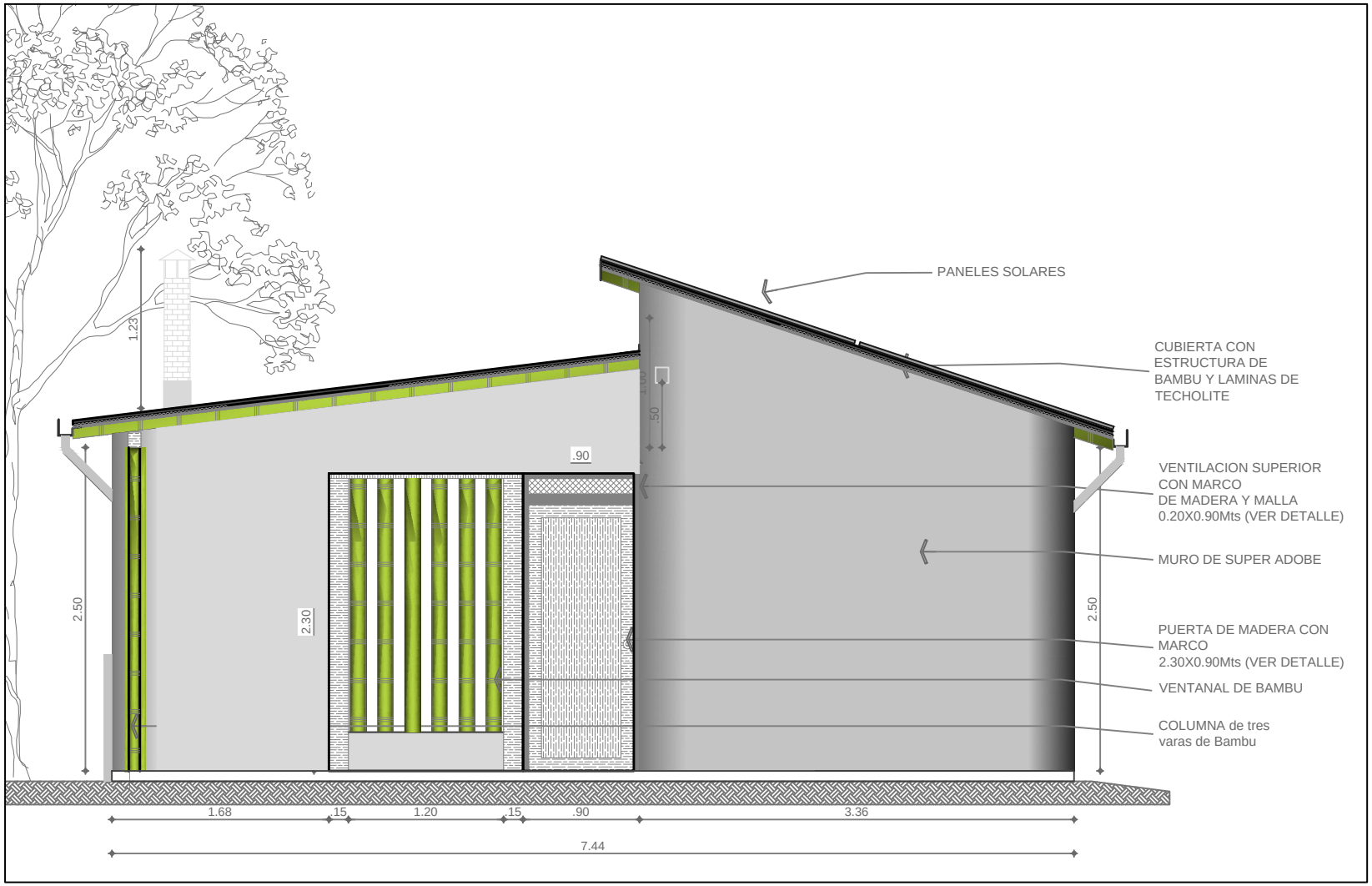
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
FACHADA PRINCIPAL CLIMA FRIO

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
4A/31

Fecha:
17 /Enero /2019



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

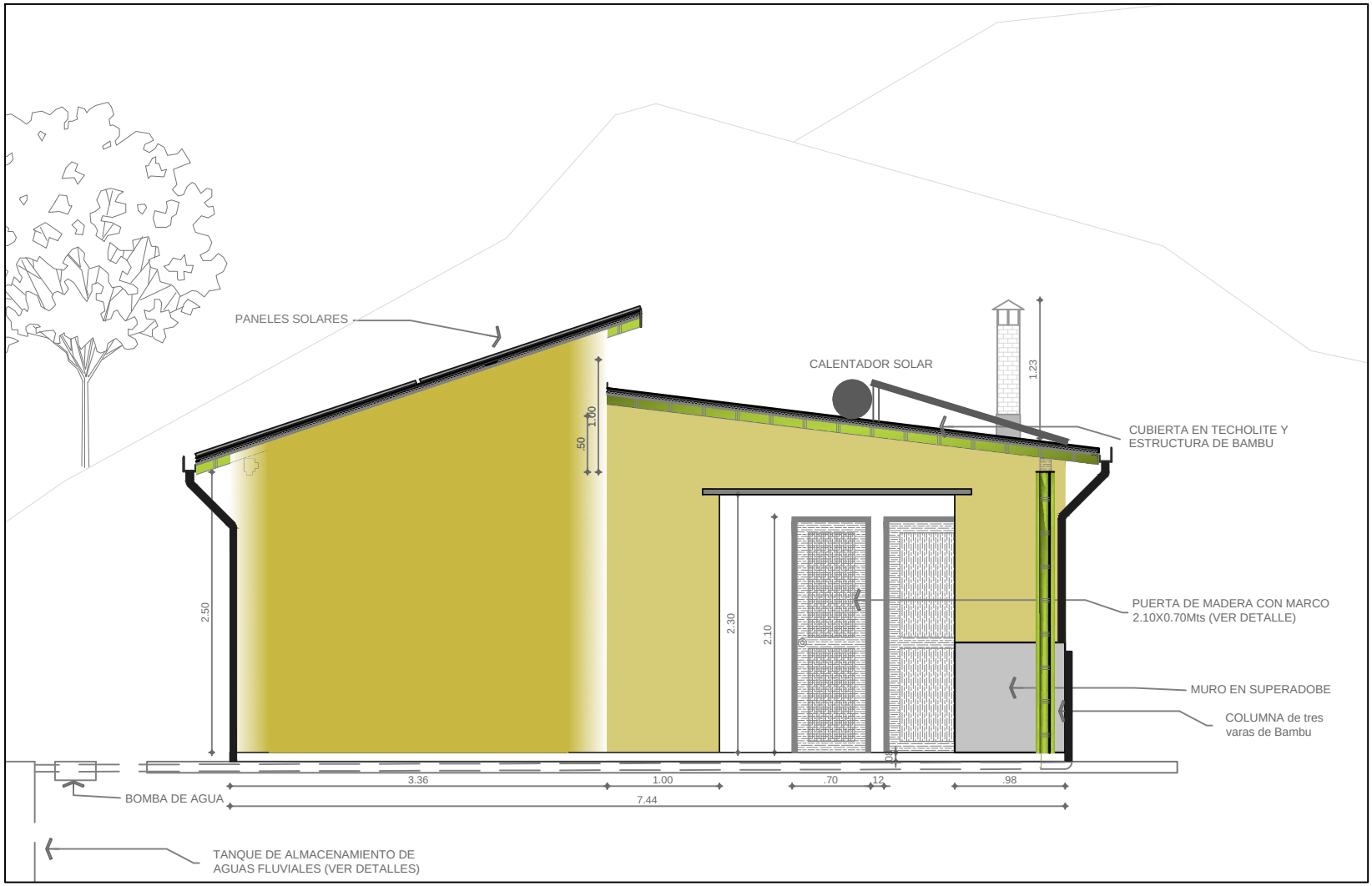
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
FACHADA PRINCIPAL
CLIMA CALIDO

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
4B/31

Fecha:
17 /Enero /2019



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

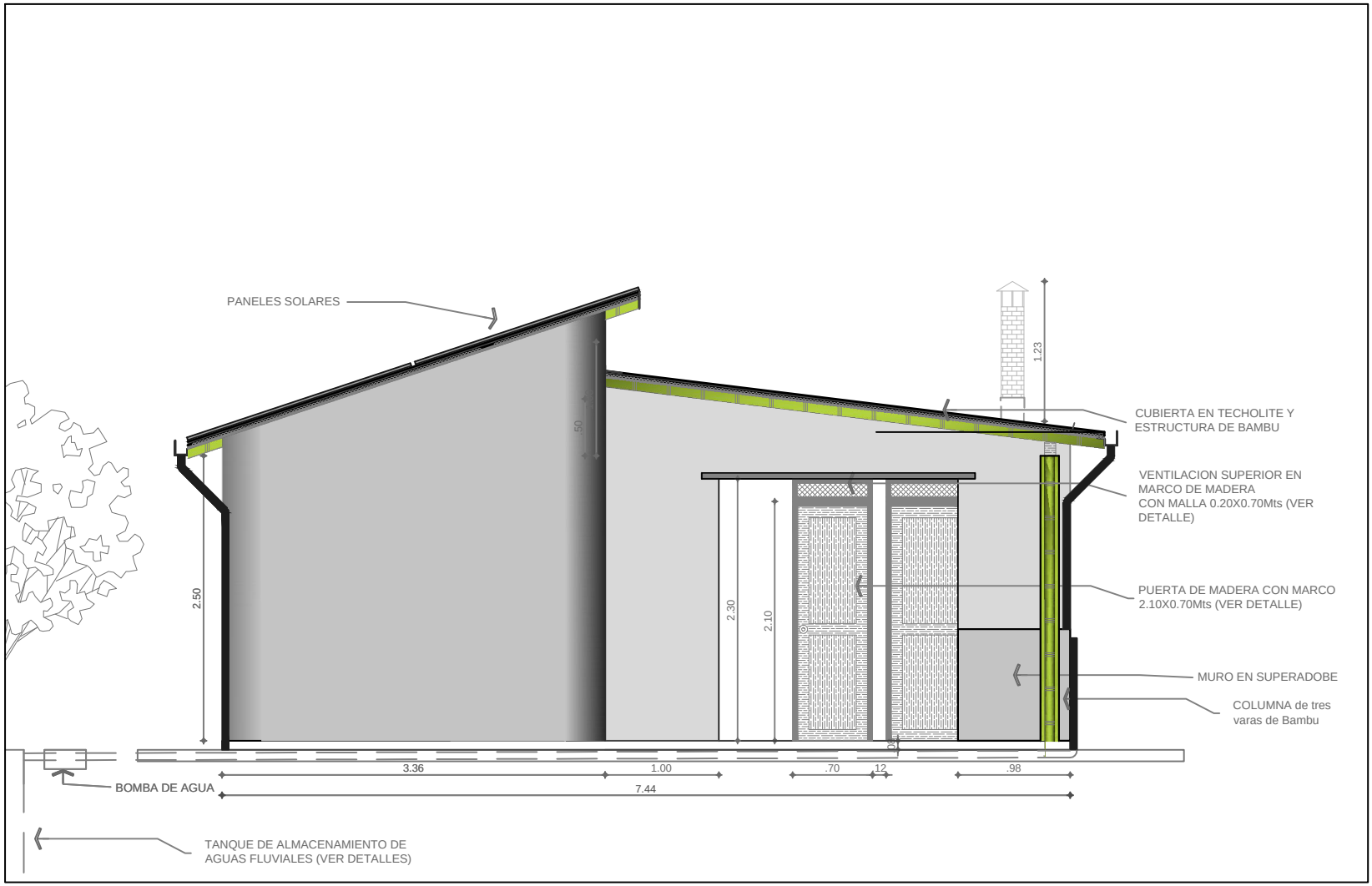
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
FACHADA POSTERIOR
CLIMA FRIO

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
5A/31

Fecha:
17 /Enero /2019



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
FACHADA POSTERIOR CLIMA CALIDO

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
5B/31

Fecha:
17 /Enero /2019



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

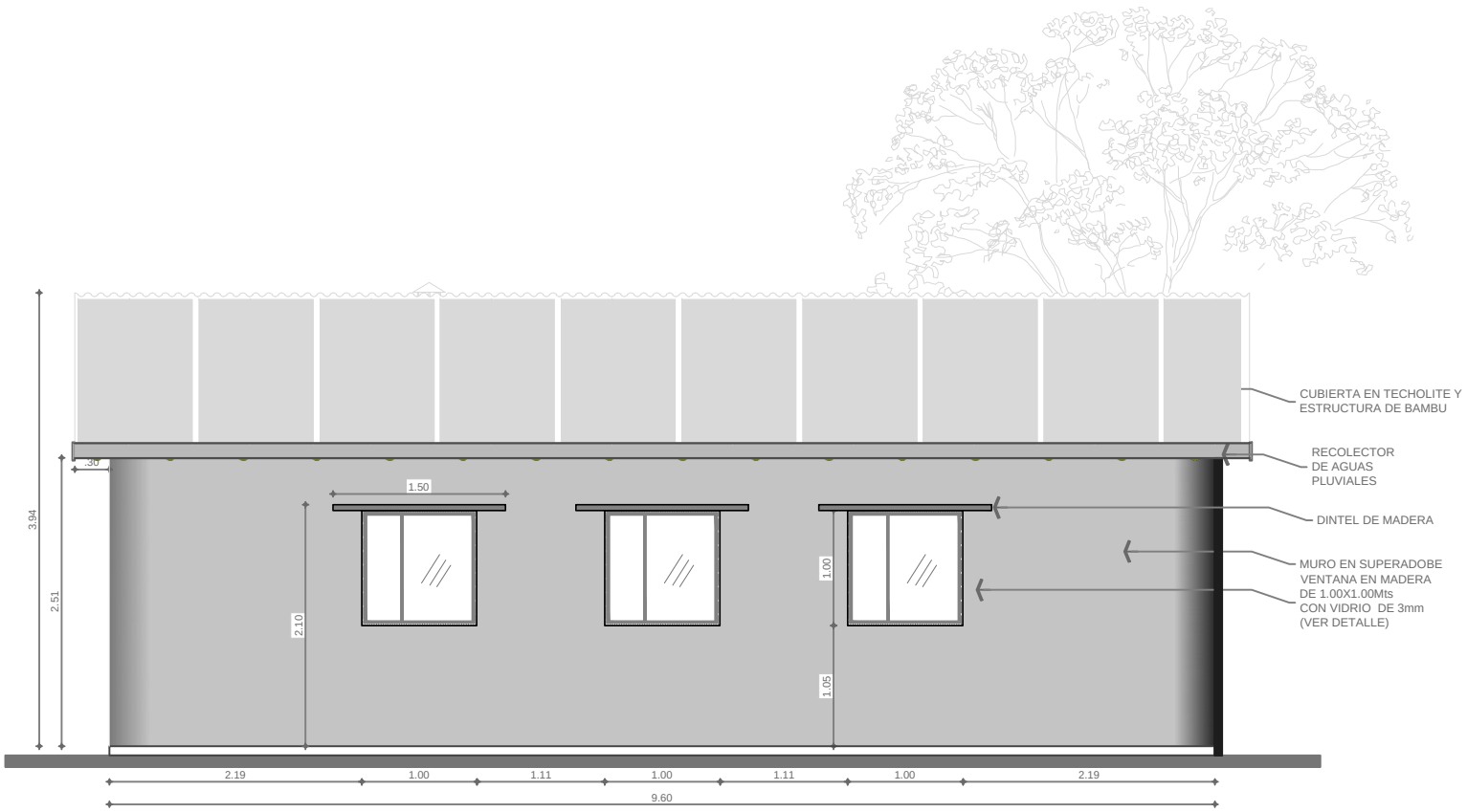
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
FACHADA LATERAL DER. CLIMA FRIO

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
6A/31

Fecha:
17 /Enero /2019



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

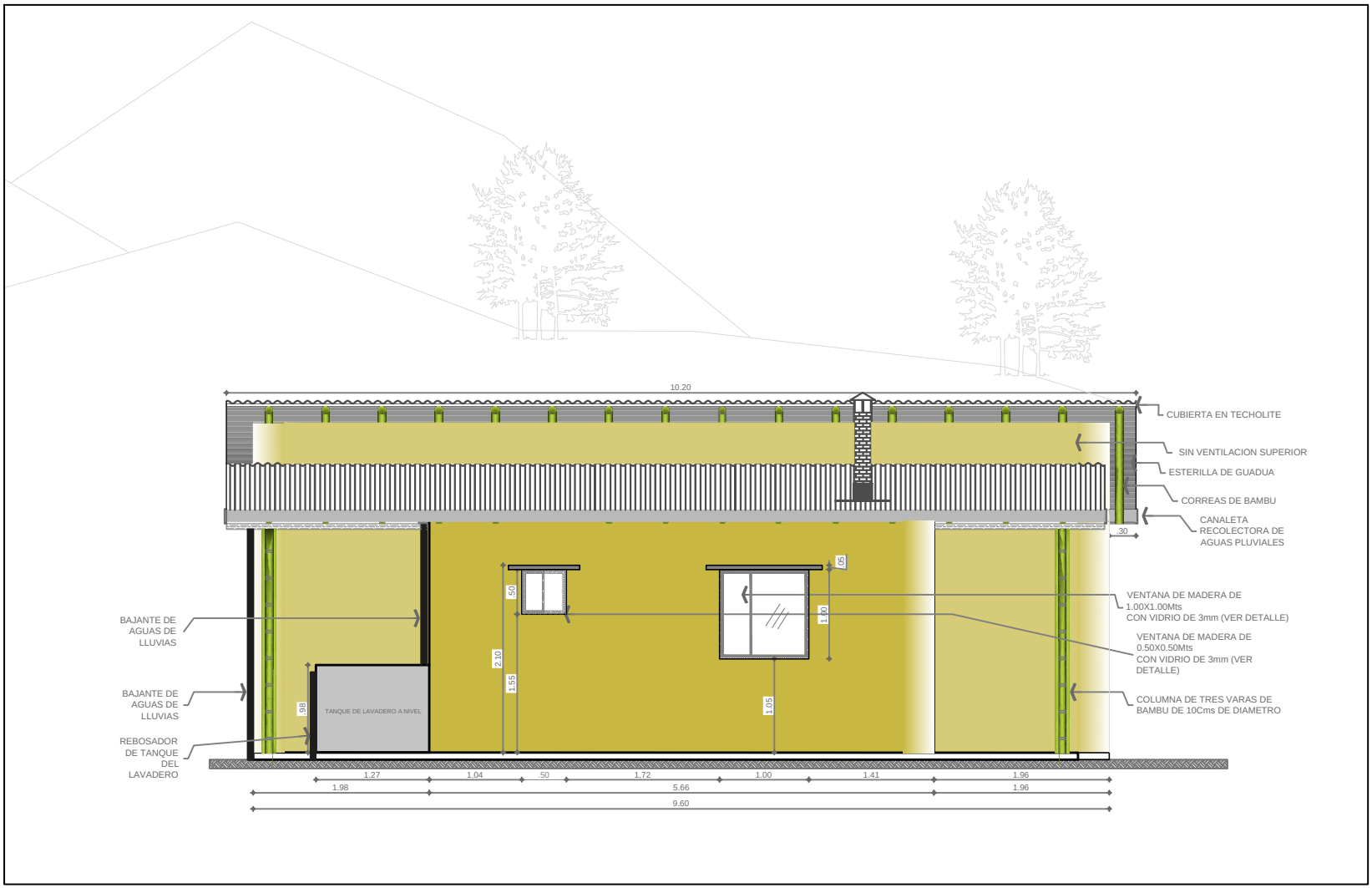
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
FACHADA LATERAL DER.
CLIMA CALIDO

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
6B/31

Fecha:
17 /Enero /2019



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

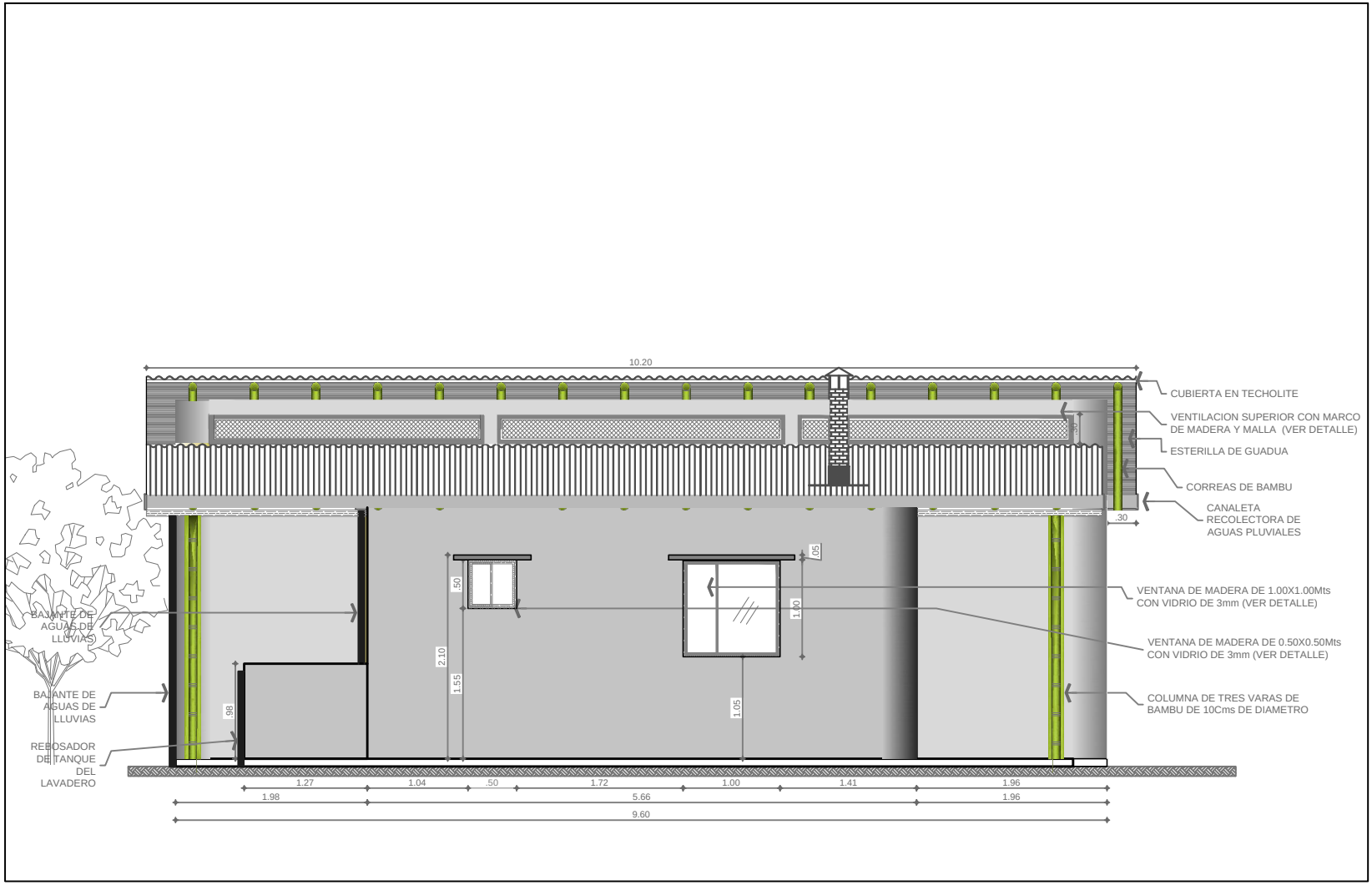
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
FACHADA LATERAL IZQ. CLIMA FRIO

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
7A/31

Fecha:
17 /Enero /2019



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

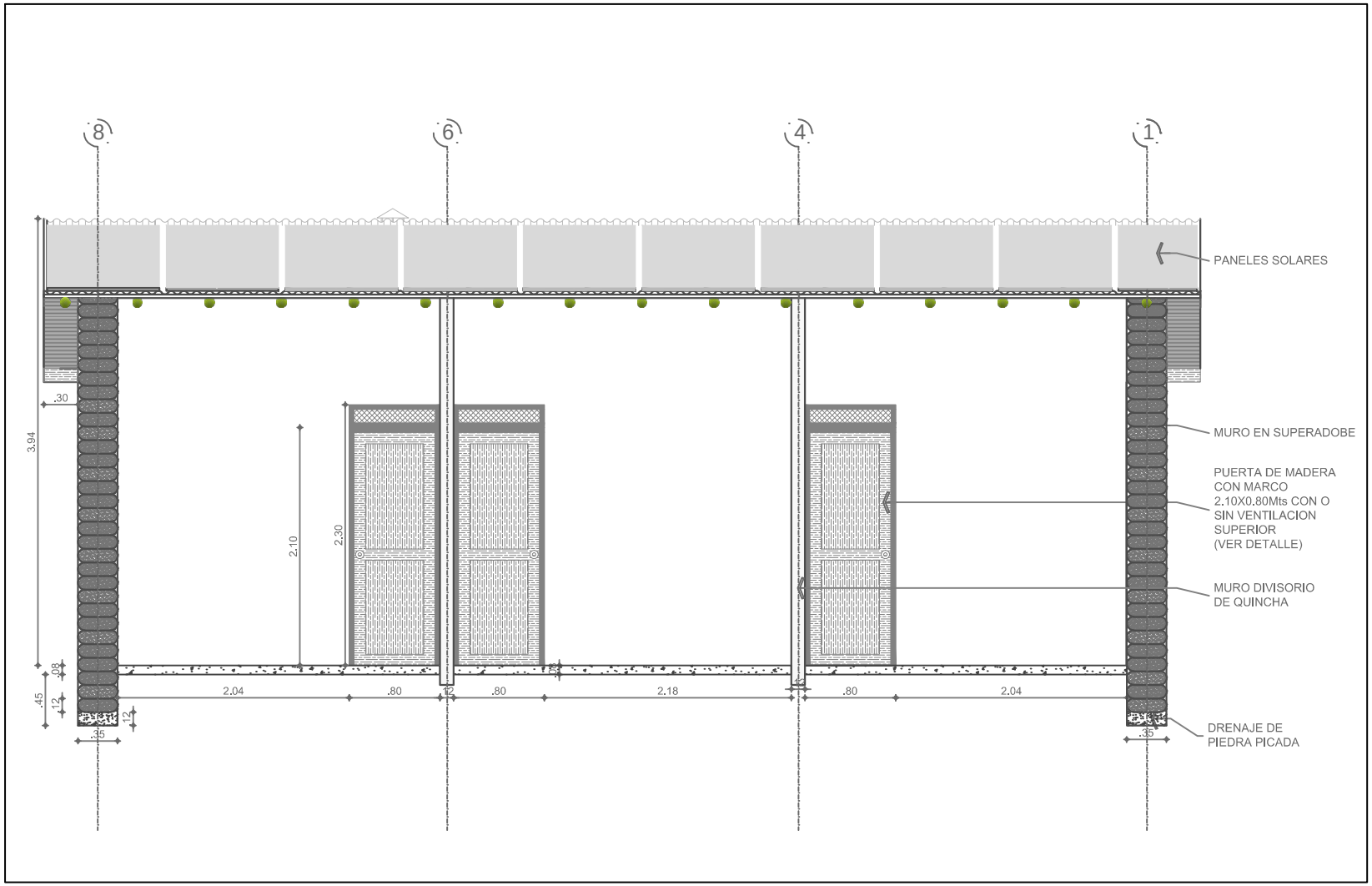
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
FACHADA LATERAL IZQ.
CLIMA CALIDO

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
7B/31

Fecha:
17 /Enero /2019



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

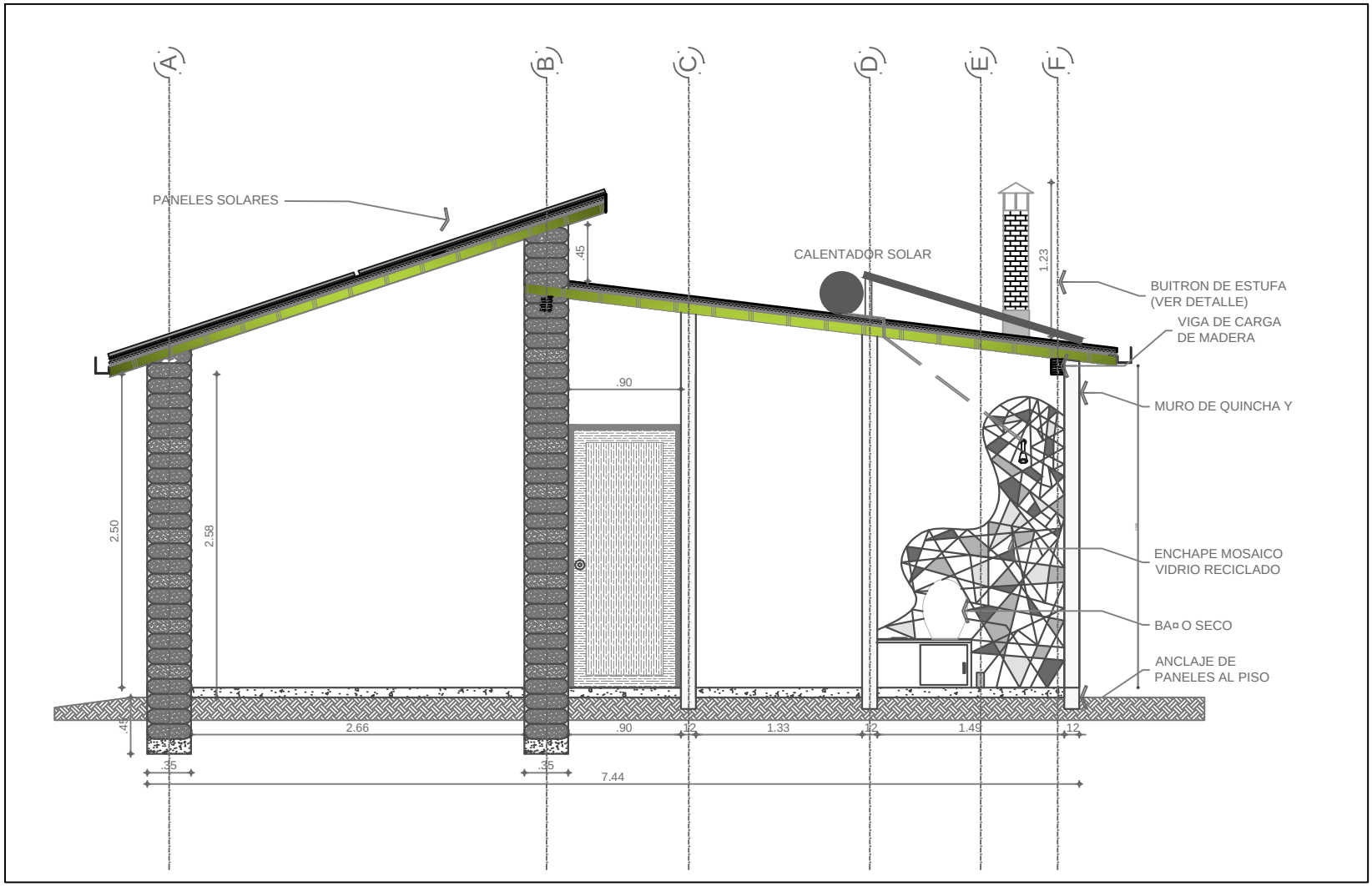
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
CORTE LONGITUDINAL

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
8 /31

Fecha:
17 /Enero /2019



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

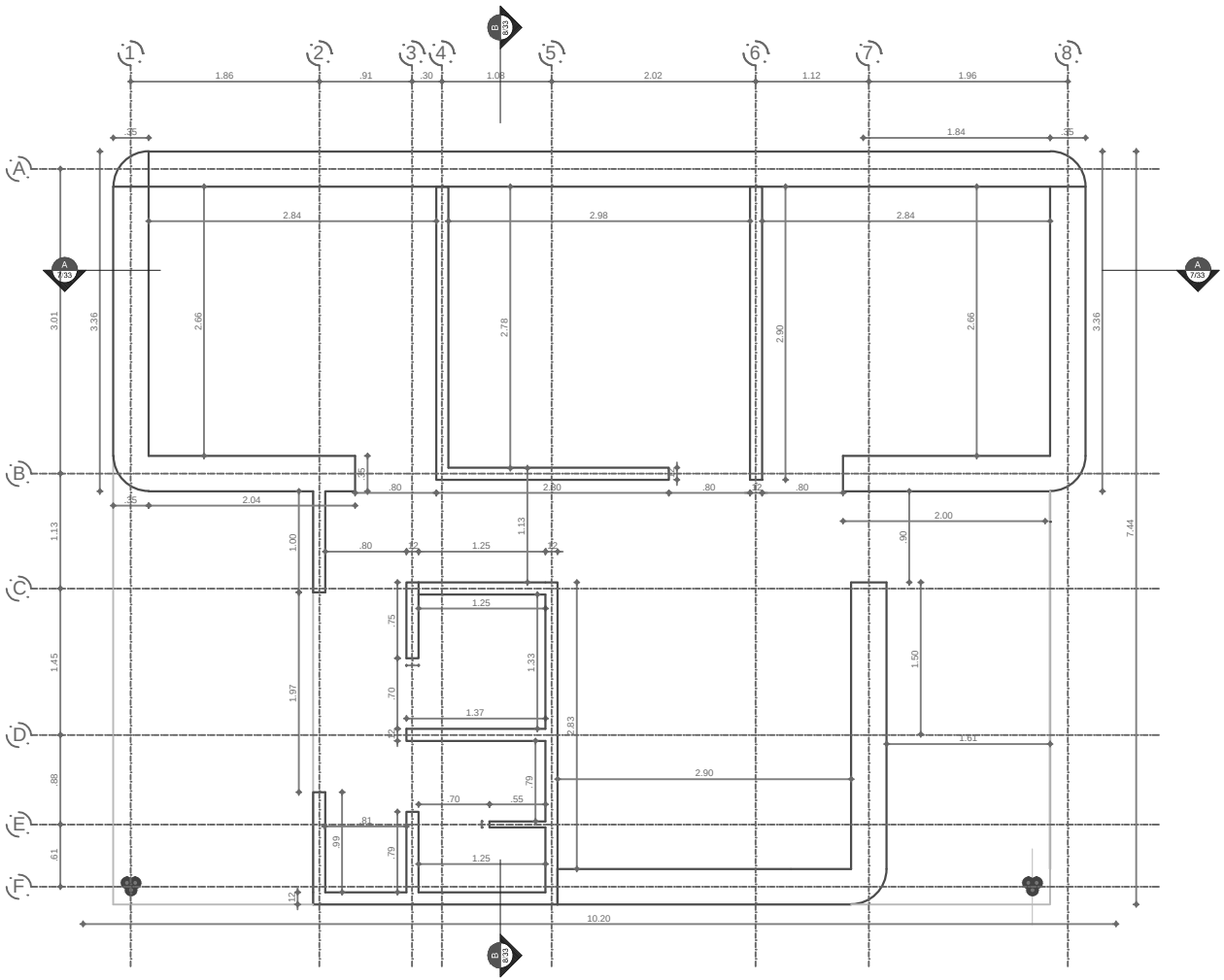
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
CORTE TRANSVERSAL

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
9 /31

Fecha:
17 /Enero /2019



AREA TOTAL DE CONSTRUCCION:
81 M2

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

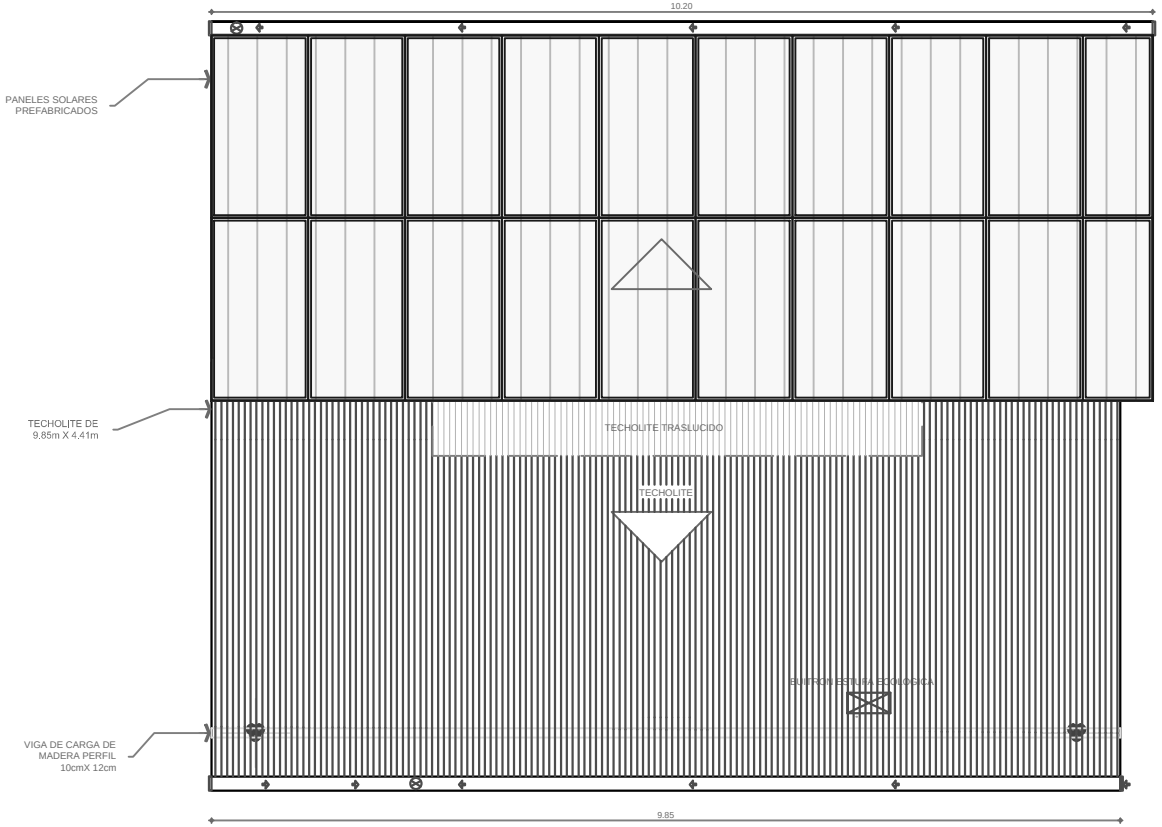
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

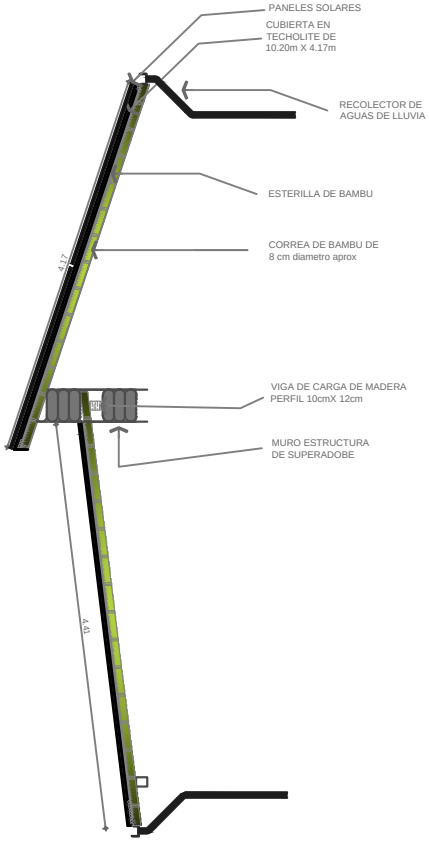
Nombre del Plano:
PLANTA DE CIMENTACION

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
10/31

Fecha:
17 /Enero /2019





UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

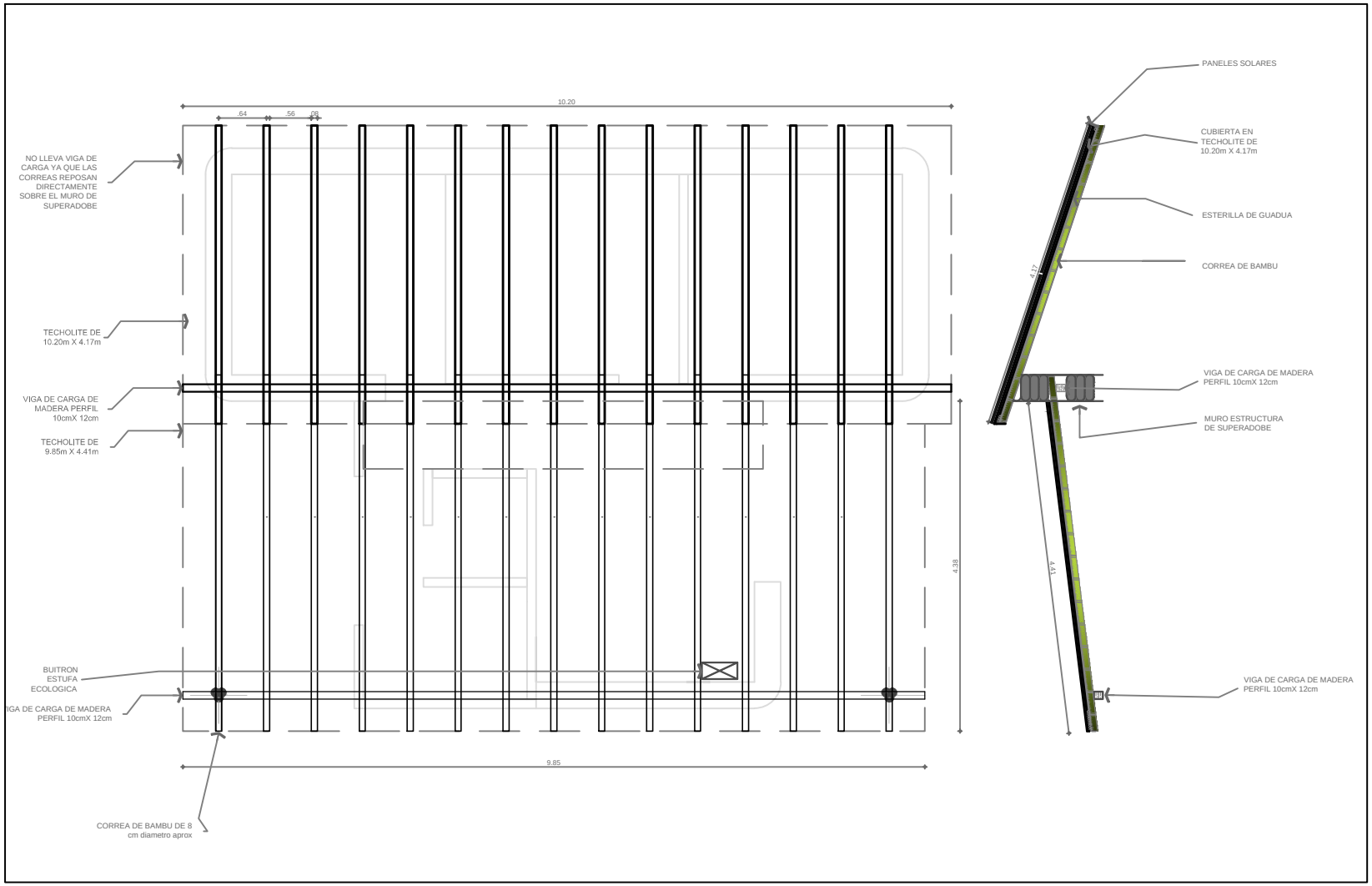
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
PLANTA DE CUBIERTA

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
11/31

Fecha:
17 /Enero /2019



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

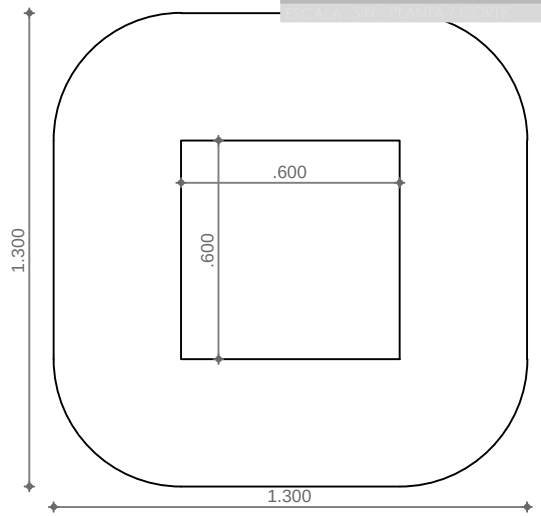
Nombre del Plano:
PLANTA DE ESTRUCTURA DE CUBIERTA

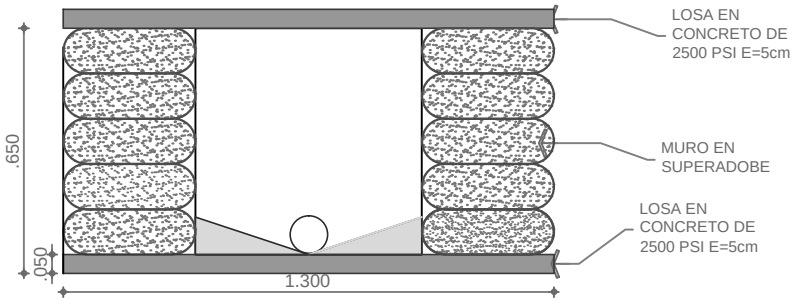
Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

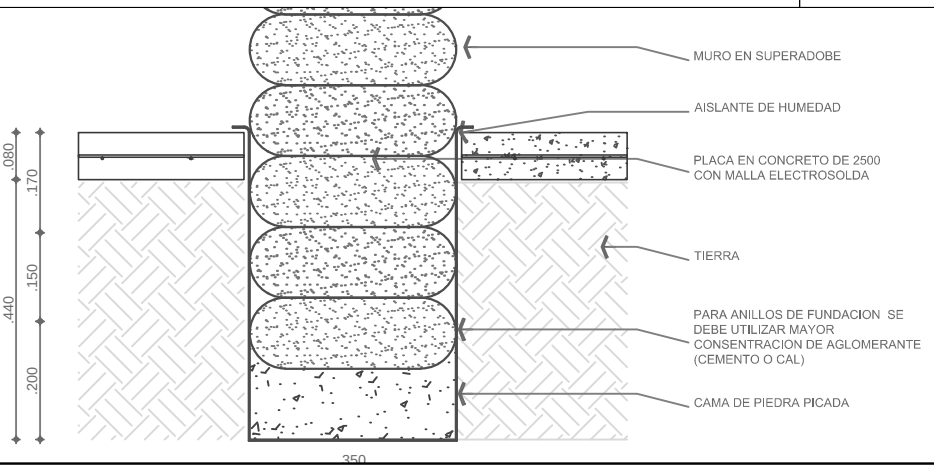
Plano No:
12/31

Fecha:
17 /Enero /2019

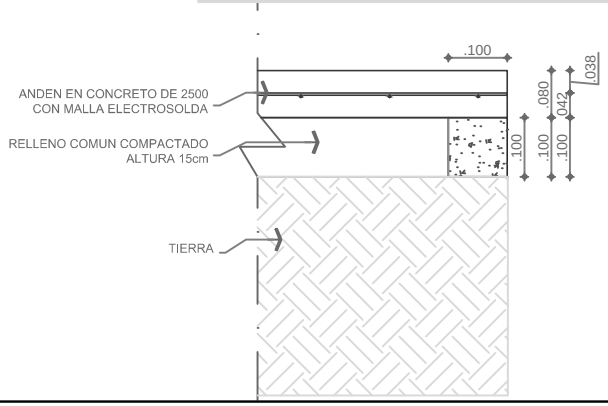
CAJA DE INSPECCION







DETALLE PLACA - PATIO - TERRAZA



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
Detalle Caja De Inspeccion

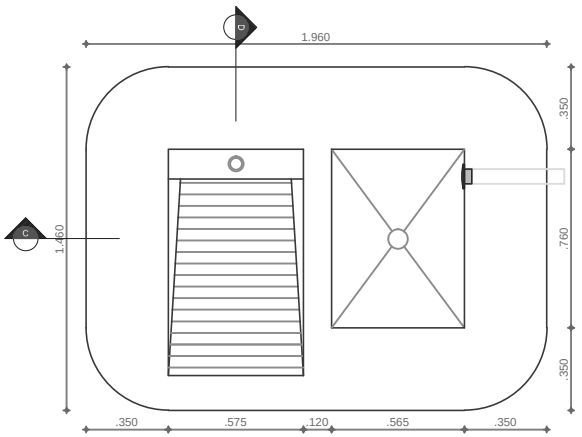
Detalle cimentacion
(placa, terraza y patio)

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

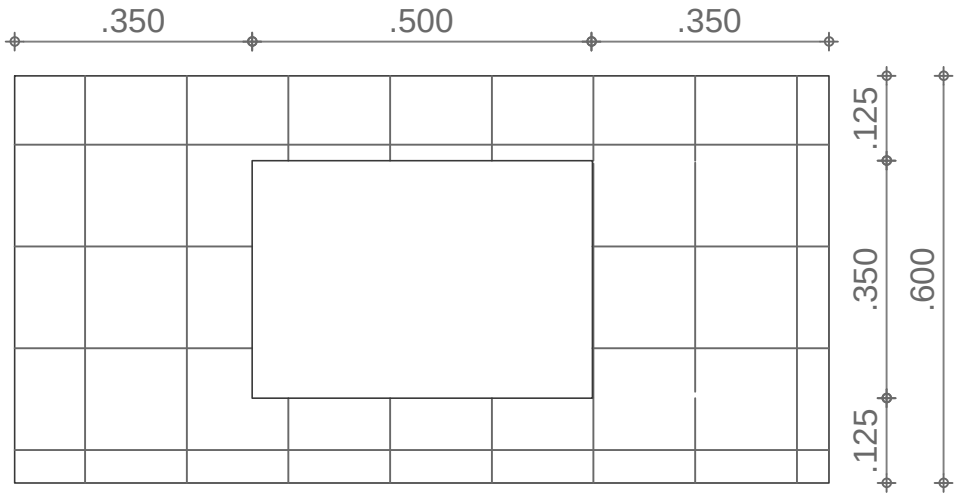
Plano No:
13/31

Fecha:
17 /Enero /2019

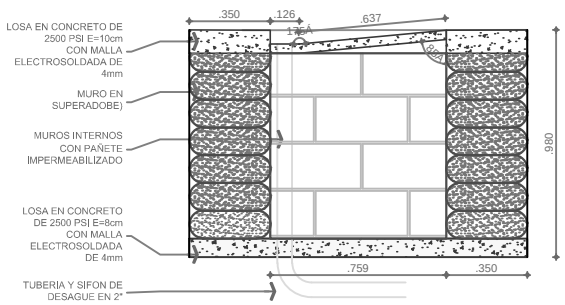
LAVADERO



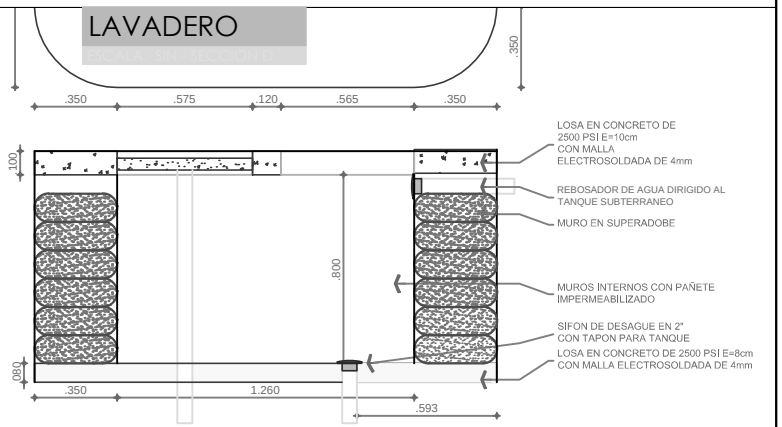
MESON DE COCINA



LAVADERO



LAVADERO



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

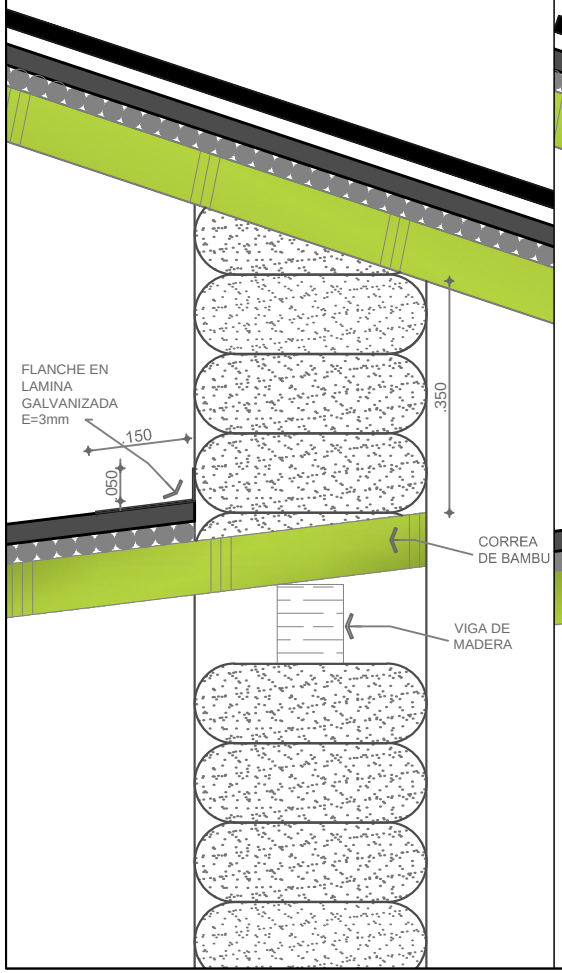
Nombre del Plano:
Detalle Meson de Cocina
Detalle Lavadero

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

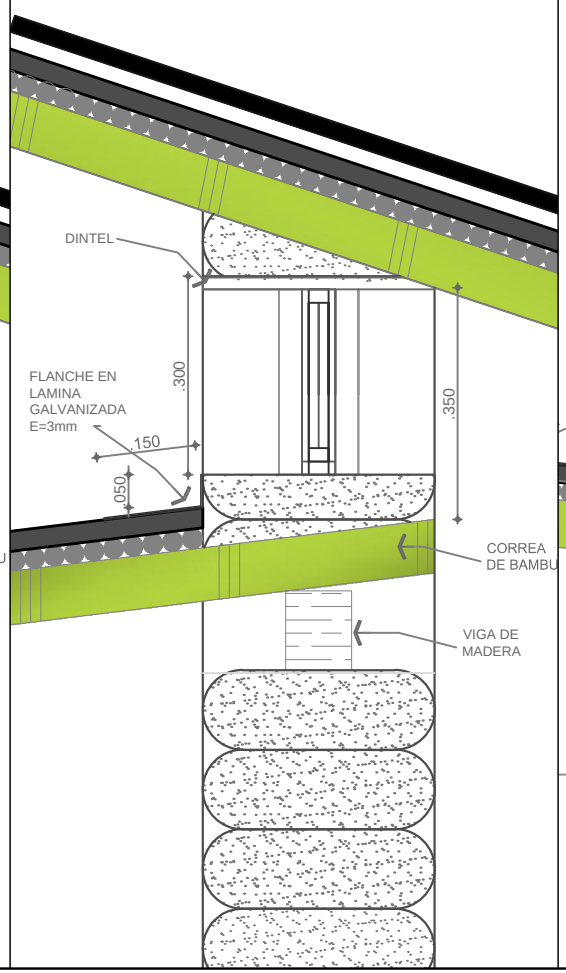
Plano No:
14/31

Fecha:
17 /Enero /2019

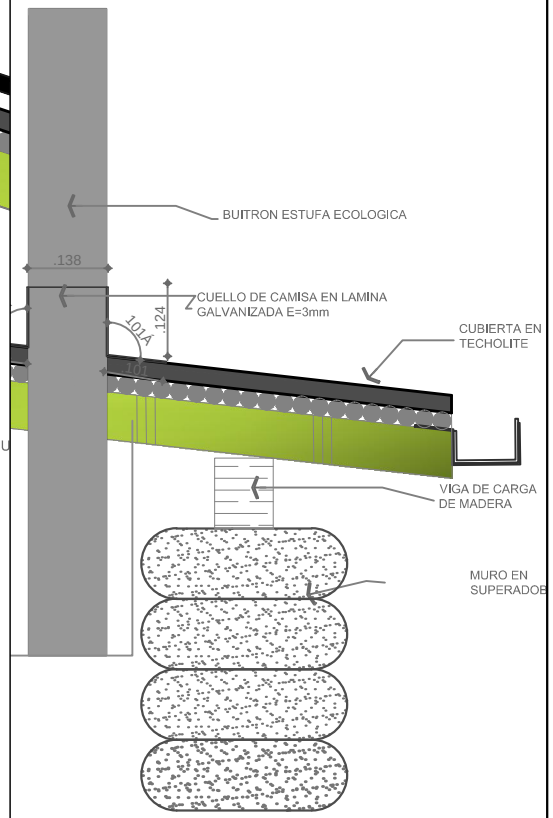
SOLAPE DE CUBIERTAS



SOLAPE DE CUBIERTAS



DETALLE CUELLO DE CAMISA



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

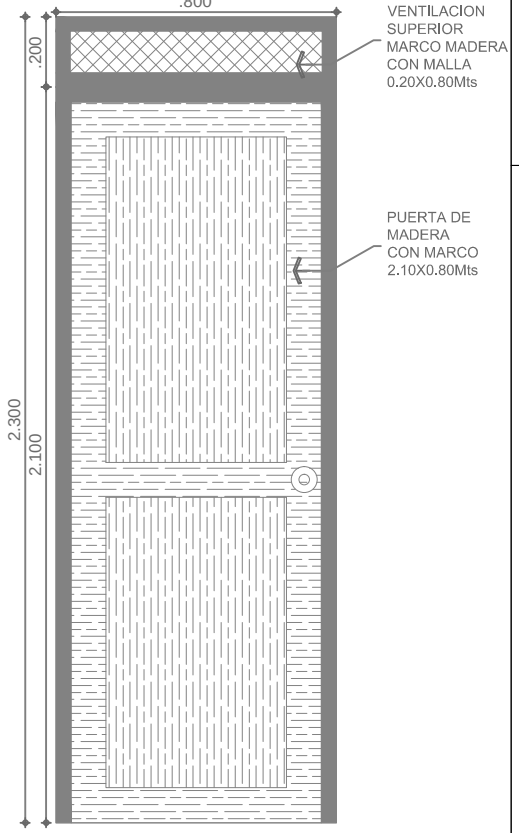
Nombre del Plano:
DETALLES DE CONSTRUCCION

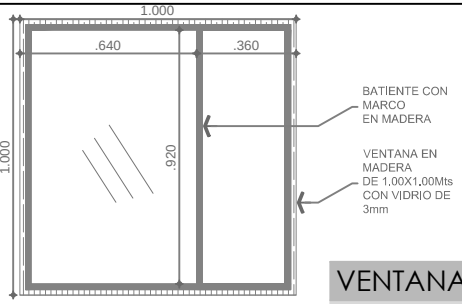
Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
15/31

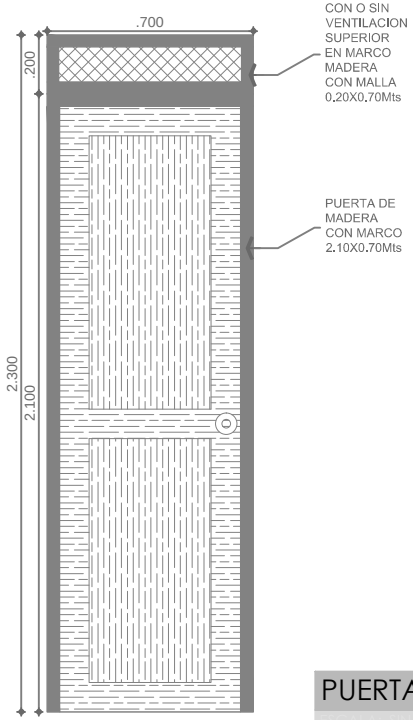
Fecha:
17 /Enero /2019

PUERTA 80 CM



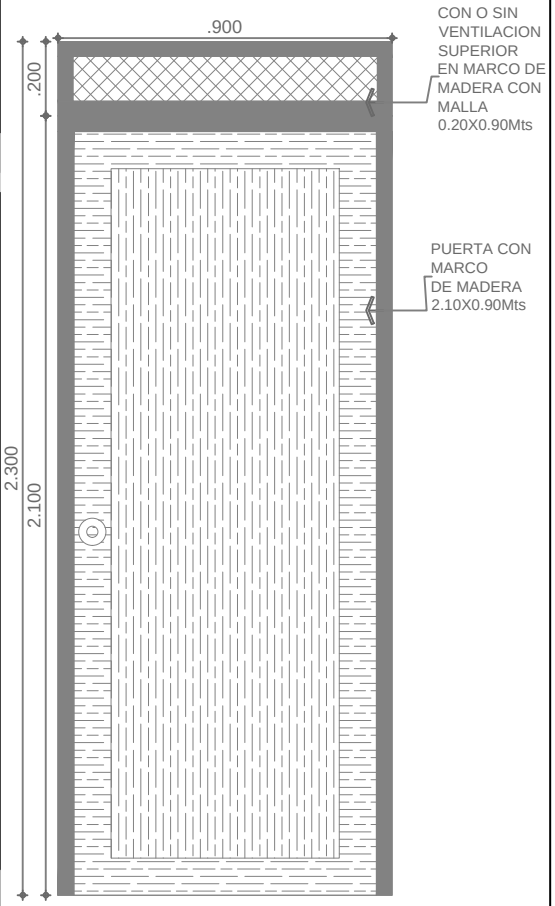


VENTANA TIPO



PUERTA 70 CM

DETALLE DE PUERTA PRINCIPAL



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

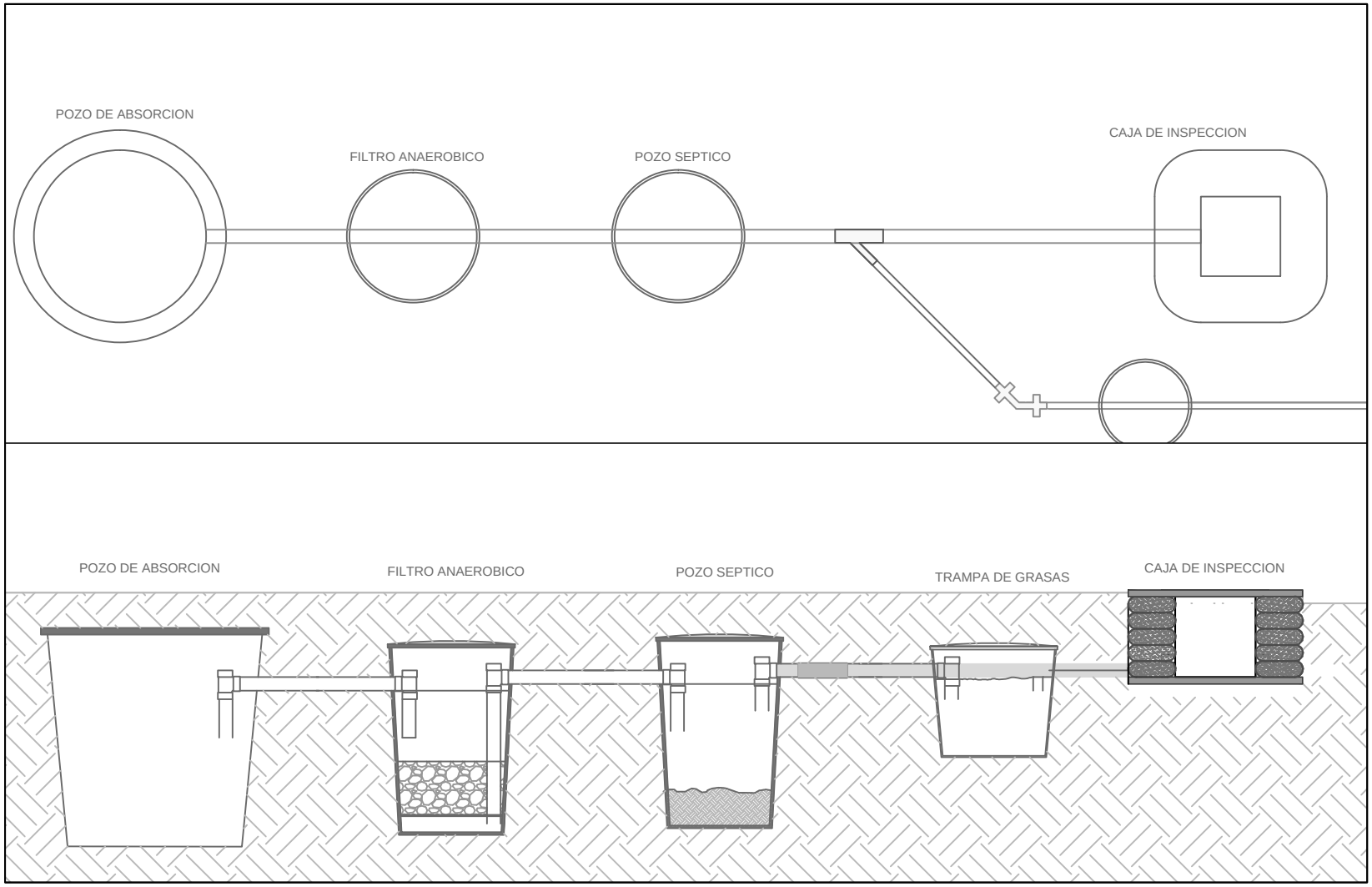
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
Detalle de Ventana tipo
Detalle de Puerta exterior
Detalle de Puertas interiores (80cm)
Detalle de Puertas interiores (70cm)

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
16/31

Fecha:
17 /Enero /2019



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

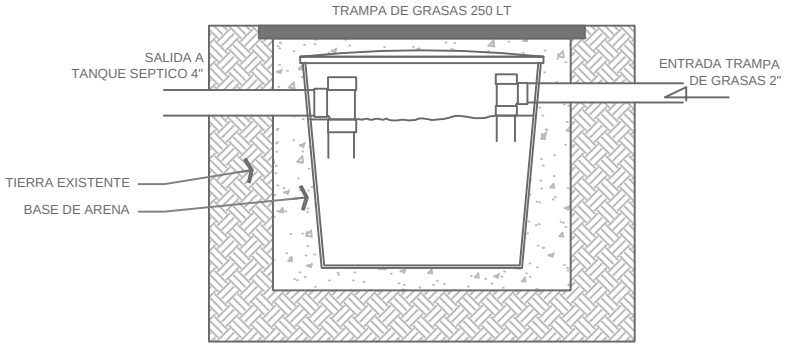
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

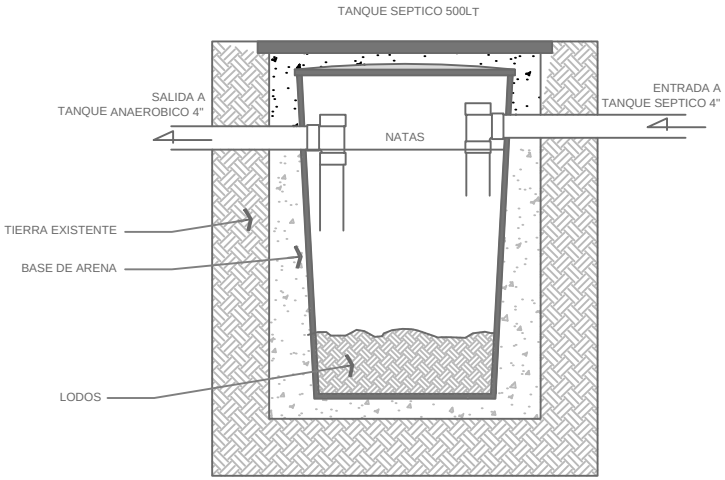
Nombre del Plano:
Esquema Sistema de Tratamiento de aguas residuales

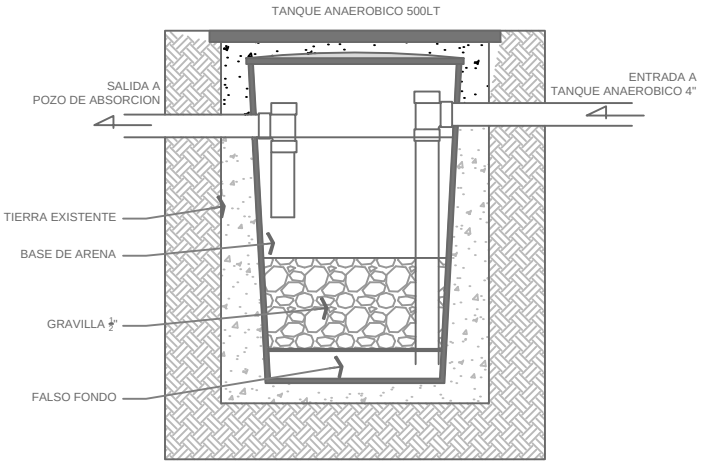
Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

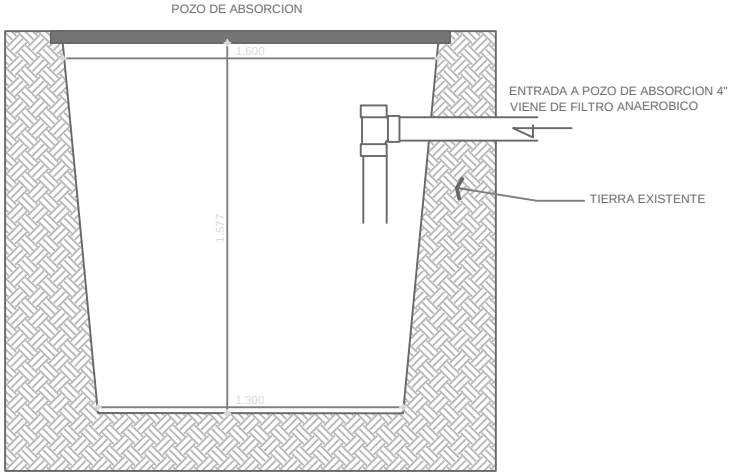
Plano No:
17/31

Fecha:
17 /Enero /2019









UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

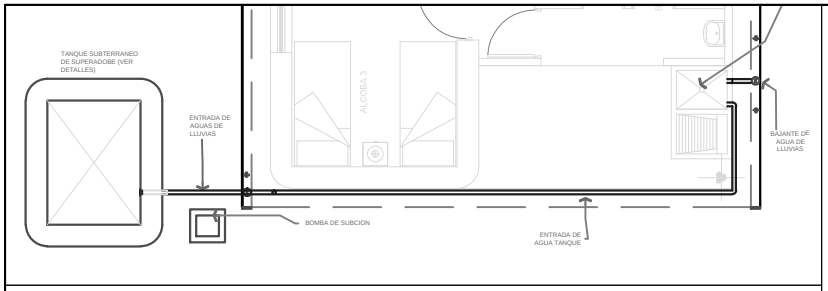
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

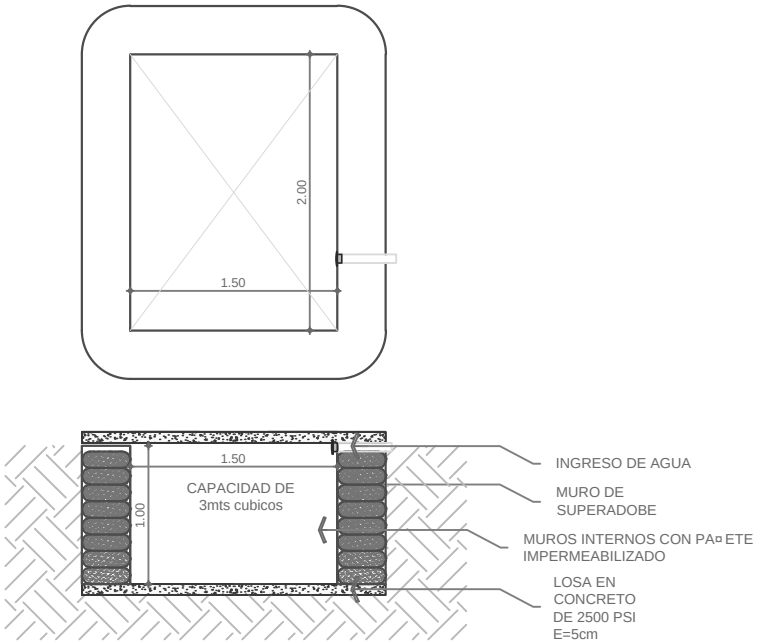
Nombre del Plano:
Detalles Sistema de Tratamiento de aguas residuales

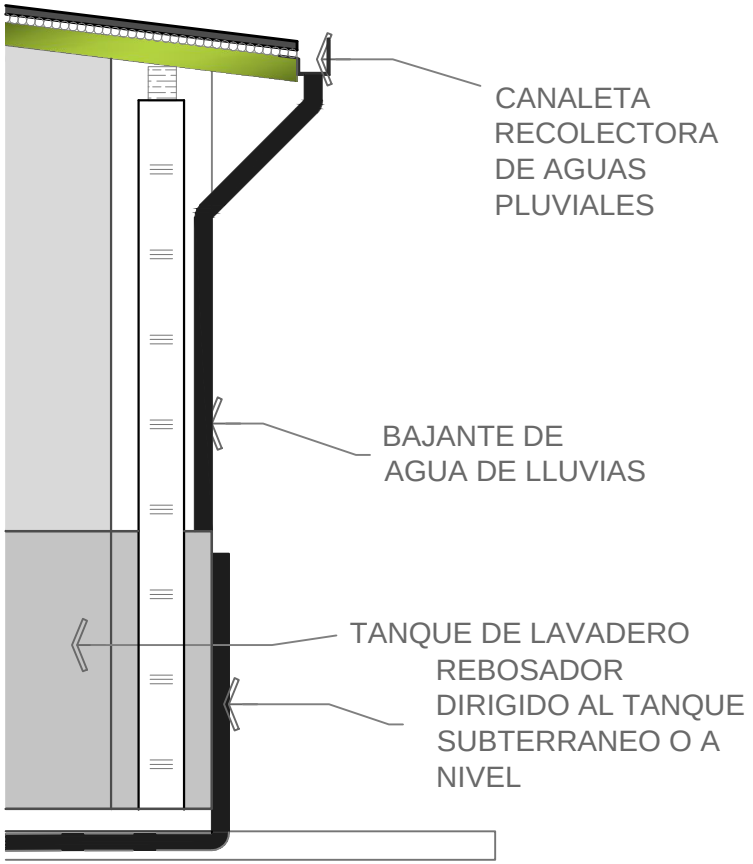
Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
18/31

Fecha:
17 /Enero /2019







UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

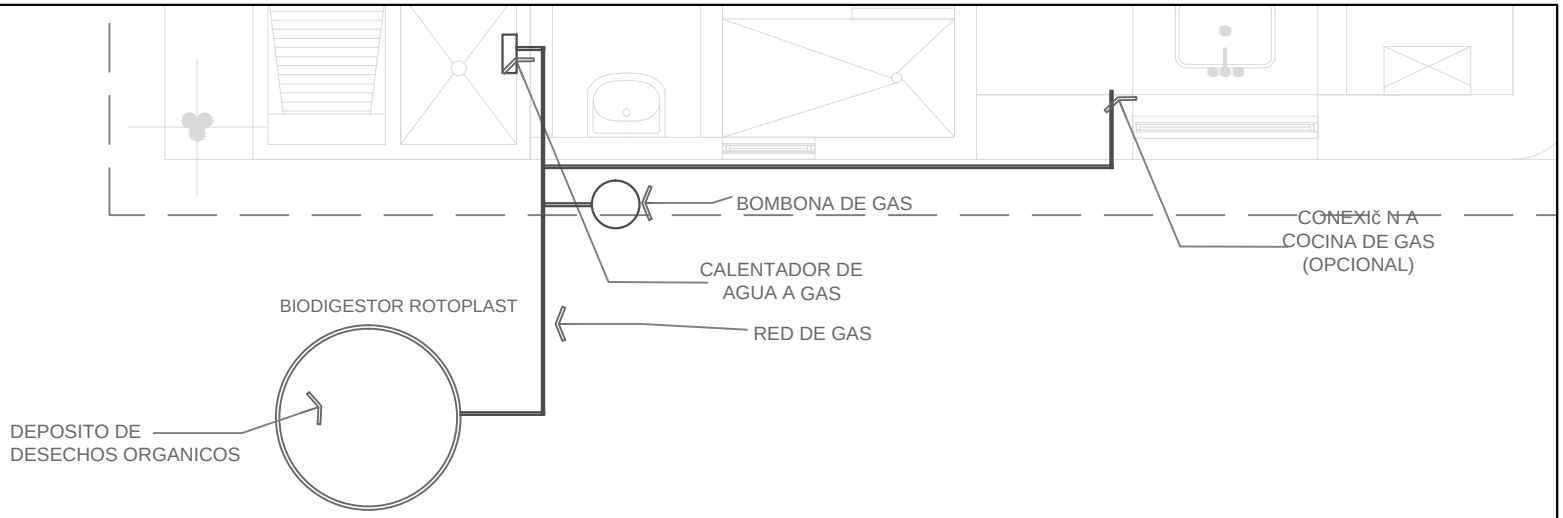
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

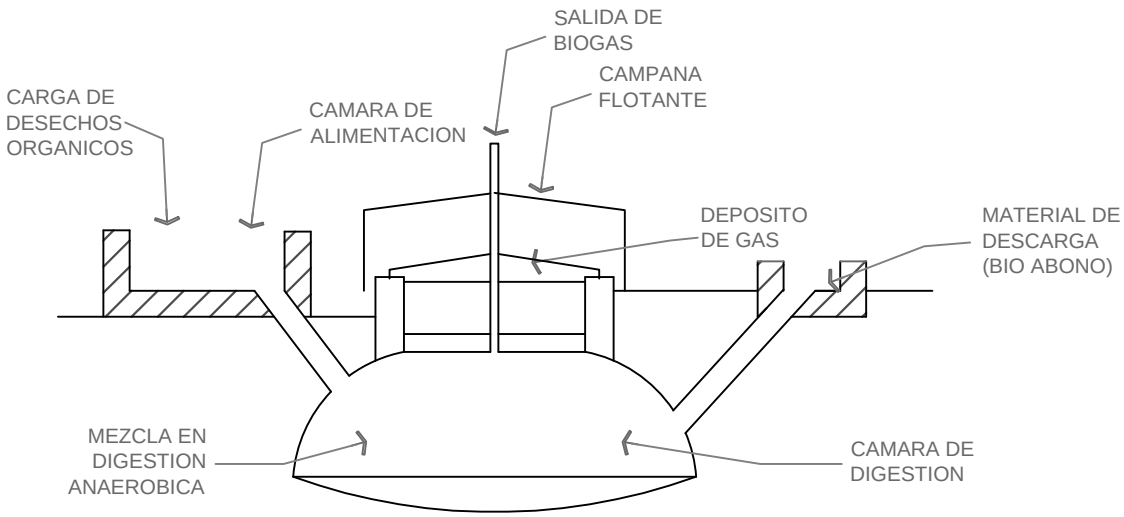
Nombre del Plano:
Sistema de recolecci· n y almacenamiento de aguas fluviales

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
19/31

Fecha:
17 /Enero /2019





UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

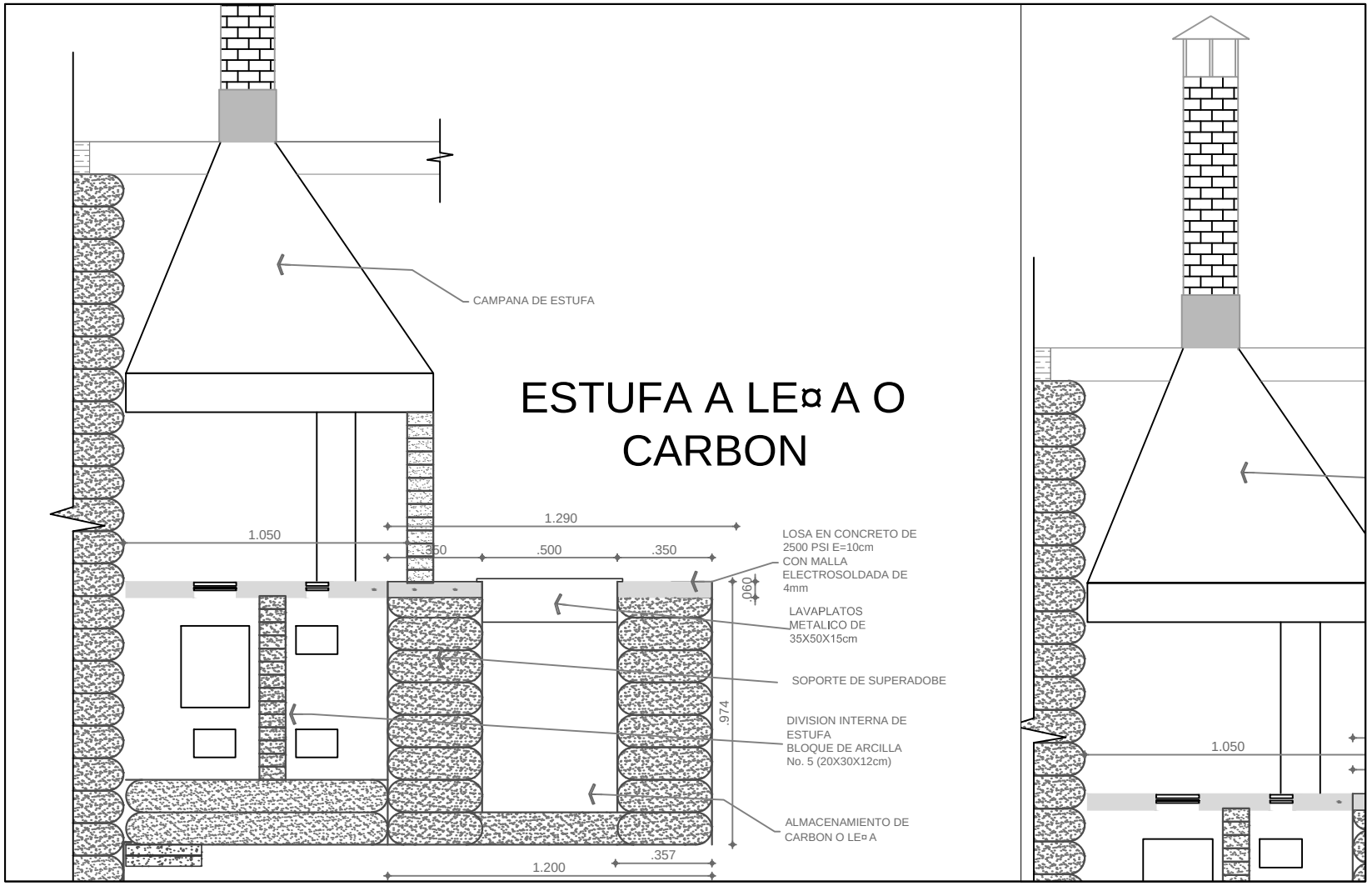
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
Sistema de generaci· n de gas natural

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
20/31

Fecha:
17 /Enero /2019



ESTUFA A LE¤A O CARBON

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

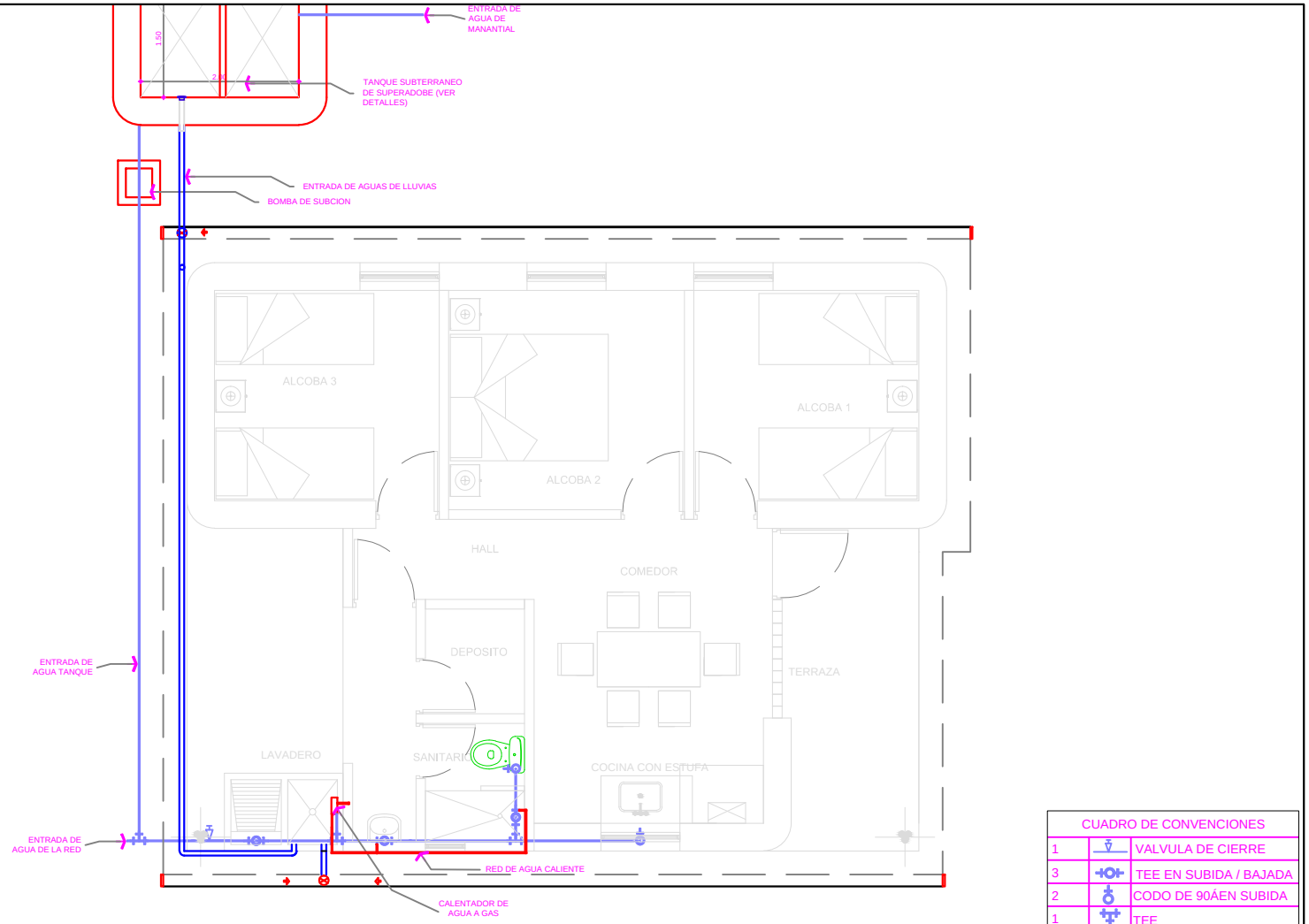
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
DETALLE DE ESTUFA

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
21/31

Fecha:
17 /Enero /2019



CUADRO DE CONVENCIONES		
1		VALVULA DE CIERRE
3		TEE EN SUBIDA / BAJADA
2		CODO DE 90ÁEN SUBIDA
1		TEE

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

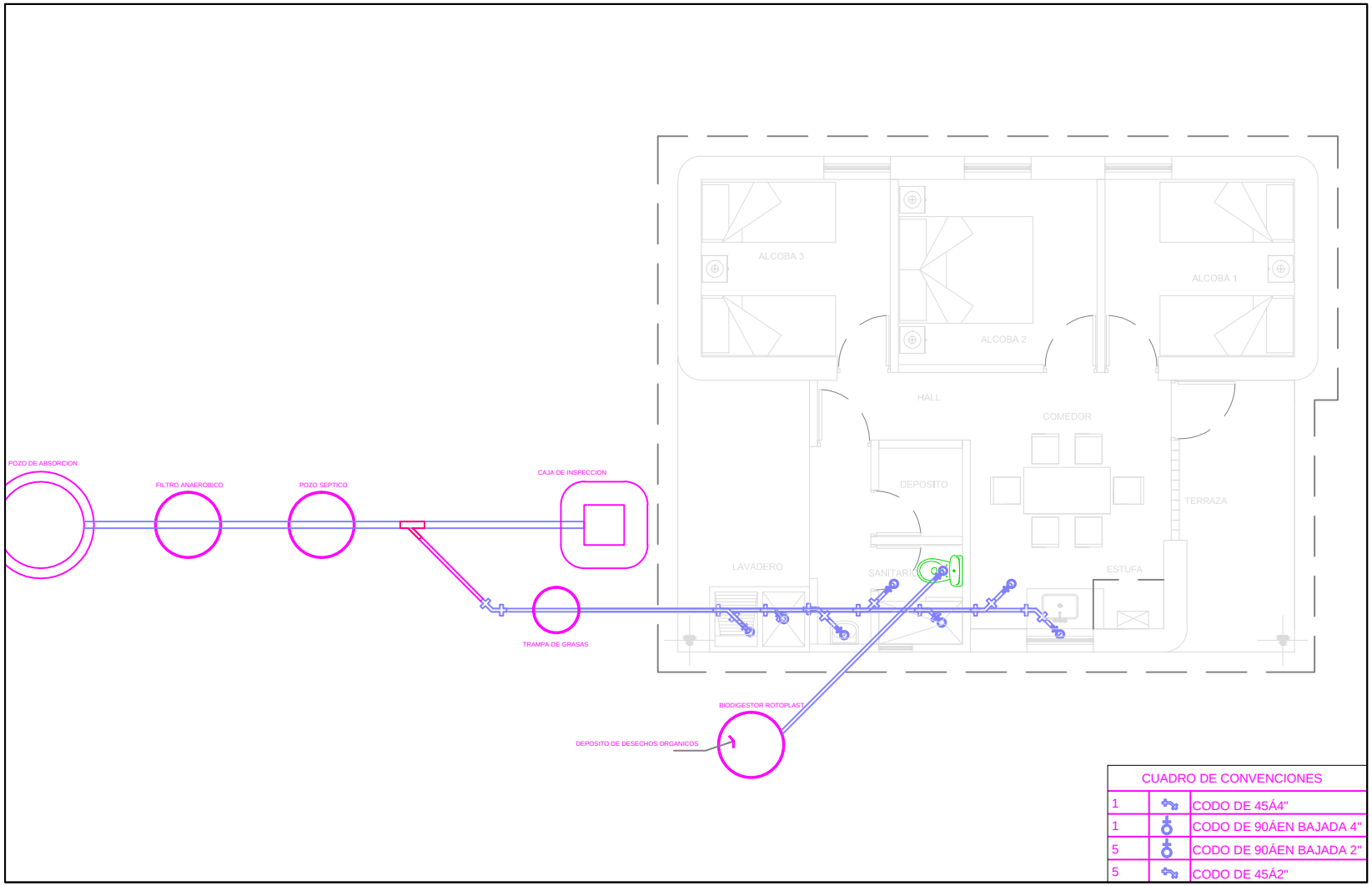
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
Planta de Instalaciones Hidraulicas

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
22/31

Fecha:
17 /Enero /2019



CUADRO DE CONVENCIONES		
1		CODO DE 45Á4"
1		CODO DE 90ÁEN BAJADA 4"
5		CODO DE 90ÁEN BAJADA 2"
5		CODO DE 45Á2"

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

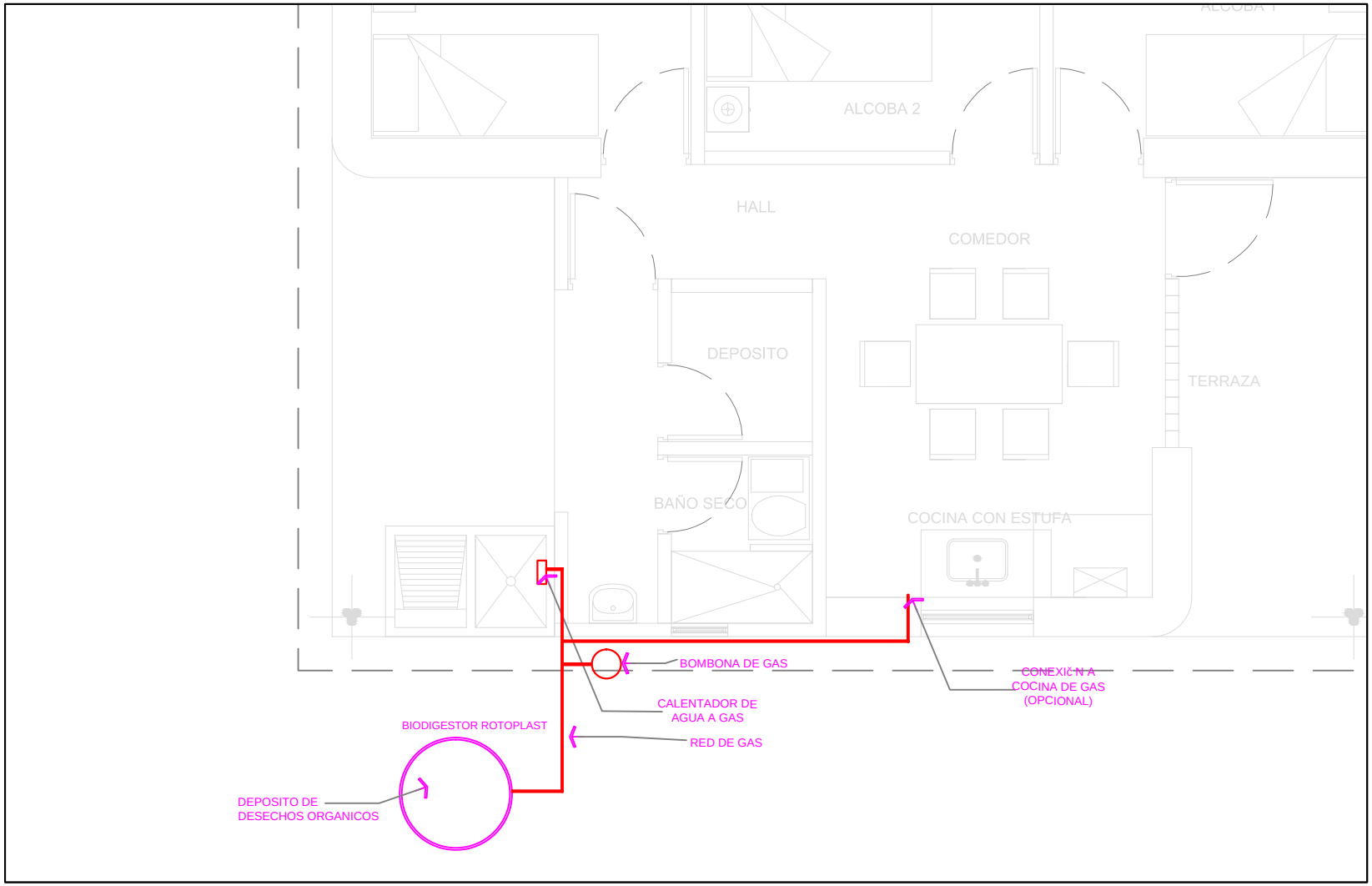
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
Planta de Instalaciones Hidraulicas

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
23/31

Fecha:
17 /Enero /2019



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

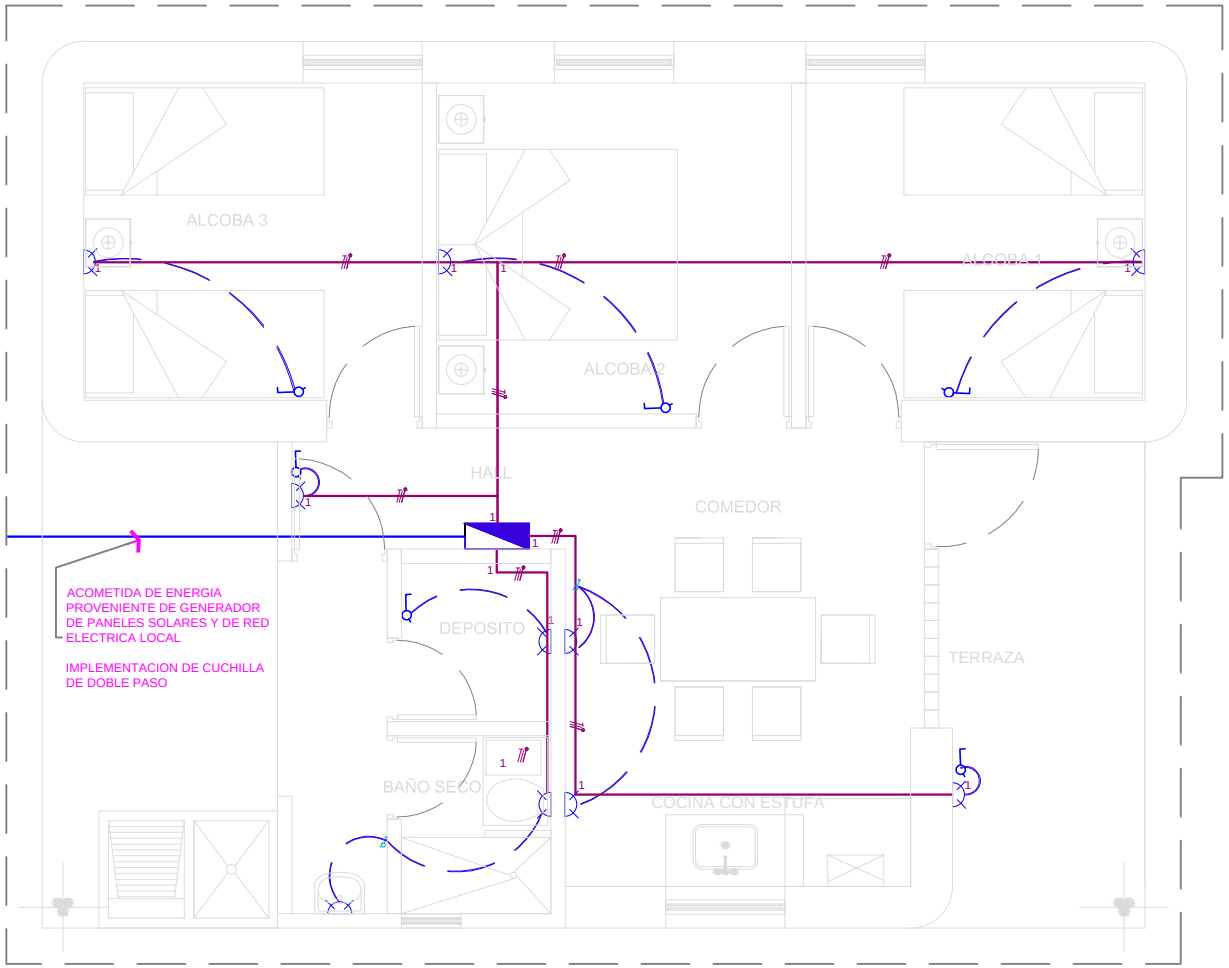
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
Planta de Instalaciones Hidraulicas

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
24/31

Fecha:
17 /Enero /2019



CUADRO DE CONVENCIONES	
	PLAFON EN PARED
	TOMACORRIENTE DOBLE
	TOMACORRIENTE GFCI
	INTERRUPTOR SENCILLO
	INTERRUPTOR DOBLE
	INSTALACION POR PISO O PARED PARA ILUMINACION
	INSTALACION POR PISO O PARED PARA TOMACORRIENTES
	ACOMETIDA PRINCIPAL
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	FASE
	NEUTRO
	TIERRA
	CONTADOR DE ENERGIA
	LINEA DE MANDO

NOTAS

1) TODA LA TUBERÍA QUE NO SE ESPECIFIQUE SU DIÁMETRO SERÁ PVC CONDUIT DE 1/2"

2) LA ALTURA DE LOS TOMACORRIENTES SE CONCERTARA EN EL MOMENTO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

3) EL CALIBRE DE CONDUCTORES QUE NO SE ESPECIFIQUE SERÁ Nro. 12 AWG

4) EL CONDUCTOR DE RETORNO PARA ILUMINACIÓN SERÁ EN NRO 14 AWG

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

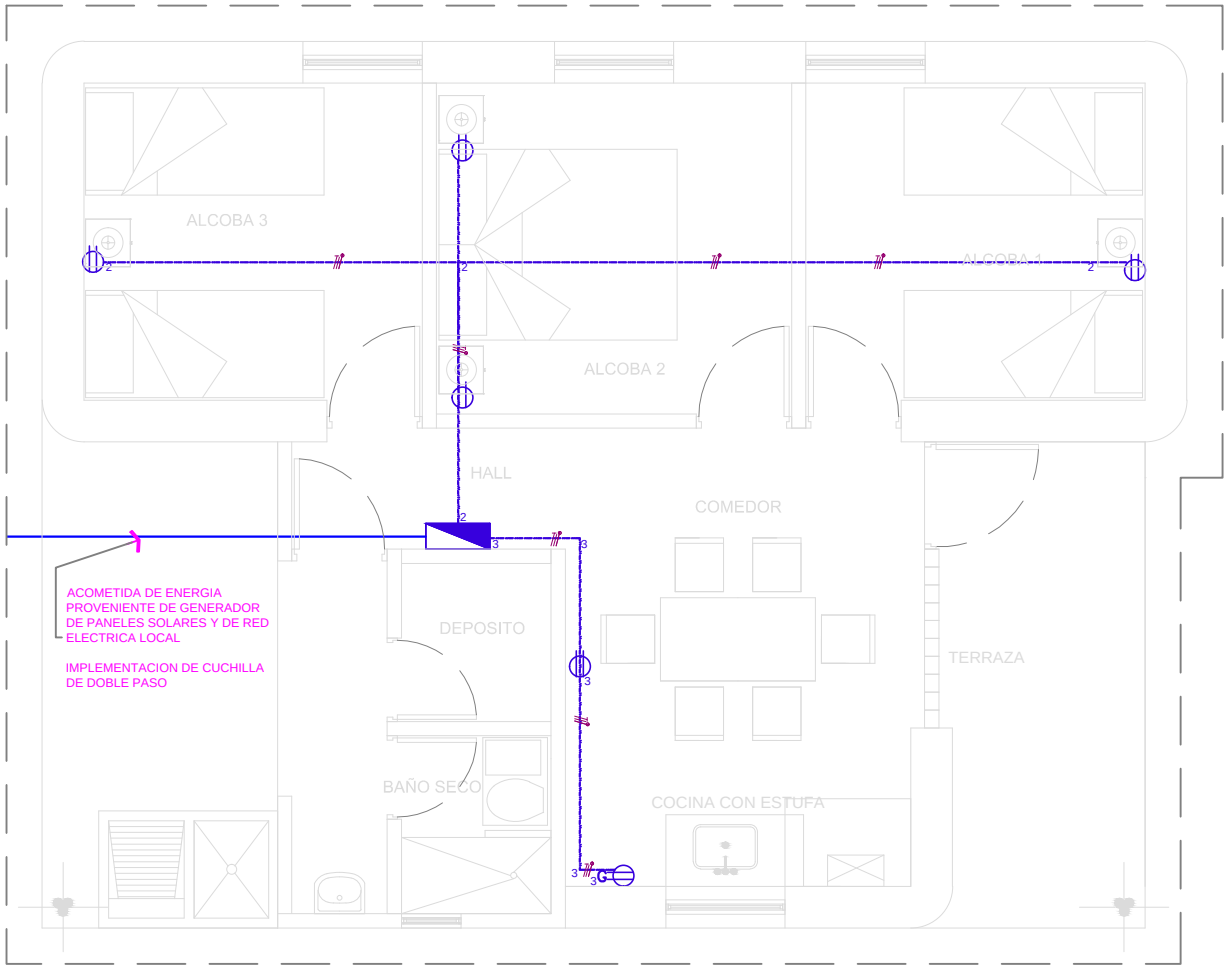
Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
Planta de Instalaciones Electricas iluminacion

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
25/31

Fecha:
17 /Enero /2019



CUADRO DE CONVENCIONES	
	PLAFON EN PARED
	TOMACORRIENTE DOBLE
	TOMACORRIENTE GFCI
	INTERRUPTOR SENCILLO
	INTERRUPTOR DOBLE
	INSTALACION POR PISO O PARED PARA ILUMINACION
	INSTALACION POR PISO O PARED PARA TOMACORRIENTES
	ACOMETIDA PRINCIPAL
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	FASE
	NEUTRO
	TIERRA
	CONTADOR DE ENERGIA
	LINEA DE MANDO

NOTAS

1) TODA LA TUBERÍA QUE NO SE ESPECIFIQUE SU DIÁMETRO SERÁ PVC CONDUIT DE 1/2"

2) LA ALTURA DE LOS TOMACORRIENTES SE CONCERTARA EN EL MOMENTO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

3) EL CAUBRE DE CONDUCTORES QUE NO SE ESPECIFIQUE SERÁ Nro. 12 AWG

4) EL CONDUCTOR DE RETORNO PARA ILUMINACIÓN SERÁ EN NRO 14 AWG

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Nombre del Proyecto:
CONSIDERACIONES DE SOTENIBILIDAD DE LOS ASPECTOS TECNICOS EN EL PROYECTO TIPO VISR PROMOVIDO POR EL BANCO AGRARIO DE COLOMBIA

Modalidad del Proyecto:
Vivienda Nueva

Nombre del Plano:
Planta de Instalaciones Electricas TOMAS

Presentado por:
Ing. Jessica Brigeth Meneses Roa

Plano No:
26/31

Fecha:
17 /Enero /2019